



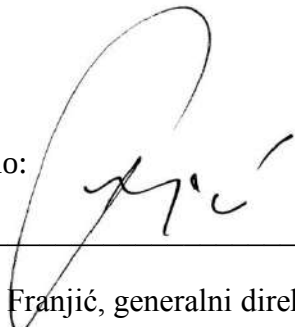
***SMJERNICE ZA OCJENJIVANJE VIZUALNE
KVALITETE, TOLERANCIJE I DIMENZIONIRANJE
STAKLA***

2. Izdanje

Srpanj/Juli, 2019.god.

Dokument je napravljen u svrhu lakšeg pronalaska i primjenjivanja standardima definiranih parametara za dimenzioniranje, narudžbu i izradu proizvoda od stakla, koji će biti od koristi kako kupcima tako i djelatnicima Kristala.

Odobrio:



Nikola Franjić, generalni direktor

SADRŽAJ

1. OPĆI UVJETI POSLOVANJA	6
2. PODRUČJA PRIMJENE	12
2.1. Provjera	13
2.2. Opće upute	14
3. TOLERANCIJE I VIZUALNI PREGLED IZO STAKLA.....	15
3.1. Zahtjevi kod izvedbe IZO stakla	24
3.1.1. Trajnost slojevitog IZO stakla	24
3.1.2. Oblik i dimenzije slojevitog IZO stakla	25
3.1.3. Ukrasni elementi	26
3.2. Vizualne značajke izo stakla.....	27
3.2.1. Vlastita boja stakla	27
3.2.2. Razlike u bojama pri nanošenju premaza na staklo	27
3.2.3. Izolacijska stakla s ugrađenim ukrasnim profilima	27
3.2.4. Ocjenjivanje vidljivog dijela rubne zone pri izolacijskom staklu.....	28
3.2.5. Oštećenje vanjskih površina.....	28
3.2.6. Fizikalna obilježja	29
3.2.6.1. Objašnjenje pojmova fizikalnih obilježja	29
3.2.7. Kontrola stakla s premazom koje se sastavlja u izo jedinice	33
3.2.7.1. Staklo s premazom – odstupanje u boji fasadnog stakla.....	35
3.2.8. Pucanje/lom stakla.....	36
4. DUŽINA, ŠIRINA I PERPENDIKULARNOST (USPRAVNOST).....	44
4.1. Tolerancije kod obrade rubova stakla (brušenje/poliranje)	46
4.2. Tolerancije kod bušenja rupa	46
5. SAVIJANO STAKLO	49
5.1. Tipovi savijanja	50
5.2. Određivanje oblika	51
5.3. Preciznost vanjskih linija	53
5.4. Torzija/uvijanje.....	54
5.5. Izgled	55
5.6. Tolerancije dimenzija savijanog laminiranog stakla	56
5.6.1. Debljina.....	56
5.6.2. Smicanje.....	56
5.7. Tolerancije dimenzija savijenog izo stakla	57
5.7.1. Debljina.....	57

5.7.2.	Tolerancije na točnost oblika i smicanje	57
5.8.	Tangencijalni spojevi	58
5.9.	Testne metode	59
5.9.1.	Mjerenje točnosti oblika, obujma i dužine	59
5.9.2.	Odstupanje ravnosti ruba	59
5.9.3.	Mjerenje odstupanja krivulje.....	60
5.9.4.	Maksimalno odstupanje uvijanja	61
5.9.5.	Testne metode za izgled savijenog stakla	61
6.	TOLERANCIJE ZA KONTROLU KALJENOG I EMAJLIRANOG STAKLA	62
6.1.	Referentni dokumenti	62
6.2.	Metode kontrole kaljenog stakla	63
6.2.1.	Tolerancije i kriteriji za kaljeno staklo	63
6.2.2.	Tolerancije za ravnost – zakrivljenost.....	64
6.2.3.	Tolerancije za obradu ivica, rupe, isječke i odsječke	66
6.2.4.	Ostale fizičke karakteristike kaljenog stakla	66
6.3.	Metode kontrole emajliranog stakla	68
6.3.4.	Ocjenjivanje kvalitete emajliranog stakla	68
6.3.5.	Pogreške na rubovima gotovih komada	73
6.3.6.	Kutovi stakla on/off	73
6.3.7.	Varijacije u bojama zbog različitih proizvodnih šarži.....	74
6.4.	Ocjenjivanje vrijednosti impresije/dojma boje.....	75
6.4.4.	Vrste bazičnog stakla i utjecaj boje.....	75
6.4.5.	Vrsta svjetlosti pri kojoj se promatra.....	76
6.4.6.	Promatrač i način promatranja	76
6.5.	Ostale upute	77
6.6.	Kaljeno staklo s toplinskim ispitivanjem ESG – H prema EN 14179.....	79
7.	TOLERANCIJE ZA KONTROLU LAMINIRANOG STAKLA	80
7.1.	Tolerancije koje se odnose na izgled.....	80
7.2.	Tolerancije koje se odnose na dimenzije i završnu obradu ivica	82
7.2.1.	Dopuštene tolerancije kod vatrootpornih laminiranih stakala	84
7.3.	Ravnost.....	86
8.	TOLERANCIJE ZA KONTROLU OGLEDALA	87
8.2.	Referentni dokumenti	87
8.3.	Tolerancije	87
8.4.	Zahtjevi na kvaliteti i način inspekcije:.....	88
8.5.	Faktori koji utječu na trajnost ogledala	90

8.6.	Faktori koji utječu na iskrivljenje slike ogledala	91
9.	NAČINI ČIŠĆENJA STAKLA	92
10.	TRANSPORT I SKLADIŠTENJE	95
10.2.	Oštećenja na staklu	95
11.	STAKLO KUPCA NA DORADI.....	103
12.	DIMENZIONIRANJE STAKLA	104
13.	PRILOG	107
13.2.	Definiranje parametara za statički proračun	107
13.3.	Priručnik za dimenzioniranje stakla prema DIN 18008.....	109
13.4.	Prijava reklamacije	133
13.4.1.	Obrazac za prijavu reklamacije	134
13.5.	Obrazac za popunjavanje narudžbe koju kupac šalje faksom	135
13.6.	Jamstveni list za izo staklo	143
13.7.	Jamstveni list za kaljeno staklo.....	144
13.8.	Jamstveni list za laminirano staklo.....	146
13.9.	Jamstveni list za tuš kabine	148
14.	LITERATURA	151

1. OPĆI UVJETI POSLOVANJA

Poduzeće Kristal d.o.o., Poslovni centar 96, 72250 Vitez, utvrdilo je uvjete, načine prodaje i isporuke roba i usluga kupcima iz svog prodajno/proizvodnog asortimana i primjenjuju se u poslovanju s poduzećima kao i s privatnim osobama.

Opći uvjeti poslovanju su sastavni dio našeg poslovanja sa svim kupcima i dostupni su na našoj internet stranici www.kristal.eu, te predstavljaju sastavni dio ugovora s kupcima, neovisno o formi u kojoj je zaključen ugovor (pisano, elektronski, telefonski, usmeno ili preko predstavnika). Uvjeti su važeći za sve naloge, isporuke, ostale usluge (uključujući i savjetodavne usluge), vrijede i onda kada nisu izričito napomenute pri zaključivanju poslovnih odnosa.

Opći uvjeti poslovanja Kristala se ne primjenjuju za kupca u slučaju da je isto drugačije definirano u posebnom ugovoru, između Kupca i Prodavatelja.

Ponuda

Naše ponude nisu ujedno i znak potvrđene narudžbe osim ako nije izričito drugačije određeno i/ili pismeno potvrđeno. Narudžbe postaju obvezujuće samo nakon pismene potvrde ponude, predračuna i/ili narudžbe od strane kupca koja se dostavlja Kristalu, uključujući poštivanje vremenske validnosti ponude/predračuna.

Izmjena ili otkazivanje narudžbe ne oslobađa kupca od nastalih troškova storniranja naloga (iznos ovisi o visini nastalih troškova).

Cijene

Važeće cijene su one cijene koje su navedene u potvrdi nekog od spomenutih oblika narudžbe (ponude ili predračuna) koje uključuju zakonski obvezan PDV, koji je uvijek zasebno iskazan. Također, cijene su validne i prema navedenom roku na ponudi/predračunu. Nakon isteka navedenog roka, kupac je dužan tražiti nove cijene i uvjete ponude i/ili predračuna. Navedene cijene ne sadrže/podrazumijevaju uslugu pakovanja, prijevoza, istovara i montaže robe po predmetnoj potvrdi ukoliko te usluge nisu zasebno dogovorene i potvrđene.

U većini slučajeva, usluga prijevoza se vrši zbirnim transportom sukladno cjeniku i rasporedu poduzeća KRISTAL TRANSPORT. Moguće je dogovoriti isporuku robe na određeni termin i mjesto, uz posebnu naknadu za prijevoz, sukladno tarifama odnosno cjeniku KRISTAL TRANSPORTA.

Rokovi izrade

Rokovi izrade na potvrdi narudžbe (ponude/predračuna) su neobvezujući, tj. to su informativni termini i podložni su izmjeni uslijed potvrde narudžbe nakon 24 sata. Ukoliko postoje nedefinirani tehnički detalji narudžbe, kašnjenja u plaćanju, nemogućnosti nabavke potrebnog repromaterijala, više sile i sl. Kristal ima pravo promijeniti rok izrade kao što i kupac ima pravo odustati od naloga ukoliko se informativni termin izrade značajno mijenja, bez prava na potraživanja bilo kakvih naknada.

U slučaju kada kupac preuzima robu na skladištu Kristala Vitez u obvezi je preuzeti urađeni nalog najkasnije u roku od 10 dana od završetka izrade, u protivnom se roba skladišti uz odgovornost kupca te za sva eventualna oštećenja Kristal ne snosi odgovornost. Ukoliko se roba ne preuzme u roku od 30 dana, kupcu se ispostavlja račun kojim se smatra da je preuzeo robu i u obvezi je plaćanja.

Kupac može i naknadno ugovoriti prijevoz robe kako bi se izbjeglo skladištenje robe na duži period.

Pakovanje

Kupac može zatražiti posebno pakovanje robe uz nadoplatu prema cjeniku usluge pakiranja kao što su pakovanje u drvene sanduke, „A“ nosače, na euro paleti, pakovanje za pomorski transport i sl. U pravilu, Kristal isporučuje robu specijalnim vozilima za prijevoz stakla te na metalnim nosačima koji se u posebnim slučajevima mogu ostaviti kod kupca. U slučaju da se radi o montaži, nemogućnosti istovara, daljnjeg transporta i sl. metalni nosači ostaju u vlasništvu Kristala i kupac je obavezan izvršiti povrat metalnih nosača, najkasnije u roku od 30 kalendarskih dana. U slučaju probijanja roka za povrat, Kristal će fakturirati kupcu metalni nosač čija prosječna vrijednost iznosi 1.500,00 KM. Stvarne cijene ovise o veličini nosača i iste će biti fakturirane kupcu. Kupac je također dužan obavijestiti Kristal u danom roku o eventualnom gubitku ili oštećenju nosača. U slučaju da kupac nema mogućnosti izvršiti povrat

metalnih nosača uslijed nedostatka odgovarajućeg transporta, Kristal će bez naknade preuzeti nosače, ali samo unutar područja BiH. Za sva preuzimanja nosača izvan granica BiH bit će fakturirani troškovi prijevoza sukladno tarifama iz cjenika KRISTAL TRANSPORT.

Istovar i skladištenje

Kupac je dužan pri najavi dolaska robe osigurati nesmetan pristup mjestu istovara te se smatra da je kupac u trenutku dolaska vozila s robom osigurao radnu snagu za istovar, ishodio eventualne dozvole za pristup teretnim vozilima te sva eventualna pomoćna sredstva potrebna za istovar (paletar, kran, teretni lift i sl.). U trenutku isporuke na odredište, kupac je dužan istovariti robu s metalnih nosača i iste vratiti po vozaču, ukoliko drugačije nije ugovoreno.

Nakon istovara robe dužan je provjeriti jesu li sva stakla uredno isporučena, a potom potpisati odgovarajući dokument da su uredno dovezena. Kod privremenog skladištenja na gradilištu ili drugim mjestima, glavni prioritet jeste zaštita stakla od izravnog sunčevog zračenja. Ukoliko kupac nema na raspolaganju zatvoren prostor za skladištenje, potrebno je stakla prekriti neprozirnom folijom kako bi se zaštitila od izravnog sunčevog svjetla (ovo vrijedi i za stakla koja su npr. već ugrađena u prozore, a složena su radi daljnje manipulacije).

Ukoliko se staklo isporučuje na metalnim nosačima i tako ostaje kod kupca, nakon što se staklo uspješno isporuči i skladišti, potrebno ga je popustiti na mjestima gdje je vezano, zbog mogućeg toplinskog širenja i pucanja stakla.

Proizvodi u svakom trenutku moraju biti skladišteni u odgovarajućim uvjetima i bez doticaja s vanjskim vremenskim utjecajima. Važan sigurnosni aspekt predstavlja pravokutno pozicioniranje stakla pri skladištenju. Kod A ili L nosača, stakla su uvijek pravokutno pozicionirana i sve plohe stakla su pod jednakim opterećenjem.

Ukoliko se staklo nije skladištilo prema uputama, Kristal neće preuzeti odgovornost za eventualna naknadna oštećenja i nastalu štetu.

Plaćanje

Ukoliko nije drugačije izričito ugovoreno, sve narudžbe se plaćaju u 100% avansu, po potvrdi naloga (ponude/predračuna). Za naloge za koje Kristal vrši montažu, kupac je u obvezi platiti

minimalno avans u iznosu od 70% ili vrijednost proizvoda te ostatak naloga (ugradnju) platiti pred ili odmah po završetku montaže.

Za stalne kupce Kristal plaćanje regulira putem ugovora o kupoprodaji.

Kvaliteta proizvoda i garancija

Rizike od loma i/ili oštećenja proizvoda u slučaju prijevoza, istovara i/ili montaže snosi kupac od trenutka preuzimanja robe. Kod spomenute, a ugovorene usluge s Kristalom, u slučaju prijevoza i/ili montaže, rizik od loma i/ili oštećenja proizvoda snosi KRISTAL do trenutka ispunjenja usluge, zbog čega je kupac dužan provjeriti ispravnost proizvoda pri preuzimanju.

Kristal garantira da je isporučena roba bez nedostataka, posebice nedostataka koje se tiču smjernica i standarda u staklarstvu. Odstupanja u dimenzijama, sadržaju, debljini, težini i tonovima boje koje su u okviru standardnih tolerancija ne mogu biti predmet reklamacije kupca. Za štete uzrokovane neodgovarajućom ili nepravilnom upotrebom, pogrešnom montažom, preinake ili popravke, pogrešno rukovanje ili redovito trošenje te neusklađenosti s važećim standardima, posebice sa standardima u staklarstvu, Kristal d.o.o. ne preuzima odgovornost.

Reklamacije na proizvod Kristala kupac može podnijeti kod preuzimanja proizvoda ili najkasnije u roku 48 sati od datuma otpreme i montaže robe. U bilo kojem od ova dva slučaja, reklamacija se prima prije daljnje obrade, ugradnje ili bilo kakvog korištenja od strane kupca. U slučaju opravdane reklamacije Kristal ima pravo predložiti zamjenu, popravak ili povrat novca. Reklamirani proizvodi se dostavljaju kupcu bez posebne naknade. Kristal ne prihvaća troškove koji su dodatno nastali kao što su troškovi montaže, troškovi mehanizacije za montažu (kran, skela i sl.) jer je kupac u obvezi pregledati proizvod prije daljnje primjene. Ukoliko se reklamacija rješava na način da se proizvod ponovno izrađuje i čije rješenje znatno poskupljuje ponovnu izradu u odnosu na prethodnu isporuku i isto nije definirano tada s kupcem, kupac je dužan platiti razliku vrijednosti.

Ni u kojem slučaju Kristal ne prihvaća plaćanje naknadne štete koja nije direktno nastala u vezi s isporučenim proizvodom, kao što je plaćanje penala, prekidi proizvodnje ili gubitak dobiti kupca.

Kristal ne odgovara za nastale štete pri montaži od strane kupca ili trećih osoba te ovakve reklamacije neće ni uzeti u daljnje razmatranje.

Kondenzacija na vanjskim površinama izo stakla se ne prihvaća (prema standardu EN 1279). Samo ukoliko dođe do rošenja u međuprostoru u garantnom roku do 5 godina za izo staklo, Kristal prihvaća reklamaciju.

Posebni zahtjevi

Kupac je dužan prenijeti sve posebne zahtjeve kao što je izloženost proizvoda visokim temperaturama, statičkim ili dinamičkim opterećenjima. Nenormalna opterećenja moraju biti detaljno opisana u zahtjevu za ponudu, kako bi se poduzele posebne mjere za ispravnu konfiguraciju proizvoda. Ukoliko kupac ne definira posebne zahtjeve, Kristal ne preuzima odgovornost za nastale nedostatke i eventualne štete.

Promocija

Potpisivanjem ugovora ili kupnjom proizvoda, kupac je suglasan da njemu isporučeni proizvod Kristal može oglašavati kao referencu javno, na svojoj web stranici www.kristal.eu (i svim ostalim načinima promocije kako u elektronskom tako i u tiskanom izdanju). Kristal zadržava pravo korištenja dobivenih fotografija, dobivenih uzoraka proizvoda za potrebe vlastitog marketinga tvrtke/branda.

Informacije, komunikacija i unapređenje prodaje

Svi poslovni partneri mogu komunicirati s poduzećem Kristal d.o.o. kroz kontakt podatke koji su objavljeni na internetskoj stranici www.kristal.eu. Svi prikupljeni podaci, koje je Kristal d.o.o. dobio na temelju prodaje ili putem elektroničke komunikacije, predstavljaju poslovnu tajnu. Kupac je suglasan s korištenjem njegovih osobnih podataka u reklamne svrhe ili istraživanje.

Pravo na vlasništvo

Vlasništvo nad isporučenom robom Kristal zadržava sve do potpunog ispunjenja svih prava koja nam pripadaju i koja će još nastati iz poslovne veze. Isporučena, odnosno preuzeta roba ostaje vlasništvo Kristala do potpune isplate kupovne cijene.

Područje djelovanja i nadležnost: Za sve sporove nadležan je sud u Travniku.

2. PODRUČJA PRIMJENE

Ove smjernice odnose se na ocjenjivanje vizualne kvalitete stakala namijenjenih upotrebi u građevinarstvu. Ocjenjivanje se provodi po dolje opisanim načelima pomoću dopuštenih odstupanja u pripadajućim tablicama.

Ocjenjuje se svijetla površina već ugrađenog stakla. Stakleni proizvodi izrađeni od stakala s premazima, stakala obojanih u masi, stakala s netransparentnim nanosima, lijepljenim i pred napregnutim staklima (kaljenim i djelomično kaljenim) mogu se također ocjenjivati pomoću pripadajućih tablica.

Smjernica se može samo djelomično koristiti i za ocjenjivanje stakala s posebnim komponentama: za stakla sa ugrađenim elementima u međuprostoru ili u sloju lijepljenja, za ornament stakla te za protuprovalna i protupožarna stakla. Ti proizvodi procjenjuju se u skladu sa specifičnim značajkama ugrađenih materijala, primijenjenom tehnologijom i uputama proizvođača.

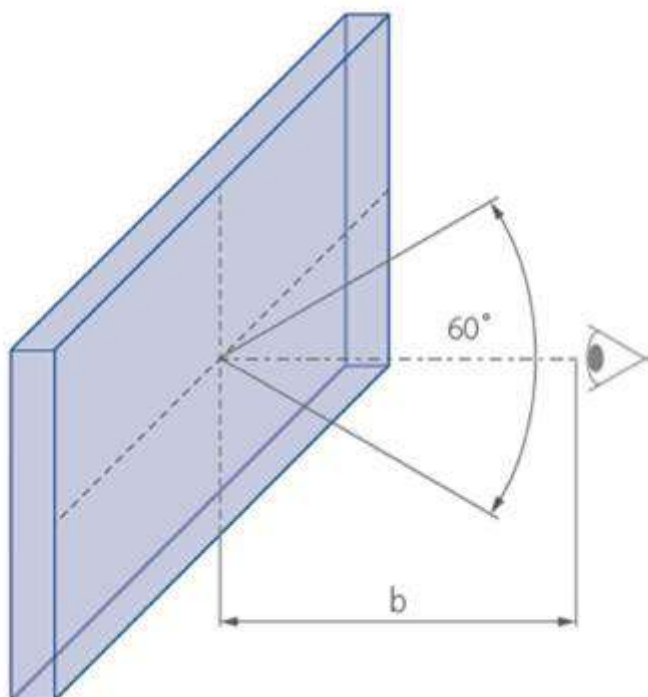
Ocjenjivanje vizualne kvalitete rubova na proizvodima od stakla nije predmet ovih Smjernica. Pri konstrukcijama kod kojih nisu sva četiri ruba u okvirima, za slobodne rubove ne primjenjuje se kriterij ocjenjivanja rubne zone. Zato kupac pri narudžbi mora upozoriti izvođača u kakve će se svrhe staklo koristiti.

Za ocjenjivanje fasadnog stakla s vanjske strane stranke se moraju dogovoriti o posebnim uvjetima promatranja.

2.1. Provjera

U pravilu je za procjenu vrijednosti odlučujući pogled kroz staklo, dakle, promatranje pozadine kroz staklo, a ne pogled na staklo. Pri tome reklamirane točke (polja) ne smiju biti posebno označene. Gledano iznutra prema van ostakljenje se provjerava, s udaljenosti od najmanje 3 metra. Staklo se promatra pri difuznoj svjetlosti (kao pri oblačnom vremenu) bez direktne sunčeve ili umjetne svjetlosti i to pod kutom koji bi bio uobičajen pri korištenju tog prostora. Ostakljenja u prostoru također se provjeravaju pri difuznoj svjetlosti, a pri tome prostor treba biti osvijetljen kao pri normalnom korištenju. U pravilu promatrač gleda pravokutno na površinu ostakljenja. Za provjeru ostakljenja izvana (pogled na staklo izvana) uzimaju se uobičajene udaljenosti.

U nastavku je tehnička shema kako provesti vizualnu ocjenu stakla. Orijentacijska udaljenost „b” mjesta na kojem se nalazi ocjenjivatelj iznosi 3 m kod pregleda 'presvučenog' stakla i 2 m kod stakla bez premaza.



2.2. Opće upute

Smjernica predstavlja mjerilo pomoću kojega se ocjenjuje vizualna kvaliteta stakla za građevinarstvo. Pri prosuđivanju ugrađenog stakla mora se uzeti u obzir da uz svoje vizualne kvalitete ono ima i značajke koje su nužne za ispunjavanje njegove funkcionalnosti.

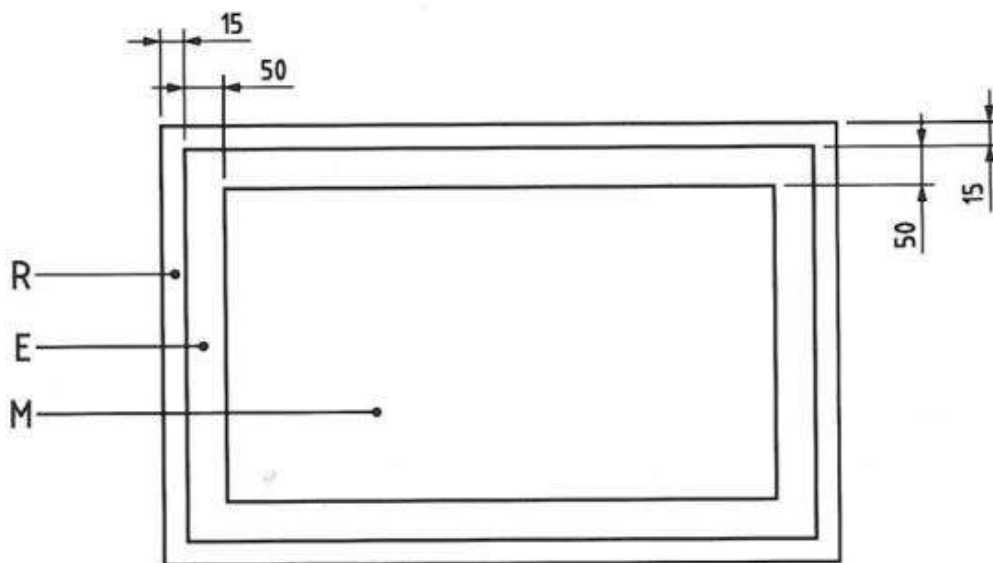
Tehničke vrijednosti proizvoda od stakla (npr. zvučna i toplinska zaštita, propusnost za svjetlost i sl.), koje se daju za neku njegovu određenu funkcionalnost, odnose se na stakla s uzorcima koje zahtijeva određeni standard. Pri drugim dimenzijama, drukčijim kombinacijama stakala ili zbog ugradnje, odnosno vanjskih utjecaja, dane se vrijednosti ili optički izgled mogu promijeniti.

Mnoge različite vrste proizvoda od stakla ne dopuštaju neograničenu upotrebu tolerancija iz odgovarajućih standarda. U nekim slučajevima moraju se uzimati u obzir i posebnosti čija je pojava proizvodno uvjetovana. U slučajevima poput protuprovalnih stakala pri ocjenjivanju posebnih karakteristika treba uzeti u obzir i namjenu proizvoda i mjesto ugradnje. Zato pri ocjenjivanju određenih značajki uzimamo u obzir i specifične značajke proizvoda.

3. TOLERANCIJE I VIZUALNI PREGLED IZO STAKLA

Prema standardu *DIN EN 1279-1: 2018 Glass in building – Insulating glass units* i *Direktiva za procjenu vizualne kvalitete emajliranim i zaslonom tiskanim staklima-Izdavač: Bundesverband Flachglas Grosshandel, Isolierglasherstellung, Veredlung e.V.; Fachverband Konstruktiver Glasbau e.V., ožujak, 2002. Prijevod: Federalno udruženje veletrgovaca ravnog stakla, proizvođača izo stakla, obrađivača stakla (upisano udruženje); Udruga stručnjaka konstruktivne gradnje od stakla (upisano udruženje ožujak 2002) dopuštene su slijedeće tolerancije za dimenzije i greške u staklu gledajući pojedine zone.*

1. Zahtjevi koji se odnose na zdravlje, sigurnost i uštedu energije - CEN/TC 129/AH 2/N /tehnički komitet koji daje preporuke u pogledu zdravlja i sigurnost - Standard EN 675 (za U vrijednost)
2. Zahtjevi koji se odnose na optički vizualnu kvalitetu stakla - EN 527 staklo u građevinarstvu - CEN/TC 129/AH 2/N /tehnički komitet koji daje preporuke u pogledu zdravlja i sigurnosti



R = zona od 15 mm obično pokrivena okvirom; ili odgovarajuće rubno brtvljenje u slučaju rubova bez okvira;

E = rubna zona vidljivog područja, širina do 50 mm;

M = glavna zona

IZO STAKLA SA DVJEMA PLOČAMA OD MONOLITNOG STAKLA

Maksimalno definirani broj pogrešaka i mrlja:

Zona	Veličina pogreške (Ø u mm)	Veličina panela S (m ²)			
		S ≤ 1	1 < S ≤ 2	2 < S ≤ 3	3 < S
R	Sve veličine	Nema ograničenja			
E	Ø ≤ 1	Prihvatljivo ako je manje od 3 u svakom području od Ø ≤ 20 cm			
	1 < Ø ≤ 3	4	1 po metru opsega/perimetra		
	Ø > 3	Nije dozvoljeno			
M	Ø ≤ 1	Prihvatljivo ako je manje od 3 u svakom području od Ø ≤ 20 cm			
	1 < Ø ≤ 2	2	3	5	5 + 2/m ²
	Ø > 2	Nije dozvoljeno			

Dopušteni broj mrlja i točkica:

Zona	Dimenzije i tip (Ø u mm)	Veličina ploče S (m ²)	
		S ≤ 1	1 < S
R	Sve	Nema ograničenja	
E	Točkica Ø ≤ 1	Nema ograničenja	
	Točkica 1 mm < Ø ≤ 3	4	1 po m opsega/perimetra
	Mrlja Ø ≤ 17	1	
	Točkica Ø > 3 i mrlja Ø > 17	Maksimalno 1	
M	Točkice Ø ≤ 1	Maksimalno 3 u svakom području od Ø ≤ 20 cm	
	Točkice 1 < Ø ≤ 3	Maksimalno 2 u svakom području od Ø ≤ 20 cm	
	Točkice Ø > 3 i mrlje Ø > 17	Nije prihvatljivo	

Linije i ogrebotine:

Tanke ogrebotine su dopuštene pod uvjetom da ne tvore skupinu.

Zona	Individualne linije (mm)	Zbroj individualnih linija (mm)
R	Nema ograničenja	
E	≤ 30	≤ 90
M	≤ 15	≤ 45

Tablica 3.1: Dozvoljena oštećenja kod glavnih, rubnih i zona utora ostakljenja dvoslojnog izo stakla

Prema standardu **DIN EN 1279-1: 2018 Glass in building – Insulating glass units – Part 6.3: Dimensional tolerances and Annex F-Visual quality of insulating glass units** dopuštene su sljedeće tolerancije za dimenzije:

- (I) Tolerancije za dužinu i širinu IZO stakla (proizvedenog od ravnog stakla) date su u sljedećoj tablici:

DVOSLOJNA/TROSLOJNA IZO JEDINICA	Tolerancije širine i visine (B x H)	Odstupanje
sve ploče ≤ 6 mm; širina i visina (B x H) ≤ 2000 mm	± 2 mm	≤ 2 mm
6 mm < najdeblja ploča ≤ 12 mm, ili 2000 mm < B x H ≤ 3000 mm	± 3 mm	≤ 3 mm
3 500 mm < B x H $\leq 5 000$ mm i najdeblja ploča ≤ 12 mm	± 4 mm	≤ 4 mm
1 ploča > 12 mm, ili B x H > 5 000 mm	± 5 mm	≤ 5 mm
Debljine su nominalne debljine.		

Tablica 3.2., Tolerancije dužine i širine dvoslojnog/troslojnog iza stakla

- (II) Dopusštena odstupanja debljine IZO stakla na rubovima navedena su u sljedećoj tablici:

Ostakljenje	Ploča	Tolerancije debljine IZO stakla ^a
dvoslojno ostakljenje	Sve ploče su kaljena float stakla	$\pm 1,0$ mm
	Barem jedna ploča je laminirana, sa uzorkom ili ne kaljeno staklo	$\pm 1,5$ mm
troslojno ostakljenje	Sve ploče su kaljena float stakla	$\pm 1,4$ mm
	Barem jedna ploča je laminirana, sa uzorkom ili ne kaljeno staklo	+ 2,8 mm / - 1,4 mm
^a Ako jedna komponenta stakla ima nominalnu debljinu veću od 12 mm u slučaju kaljenog ili toplinski ojačanog stakla, ili 20 mm u slučaju laminiranog stakla, potrebno je konzultirati se sa proizvođačem iza stakla.		

Tablica 3.3., Tolerancije debljine iza paketa (dvoslojnog/troslojnog)

Mjerenje debljine se vrši na uglovima i u sredini ivice.

Orijentacijske maksimalne površine za slojevita IZO stakla (iskustveni kriterij):

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
4	1:6	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
5	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
6	1:10	3,00	3000	6	6-6-6
		4,50	3000	9	6-9-6
		7,00	3500	12	6-12-6
		7,00	3500	16	6-16-6
8	1:10	4,00	3000	6	8-6-8
		6,00	3000	9	8-9-8
		8,75	3500	12	8-12-8
		10,00	5000	16	8-16-8
10	1:10	13,50	5000	16	10-16-10
12	1:10	13,50	6000	16	12-16-12

- maksimalna duljina drugog boka stakla ograničena je tehnološki uvjetovanim mogućnostima;
- kod slojevitog IZO stakla koje se sastoji od staklenih ploha različite debljine, površina je uvijek ograničena staklom manje debljine;

-kod preračunavanja debljine lijepljenog stakla u odnosu na debljinu float stakla primjenjuje se koeficijent 0,63;

-distantni profili koji se primjenjuju imaju širinu iznad 16 mm i odgovaraju im isti podaci iz tabele koji vrijede za šuplinu između staklenih ploha koja iznosi 16 mm.

* Maksimalne dimenzije navedene u tablici kod slojevitog IZO stakla koje proizvodimo vrijede uz ispunjavanje slijedećih uvjeta:

- 1 – okomita stakla,
- 2 – visina 0 ÷ 8 m iznad površine tla,
- 3 – klinovi na četiri boka,
- 4 – linijski učvršćena ostakljenja sa četiri strane
- 5 – uz pretpostavljeno srednje opterećenje od vjetrova koji pušu u Srednjoj Europi.

Opterećenja na staklo pod različitim utjecajima dovode do loma stakla.

Kako bi izbjegli navedeno moraju se uzeti u obzir sljedeće upute za sva stakla čije dimenzije dosežu:

- **do 2 m²** raditi kombinacije sa minimalno lamistalima **33.1, 33.2** i staklima debljine **4 mm**
- **od 2 m² do 4 m²** raditi kombinacije sa minimalno lamistalima **44.1, 44.2** i staklima debljine **4 mm**
- **od 4 m² do 5 m²** raditi kombinacije sa minimalno lamistalima **44.1, 44.2** i staklima debljine **6 mm**
- **od 5 m² do 6 m²** raditi kombinacije sa minimalno lamistalima **55.1, 55.2** i staklima debljine **8 mm**
- **od 6 m² i više** raditi kombinacije sa minimalno lamistalima **66.1, 66.2, 88.2** i staklima debljine **10 mm**

Ovisno o konfiguraciji tražene kombinacije izo paketa odrediti će se da li i koja stakla je potrebno **kaliti i dodatno obrađivati**.

Minimalna širina **al. profila** bi trebala biti **12 mm**.

Za sve troslojne izo jedinice preporučuje se kaljenje srednjeg stakla.

Ukoliko kupac zahtijeva kombinacije koje nisu preporučene i u okviru navedenih uputa sam će biti ODGOVORAN ZA PRAVILNO DIMENZIONIRANJE STAKLA, NJEGOVU MEHANIČKU ČVRSTOĆU I STABILNOST, TE U SLUČAJU PUCANJA STAKLA KRISTAL d.o.o. NE SNOSI ODGOVORNOST.

Prema Guardianovom tehničkom priručniku (Tabela 12. u spomenutom priručniku) koji se odnosi na minimalne debljine stakla u odnosu na dimenzije priložena je slijedeća tablica:

Minimalna debljina stakla t	Max. vanjska dimenzija ploče
4 mm	1000x2000 mm
5 mm	1500x3000 mm
6 mm	2100x3500 mm
8 mm	2500x4500 mm
10 mm	2800x5000 mm
12 mm	2800x5900 mm

Tablica 3.4., Minimalne debljine stakla u odnosu na dimenzije

**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.*

Savijano izo staklo

Vizualna kvaliteta savijanog izo stakla i njegove staklene komponente bi trebale ispuniti zahtjeve ISO 11485-1 i ISO 11485-2. Detaljnijih uputa o vizualnoj kontroli i tolerancijama savijanog stakla će biti u nastavku ovih Smjernica.

IZO staklo koje sadrži kaljeno staklo

Vizualna kvaliteta kaljenog stakla sa ili bez HST testom, kada se sastavlja u izo ili laminiranu jedinicu koja je komponenta izo jedinice, treba ispunjavati zahtjeve koji odgovaraju tim proizvodima.

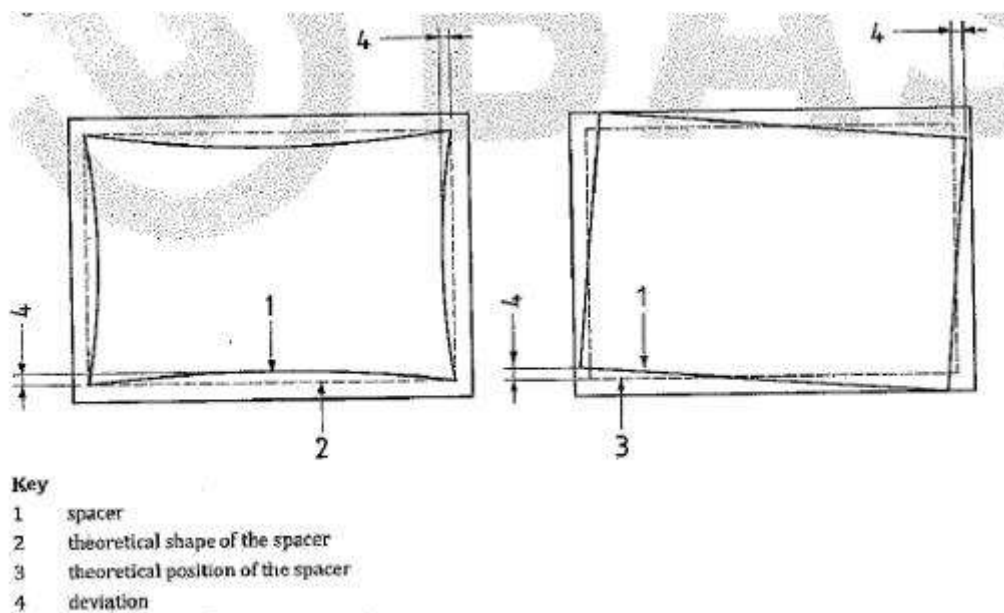
Osim tih zahtjeva, za toplinski ojačana stakla, ukupan luk/zakrivljenost u odnosu na ukupnu duljinu stakla ne bi trebao biti veći od 3 mm po 1000 mm dužine staklenog ruba. Veći lukovi/zakrivljenosti mogu se pojaviti za kvadratne forme (do 1:1,5) i za jednostruke panele sa nominalnom debljinom < 6 mm.

Oštećenja na rubovima

Dopuštena oštećenja rubova su dana u relevantnim standardima za svaku staklenu komponentu. Prihvatljiva su vanjska plitka oštećenja rubova ili konkoidalni lomovi koji ne utječu na čvrstoću stakla i koji ne prelaze širinu ruba brtve. Prihvatljivi su i konkoidalni lomovi bez slobodnih krhotina koji su popunjeni zaptivačem.

Tolerancije na ravnost spacera/lajsne/profila

Za dvoslojno staklo tolerancija ravnine profila je 4 mm do dužine od 3,5 m, i 6 mm za veće duljine. Dopušteno odstupanje profila u odnosu na paralelni rub ravnog stakla ili drugog profila (npr. troslojna stakla) je 3 mm do dužine ruba od 2,5 m. Za veće dužine rubova dopušteno odstupanje je 6 mm.



Slika 3.1., Primjeri devijacije profila

➤ **Ugradnja IZO stakla podrazumijeva:**

- da su sve četiri strane ugrađene u okvir ili pokrivene nekim drugim elementima
- da je spriječen prodor vode i kondenzata u IZO jedinicu
- da je IZO staklo ugrađeno dovoljno čvrsto da može izdržati opterećenje vjetrova i snijega
- kod ugradnje IZO stakla voditi računa o smanjenju pritiska na čoškovima tako da se podloške za stakla odmaknu najmanje 50 mm od kuta

➤ **Optički i vizualni kvalitet**

1. Na staklu se razlaže sunčeva svjetlost i prelijeva u duginim bojama, što se ne smatra nedostatkom niti greškom.
2. Temperaturne razlike u međuprostoru IZO stakla i variranje atmosferskog pritiska na različitim nadmorskim visinama prouzrokuje pregib stakla čija veličina zavisi od dimenzija stakla i ne može se izbjeći.
3. Kondenzacija na vanjskim površinama IZO stakla nastaje zbog atmosferske vlage i visoke vlage u unutrašnjim prostorima (kuhinje, kupatila). Ova pojava se ne može izbjeći i ne smatra se nedostatkom IZO stakla.
4. Kondenzacija u međuprostoru IZO stakla nije dopuštena i pokazuje da je loše zaptivanje.

➤ **Prodor vlage u IZO staklo**

1. Koeficijent prodora vlage mjeren na 5 uzoraka je optimalan ako ne prelazi 0,20.
2. Najslabija jedinica od testiranih može imati koeficijent prodora vlage najviše 0,25 (najlošija jedinica)
3. Umjesto mjerenja u laboratoriji prihvatljive vrijednosti za sposobnost upijanja vlage pojedinih vrsta molekulara mogu se izraziti na slijedeći način:

Zeolit 3A	0,20 (20%)
Zeolit 4A	0,20 (20%)
Zeolit 10A	0,20 (20%)
Silica - gel mikro granule	0,25 (25%)
Silica - gel makro granule	0,12 (12%)

Kristal koristi Grace molekular.

4. Kvaliteta zaptivanja se mjeri opadanjem koncentracije punjenja plina u periodu od 10 godina. Nominalna vrijednost punjenja argona je 90%, dopušteno odstupanje je +10% -5%. Dopušteni gubitak u periodu od < 1.0 % godišnje. Ovaj gubitak neće značajno utjecati na faktor toplinske provodnosti.

➤ **Kvaliteta zaptivanja**

1. Testiranje se vrši provjerom slijedećih parametara: odnos miješanja, test tvrdoće, test kidanja, baterflaj test kao što je opisano u uputi UP75-8, a suglasno je sa EN 1279 dio 4.

Pregled i vrste dopuštenih grešaka i odstupanja je dat u slijedećoj tabeli

Vrsta greške	Kritična	Prihvatljiva	Zanemariva
Debljina vanjskog brtvenog sloja (silikona)	< 3 mm		
Butil prelazi preko vanjskog brtvenog sloja	Nije prihvatljivo		
Širina zazora između butila i vanjskog brtvenog sloja. Dužina zazora	>1.5 mm > 50 mm/m ili > 200 mm/jedinici	< 1,5 mm < 50 mm/m ili < 200 mm/ jedinici	
Butil unutar jedinice (proizvoda)		> 2 mm	< 2 mm
Prekid butila, ukupno mm/jedinici (proizvodu)	> 10 mm	5-10 mm	< 5 mm
Širina butila		< 3 mm	> 5 mm
Profil je vidljiv na rubovima	Nije prihvatljivo		
Profil je savijen		> 2 mm	
Profil se pomjerio kod 3-sloj.		> 2 mm	1-2 mm
Profili u boji			
Iskrzani rubovi	Nije prihvatljivo		
Unutarnje nečistoće	Nije prihvatljivo		
Odstupanje paralelnosti ploha stakla			

Vrijednosti predstavljene podebljanim slovima su maksimalne dozvoljene vrijednosti.

3.1. Zahtjevi kod izvedbe IZO stakla

3.1.1. Trajnost slojevitog IZO stakla

Trajnost slojevitog IZO stakla je osigurana zadovoljavanjem slijedećih 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 (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 je jedna po sredini), obzirom na toplinsko opterećenje preporučuje se provođenje postupka kaljenja. Konačna odluka je na naručitelju.

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

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

3.1.2. 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 350 mm ukoliko se radi na strojevima (kod manualnog sastavljanja moguće je izraditi i manje dimenzije). Nakon dogovaranja između proizvođača i naručitelja mogu se izraditi slojevita stakla drugog oblika osim pravokutnog. Potrebno je svaki put kod naručivanja navesti sve dimenzije.

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 šablona, tolerancije u odnosu na dimenzije primijenjenog stakla moraju predviđati naknadno odstupanje ± 2 mm.

Šablone se čuvaju 30 dana od datuma proizvodnje stakla. Reklamacije stakala rađenih prema šablonama po pitanju dimenzija uvažavat će se u roku 48 sati, kako je već navedeno u Općim uvjetima poslovanja.

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. Slojevito IZO staklo može biti izrađeno od monolitnih i lijepljenih ploha različitih debljina 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 pod stavkom II (prema EN 1279-1).

3.1.3. Ukrasni elementi

U šupljini između stakala se mogu fiksno postaviti:

- ukrasni elementi (tzv. ukrasni profili).

Za osiguranje razmaka između ukrasnog profila i stakala (≥ 2 mm po strani) primjenjuju se prozirne distantne pregradice.

Uslijed negativnog djelovanja okoline povremeno se mogu pojaviti vibracije kod ukrasnih profila. Ograničenju vibracija i stvaranju toplinskog mosta služe upravo ove pregradice, nalijepljene 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.

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.

3.2. Vizualne značajke izo stakla

3.2.1. Vlastita boja stakla

Svi materijali koji se koriste za izradu staklenog proizvoda, ovisno o upotrijebljenim sirovinama, imaju određenu vlastitu boju. Intenzitet boje raste s debljinom stakla. I stakla s dodatnim slojevima (nanosima) imaju vlastitu boju. Vlastita boja stakla pri gledanju na staklo, odnosno kroz njega, može biti različito raspoznatljiva. Promjene nijanse boje moguće su zbog sadržaja željeznog oksida u staklu, tehnologije nanošenja slojeva, kao i zbog promjene debljine stakla ili različitih struktura stakala u proizvodu.

3.2.2. Razlike u bojama pri nanošenju premaza na staklo

Objektivno se razlike u boji premaza na staklo mogu ocijeniti samo pomoću mjerenja, odnosno ocjenjivanjem tih razlika prema prethodno točno dogovorenim kriterijima (vrsta stakla, boja, izvor svjetlosti). Takvo provjeravanje ne može biti predmet ovih Smjernica.

3.2.3. Izolacijska stakla s ugrađenim ukrasnim profilima

Zbog vremenskih utjecaja (npr. fenomena dvostrukog stakla), kao i zbog stresanja ili ručno izazvanog njihanja, u staklu s ukrasnim profilima može doći do trešnje ili zvonjenja.

Vidljivi ostaci strugotina ili djelomično oljuštena boja na mjestu rezanja proizvodno su uvjetovani.

Pri dijeljenju polja vertikalnim i (ili) horizontalnim profilima moguće je da spojevi između njih nisu pod pravim kutom. Odstupanja se ocjenjuju u skladu s tolerancijama ugradnje, odnosno na osnovi općeg dojma.

Odstupanje uvjetovano temperaturnim rastezanjem ne može se izbjeći.

3.2.4. Ocjenjivanje vidljivog dijela rubne zone pri izolacijskom staklu

Na vidljivom dijelu rubnog brtvljenja, dakle izvan svijetle površine stakla, na staklu ili na distanceru mogu biti vidljiva proizvodno uvjetovana obilježja.

Kada zbog konstrukcijskih zahtjeva jedan ili više rubova izolacijskog stakla nije skriven u ležištu okvira, na rubnom brtvljenju mogu biti vidljiva proizvodno uvjetovana obilježja.

3.2.5. Oštećenje vanjskih površina

Pri mehaničkim ili kemijskim oštećenjima vanjskih površina stakla, koja su utvrđena nakon ugradnje, moramo potražiti uzroke za njihov nastanak. Takva odstupanja u kvaliteti možemo ocijeniti i prema *Tablici 3.1.*

Općenito u tim slučajevima između ostalog vrijede slijedeći standardi i smjernice:

- Tehničke smjernice za staklarstvo
- VOB DIN 18 361 Izvođenje ostakljenja
- Europski standardi za ocjenjivane proizvoda
- Upute za čišćenje stakla, koje je izdalo njemačko savezno udruženje za staklarstvo i tehnički podaci te važeće upute proizvođača za ispravnu ugradnju.

3.2.6. Fizikalna obilježja

-Referentni dokument: *DIN EN 1279-1: 2018 Glass in building – Insulating glass units – Other visual aspects of insulating glass units, Annex G i Direktiva za procjenu vizualne kvalitete emajliranim i zaslon tiskani staklima-Izdavač: Bundesverband Flachglas Grosshandel, Isolierglasherstellung, Veredlung e.V.; Fachverband Konstruktiver Glasbau e.V., ožujak, 2002.*

Pojedina fizička svojstva stakla mogu biti vidljiva na površini stakla i ne bi trebala biti uzeta u obzir kada se proučava vizualna kvaliteta stakla. Ova svojstva se ne smatraju defektima i ne podliježu reklamaciji.

Mnoge fizikalne pojave se ne mogu izbjeći, a rezultati njihovih utjecaja vidljivi su na površini stakla:

- Pojava interferencije
- Učinak dvostrukog stakla
- Pojava anizotropije
- Kondenzacija vodene pare na vanjskim površinama
- Vlažnost staklenih površina

3.2.6.1. Objašnjenje pojmova fizikalnih obilježja

1.) Inherentnost/svojstva boje

Varijacije u izgledu boje su moguće zbog sadržaja željeznog oksida u staklu, procesa nanošenja premaza, samog premaza, varijacije u debljini stakla i konstrukciji promatrane jedinice. Ove varijacije nije moguće izbjeći.

2.) Promjene u boji IZO stakla

Kod fasadnih stakla i fasada koje u sastavu IZO jedinice imaju stakla s premazom mogu se pojaviti različiti tonovi iste boje, ovaj efekt može biti izražen kada se promatra iz ugla. Mogući uzroci razlika u boji uključuju neznatne varijacije u boji podloge na koju se nanosi premaz i neznatne varijacije u debljinama samog premaza.

3.) Pojava interferencije

U izo staklu napravljenom od float stakla, efekt interferencije može uzrokovati pojavu spektralnih boja. Optička interferencija je rezultat superpozicije dva ili više svjetlosnih valova u jednoj točki.

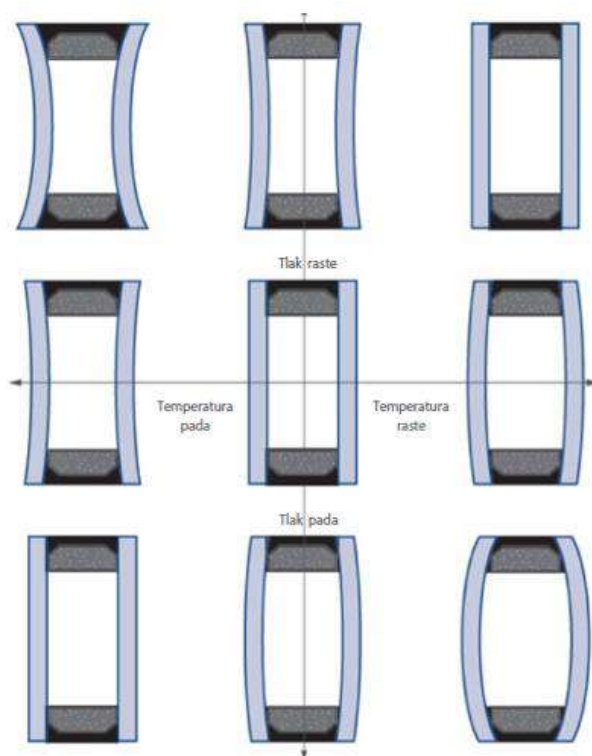
Ovaj efekt je vidljiv kao varijacija u intenzitetu boje u različitim zonama, što se može promijeniti kada pritisak djeluje na staklo. Ovaj efekt je pojačan s paralelnošću površina stakla. Efekt interferencije se pojavljuje nasumično i ne može se izbjeći.

4.) Specifični efekt zbog barometrijskih uvjeta

IZO staklo uključuje određen volumen zraka ili drugog plina, hermetički zaptiven rubim brtvilom. Stanje plina je u biti određeno visinom, barometrijskim pritiskom i temperaturom zraka, vremenu i mjestu proizvodnje. Ukoliko je IZO staklo instalirano na drugoj visini, ili kada je temperatura ili barometrijski pritisak promijenjen (viši ili niži pritisak), stakleni paneli će se deformirati konkavno ili konveksno, što će rezultirati optičkom distorzijom.

Posebno intenzivno je iskrivljenje odbojne slike kada je pozadina stakla tamna i u slučaju stakala s metalnim nanosima. Pojava je fizikalno uvjetovana.

U nastavku je prikaz deformacije stakla prouzrokovan promjenama temperature i atmosferskog pritiska:



5.) Višestruka refleksija

Višestruka refleksija se može dogoditi u različitim intenzitetima na površinama staklenih jedinica. Ove refleksije se mogu pojaviti naročito ako je pozadina na koju se gleda kroz staklo tamna. Ovaj efekt je fizičko svojstvo svih IZO stakala.

6.) Anizotropija (prelijevanje u dužnim bojama)

Kod IZO stakala koji sadrže toplinski ojačane (kaljeno) staklene komponente može se pojaviti vizualni fenomen poznat kao anizotropija, pogledati EN 12150-1 i EN 1863-1.

Iz standarda EN 12150-1 i EN 1863-1:

Procesom kaljenja se proizvode područja različitog naprezanja kroz presjek stakla. Ova područja stresa/naprezanja proizvode 'dvolomni učinak' (bi-refringent effect) na staklu, što je vidljivo na polariziranoj svjetlosti.

Kada se toplinski ojačano (kaljeno) kalij-natrij-silikatno staklo promatra na polariziranoj svjetlosti, područja naprezanja se pojavljuju kao 'obojene zone', poznatije kao 'leopardov uzorak'.

Polarizirano svjetlo se javlja pri normalnoj dnevnoj svjetlosti. Količina polariziranog svjetla ovisi od vremena i kuta sunčevih zraka. Ovaj efekt je vidljiviji pod određenim kutom gledanja ili kroz polarizirane naočale.

Anizotropija nije defekt, nego vizualni efekt i ne podliježe reklamaciji.

7.) Kondenzacija na vanjskoj površini IZO stakla

Kondenzacija na vanjskoj površini stakla se može pojaviti kada je staklena površina hladnija od susjednog zraka (na primjer rosa na automobilskim staklima). Stupanj kondenzacije na vanjskoj površini staklenog panela je definiran U vrijednošću stakla (toplinska provodljivost), vlažnošću zraka, kretanju zraka i vanjskom i unutarnjom temperaturom.

Kada je ambijentna relativna vlažnost visoka i kada površinska temperatura panela padne ispod ambijentne temperature, pojavljuje se kondenzacija na staklenoj površini.

Kondenzaciju pare na površini stakla, koja je okrenuta prema prostoru, može izazvati ograničavanje cirkulacije zraka. Zastoj može nastati zbog duboke prozorske police, zavjesa ili cvjetnih posuda, nepovoljnog namještaja grijaćih tijela ili zbog nedovoljne ventilacije.

Na površini stakla visoke toplinske izolacije, koja je orijentirana prema okolini, može doći do kondenzacije vodene pare zbog visoke relativne vlažnosti u vanjskom zraku ili zato jer je temperatura okolnog zraka viša od temperature na vanjskoj površini stakla.

8.) Vlaženje staklene površine

Izgled staklenih površina može biti nešto drugačiji zbog otisaka rolera, otisaka prstiju, naljepnica, vakuumskih držača, ostaci brtvila, silikonske smjese, sredstva za izgladivanje, lubrikanti, utjecaji iz okruženja itd. Ovo može biti vidljivo kada su staklene površine vlažne zbog kondenzacije, kiše ili vode za čišćenje. Na tako promijenjenim površinama lom svjetlosti je drugačiji i vidljivi su tragovi otisaka. Kada se staklo osuši, ti tragovi nestaju.

3.2.7. Kontrola stakla s premazom koje se sastavlja u izo jedinice

Vizualna kontrola stakla s premazom prema standardu **EN ISO 11479-1:2013 Coated Glass-Physical defects** se vrši s minimalne udaljenosti od 3 m. Promatranje refleksije se vrši na strani stakla koja će biti vanjska, dok se promatranje transmisije gleda na strani koja će biti unutarnja strana ostakljenja. Kut promatranja ne bi trebao prelaziti 30 °. Oštećenja na premazu bi trebala biti promatrana pod 'umjetnim nebom' (ISO 11479-1:2011 poglavlje 3.2.2.) ili prirodnom dnevnom svjetlosti. Kriterij prihvatljivosti je naveden u nastavku (*Tablica 3.2.7.1.*)

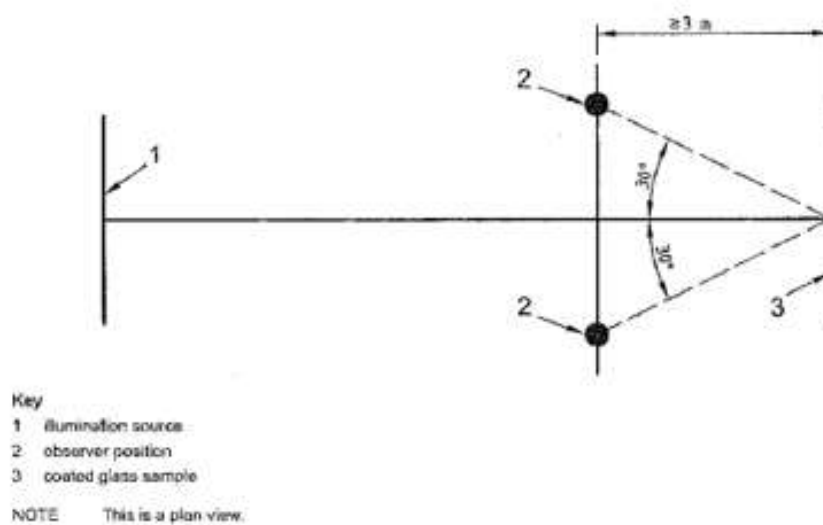
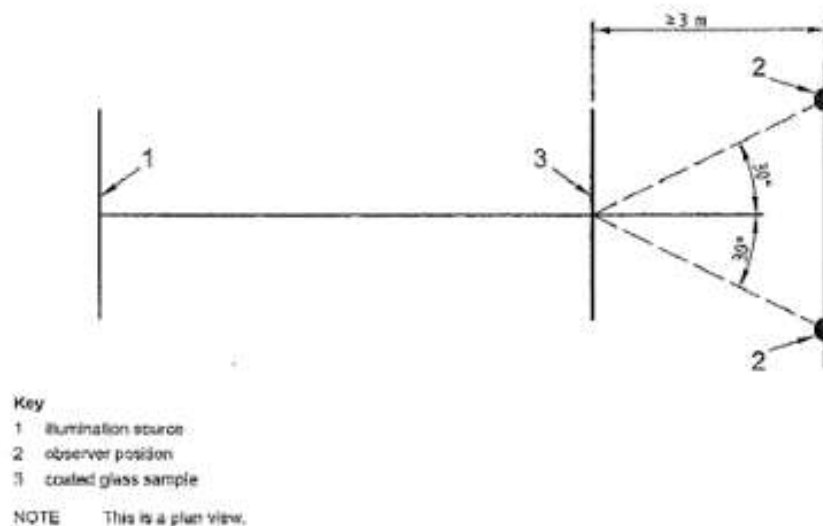
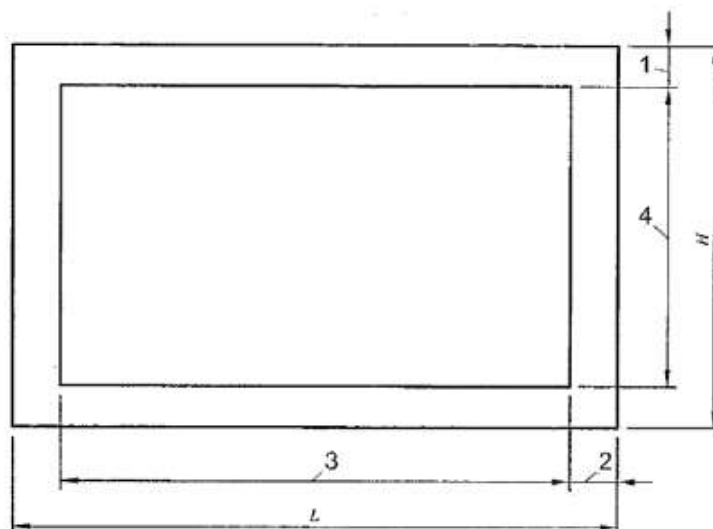


Figure 1 — Schematic for reflected light observation of coated glass





- 1 - ukupno rubno područje visine je 20 % od H dimenzije (10 % + 10 %)
- 2 – ukupno rubno područje dužine je 20 % od L dimenzije (10 % + 10 %)
- 3 – dužina centralnog područja je 80 % od L dimenzije
- 4 – visina centralnog područja je 80 % od H dimenzije

Ocjenjivanje/promatranje panela ne bi trebalo trajati više od 20 s.

Tipovi oštećenja	Prihvatljiv kriterij	
	Centralno područje	Rubno područje
Mrlje i rupice	> 3,0 mm; nije dozvoljeno. > 2,0 mm i ≤ 3,0 mm; ne više od 1/m². ≤ 2,0 mm; dozvoljeno.	> 3,0 mm; nije dozvoljeno. > 2,0 mm i ≤ 3,0 mm; ne više od 1/m² ≤ 2,0 mm; dopušteno.
Ogrebotine	> 75 mm: nije dopušteno. ≤ 75 mm: dopušteno.	> 75 mm: dopušteno sve dok nije vizualno ometajuće ≤ 75 mm: dopušteno.
Umrljan premaz	Nijedan	≤ 20 mm na najdužoj dimenziji
Pukotina	Nijedan	Nijedan
Korozija	Nijedan	Nijedan
Mrlja	Nijedan	Nijedan

Tablica 3.2.7.1., Prihvatljivi kriterij za nedostatke na staklu s premazom

Prema globalno donesenoj odluci, ukupan broj mrlja, rupica i ogrebotina bi trebao biti manji ili jednak od 5 po 300 mm² x 300 mm² kvadratne regije.

3.2.7.1. Staklo s premazom – odstupanje u boji fasadnog stakla

Prema standardu *ISO 11479-2:2011 Glass in building – Coated glass* određena je metoda promatranja stakla s premazom koje se ugrađuje u fasade i promatra izvana, odnosi se na mjerenje razlike u boji unutar istih panela i između dva susjedna panela na istoj fasadi.

Usporedba bi trebala biti uzeta za panele istog tipa, sastava, uvjeta interijera i smještena u istoj razini fasade.

Ovaj standard se ne odnosi na savijana stakla iz tehničkih razloga.

Simboli

L^* - preuzimanje svjetlosti u vrijednosti između 0 i 100

$L^* = 0$ je crna, $L^* = 100$ je bijela.

a^* - definicija boje između zelene i purpurnocrvene

Negativna a^* je zelena, pozitivna a^* je crvena.

b^* - definicija boje između plave i žute

Negativna b^* je plava, pozitivna b^* je žuta.

ΔE_{ab}^* - Euklidova udaljenost između dvije točke koje predstavljaju dvije boje u CIE $L^*a^*b^*$ spektru boja

Mjerenje se vrši kolorimetrom ili spektrofotometrom na minimalno tri točke. Mjerenje ne bi trebalo biti uzeto u blizini od 10 – 15 cm od ruba.

ΔL^*	$\leq 5,0$
Δa^*	$\leq 5,0$
Δb^*	$\leq 5,0$
ΔE_{ab}^*	$\leq 6,0$

Tablica 3.2.7.1.1., Prihvatljivi zahtjevi kod odstupanja u boji fasadnog stakla

3.2.8. Pucanje/lom 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. Posebno se to odnosi na stakla s povećanom apsorpcijom energije.

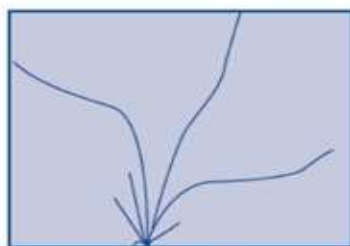
Primjeri ispucanog stakla uslijed mehaničkih i toplinskih čimbenika:



a) bacanje kamena



b) pucanj iz oružja



c) udarac na rubu stakla



d) udarac na kutu stakla



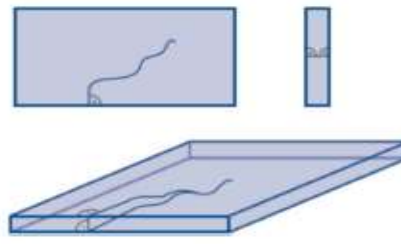
e) pritisak na rubu stakla



f) zaglavljivanje

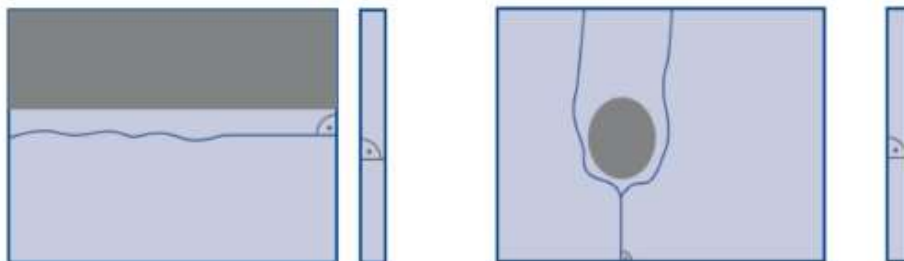


g) savojna ispucanost



h) toplinska ispucanost

–toplinska ispucanost nastala uslijed lijepljenja na staklo: ukrasa, naljepnice ili zbog djelomičnog zasjenjivanja stakla npr. rolo zavjesom, drvećem, krovom i sl.



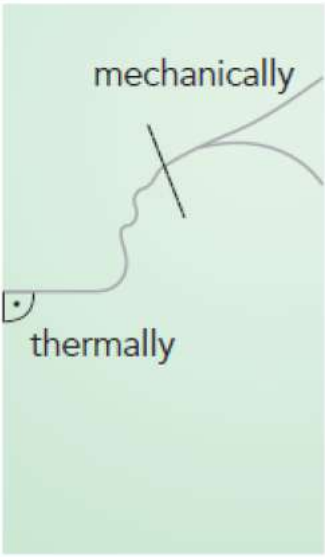
Detaljan opis tipova lomova i uzroci nastanka:

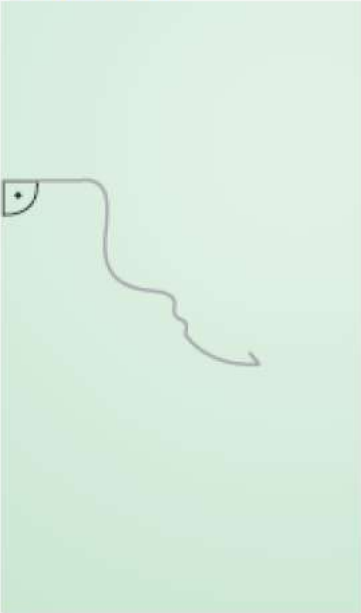
<i>Opis loma</i>	<i>Izgled loma</i>
<u>Primjer:</u> Lom stakla na rubu Mehaničko točkasto opterećenje • kratkoročno • slabo do srednjeg intenziteta Događa se s float staklom, laminiranim sigurnosnim staklom, Laminirano staklo, lijevane staklene ploče (resina) i ornament staklima <u>Razlog:</u> Malo kamenje između staklenih ploča, Udarac čekićem po rubu staklene površine, Ostali učinci sudara i udaranja <u>Karakteristike:</u> Kut loma u svim smjerovima, izvan kvadrata, Kontinuirani kut izvan kvadrata, Početak loma se vidi na rubnom području, Moguće su školjke (oblici školjki) u središtu loma	Pane view  Fracture cross section 

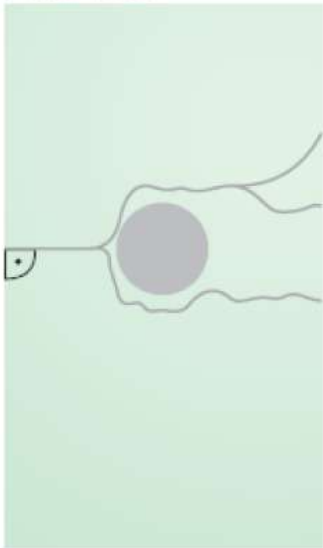
<u>Primjer:</u> Lom na rubu termički ojačanog (polukaljenog) stakla Mehaničko točkasto opterećenje • kratkoročno • slab do srednji intenzitet Događa se samo s djelomično prednapregnutim staklom (EN 1863) <u>Razlog:</u> Malo kamenje između staklenih ploča, Udarac čekićem po rubu staklene površine, Ostali učinci sudara i udaranja <u>Karakteristike:</u> Kut loma u svim smjerovima, izvan kvadrata, Kontinuirani kut izvan kvadrata, Početak loma se vidi na rubnom području, Česte su školjke (oblici školjki) u središtu loma	Pane view  Fracture cross section 
--	--

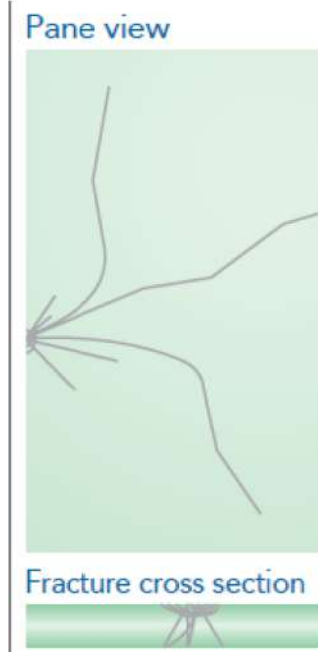
<u>Primjer:</u> Stezna pukotina Mehaničko točkasto ili linijsko opterećenje • kratkoročna dinamika • dugotrajna statika Događa se s float staklom, laminiranim sigurnosnim staklom, Laminirano staklo, od lijevanih smola i ukrasnog stakla <u>Razlog:</u> Premali ili pogrešni blokovi i vrlo teška stakla, Pogrešno rukovanje polugom bloka, Promjena dužine stakla/promjena okvira se ne uzima u obzir <u>Karakteristike:</u> Kut loma u svim smjerovima, izvan kvadrata, Kontinuirani kut izvan kvadrata, Početak loma se vidi na rubnom području, Moguće su školjke (oblici školjki) u središtu loma.	Pane view  Fracture cross section 
---	--

<u>Primjer:</u> Lom torzije Mehaničko linijsko opterećenje • kratkoročno • dinamički Nalazi se na float staklu, laminiranom sigurnosnom staklu, Laminiranom staklu, lijevane staklene ploče (resina) i ornament stakla <u>Razlog:</u> Debljina stakla nije dovoljna, posebno kada se montira na dvije strane, Uvijeni okviri za zatvaranje, Kretanja u strukturi s prijenosom opterećenja u okno <u>Karakteristike:</u> Kut loma u svim smjerovima, izvan kvadrata, Kontinuirani kut izvan kvadrata, Općenito nije lociran početak loma	Pane view  Fracture cross section 
<u>Primjer:</u> Lom uslijed površinskog pritiska Mehaničko raspodijeljeno opterećenje • dugotrajno • dinamički / statički Nalazi se na float staklu, laminiranom sigurnosnom staklu, Laminiranom staklu, lijevane staklene ploče (resina) i ornament stakla <u>Razlog:</u> Previsok teret izolacijskog stakla zbog temperature, tlak zraka i / ili visinske razlike između proizvodnje i mjesta instalacije, Podvodni akvarij poduprt na četiri strane <u>Karakteristike:</u> Kut loma u svim smjerovima, izvan kvadrata, Nema vidljivog središta loma, Kontinuirani pravokutni kut, Nema oljuštenja (oblika školjki) na rubovima stakla	Pane view  Fracture cross section 

<u>Primjer:</u> Hibridna pukotina Toplinsko / mehanička opterećenja • preklapanje Nalazi se na float staklu, laminiranom sigurnosnom staklu, Laminiranom staklu, lijevane staklene ploče (resina) i ornament staklo <u>Razlog:</u> Nekoliko utjecaja na područje opterećenja (udari vjetra) na premaloj i već termički nabijenoj ploči <u>Karakteristike:</u> Okvir okna pravokutan, Kontinuirani kut izvan kvadrata, Bez rubnih oljuštenja, Nema vidljivog središta loma	Pane view  Fracture cross section 
--	--

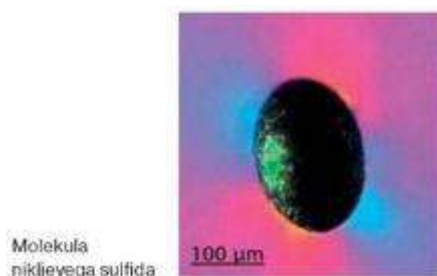
<u>Primjer:</u> Termička normalna pukotina Toplinsko linijsko opterećenje • slab do srednji intenzitet Nalazi se na float staklu, laminiranom sigurnosnom staklu, Laminirano staklo, lijevane staklene ploče (resina) i ornament stakla Žičano staklo se može razlikovati zbog mreže <u>Razlog:</u> Djelomično pokrivanje stakla u unutrašnjosti tijekom sunčevog zračenja, Dubina ostakljenja je preniska, kako je pakiranje pohranjeno zvučno, toplinsko i solarno staklo (posebno izolacijsko staklo) bez zaštite protiv izravnog sunčevog zračenja. <u>Karakteristike:</u> Pravokutni kut loma Neprestani kut pravokutni, Rubna nakrznuća se ne mogu pronaći	Pane view  Fracture cross section 
--	--

<u>Primjer:</u> Delta lom Mehaničko opterećenje • dugotrajno • statički / dinamički • dvije nosive strane Događa se s float staklom, laminiranim sigurnosnim staklom, laminirano staklo, ornament i žičano staklo. <u>Razlog:</u> Dugotrajno i veliko opterećenje snijegom na nadglavnim ostakljenjima montirani na dvije ili tri strane <u>Karakteristike:</u> Kut loma izvan kvadrata, Kontinuirani kut izvan kvadrata, Nema nakrznuća na rubovima stakla, Središte loma na ne montiranom rubu	Pane view  Fracture cross section 
<u>Primjer:</u> Linije toplinskih pukotina Toplinsko linijsko opterećenje • slab do jak intenzitet Nalazi se na float staklu, laminiranom sigurnosnom staklu, laminiranom staklu, staklo od lijevanih smola (resina) i ornament staklo, žičano staklo se može razlikovati zbog žičane mreže <u>Razlog:</u> Djelomično pokrivanje staklenih ploča s ukrasima, tamne mrlje (naljepnice, reklame) na staklenim pločama, veliki listovi biljaka se naslanjaju direktno na staklene ploče <u>Karakteristike:</u> Pravokutni kut Neprestani kut pravokutni, Rubna nakrznuća se ne mogu naći	Pane view  Fracture cross section 

<u>Primjer:</u> Rubni lom Mehaničko točkasto opterećenje • kratkoročno • slab do jak intenzitet Nalazi se na float staklu, laminiranom sigurnosnom staklu, laminirano staklo, od lijevanih smola (resina) i ornament stakla <u>Razlog:</u> Postavljanje panela na kamene ili metalne dijelove, Rubovi pogođeni metalnim dijelom, Nepravilno rukovanje trakama za zatezanje prilikom transporta <u>Karakteristike:</u> Kutovi loma u svim smjerovima, izvan kvadrata, kontinuirani kut izvan kvadrata, rubne ljske na pukotinama različitih veličina ovisno o snazi učinka sile, Vrlo očigledan centar na rubu	 Pane view Fracture cross section
<u>Primjer:</u> Lom uslijed rubnog pritiska Mehaničko točkasto opterećenje • kratkotrajna ili dugotrajna agresivnost • slab do srednji intenzitet Javlja se na float staklu, laminiranom sigurnosnom staklu, laminiranom staklu, od lijevanih smola (resina) i ornament stakla <u>Razlog:</u> premali blokovi za visoku težinu stakla, previsok pritisak spajanja pomoću vijčanog spoja, previsok pritisak spajanja pomoću drvenih čavala bez prethodno izrađene trake <u>Karakteristike:</u> kut unosa izvan kvadrata, kontinuirani kut izvan kvadrata, ljske ruba koje nisu ili rijetko prisutne, Izvor loma na rubu se vidi	 Pane view Fracture cross section

➤ Spontani lom

Spontani lom je pojava koja se javlja kod kaljenih (prednapregnutih) stakala i uzrokovana je aktiviranjem molekule nikl-sulfid (NiS). Tijekom procesa kaljenja staklo se zagrijava do određene temperature i potom naglo hladi upuhivanjem hladnog zraka. Molekula NiS ima negativno temperaturno istezanje. Kada se molekule stakla tijekom hlađenja stisnu, molekula nikl sulfida se širi. Ako je molekula u sredini stakla (u polju nateznih napetosti), nastane lokalna napetost koja može biti veća od natezne čvrstoće stakla i slomiti staklo. Aktiviranje NiS molekule može prouzrokovati lom stakla (nakon nekoliko sati ili nekoliko godina) bez vidnih nekih vanjskih utjecaja.



Slika 3.2.8.1., Molekula NiS

Unatoč tome da je pojava iznimno rijetka, sukladno zahtjevima po EN 14179 ona se mora spriječiti, osobito pri uporabi stakla u prozračnim (hladnim) fasadama. To se postiže tako što se staklo izlaže 'vrućem opterećenju'. Pri tom testiranju, koje se naziva i Heat Soak Test (HST), staklo se u posebnoj komori zagrijava do $290\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ i na toj temperaturi drži četiri sata. Tijekom tog vremena je velika vjerojatnost da će staklo koje sadrži molekulu nikl sulfid pući. Spontani lom se ne smije zamijeniti s lomom koji nastane zbog mehaničkih utjecaja odnosno oštećivanja rubova prilikom premještanja i namještanja stakla. Kaljeno sigurnosno staklo se može slomiti, usprkos povećanoj čvrstoći, najčešće uslijed neodgovarajućeg ravnjanja s njim (npr. nepravilan prijevoz). Staklo koje je puklo uslijed aktiviranja molekule nikl sulfid može se prepoznati po izgledu loma koji podsjeća na leptira.

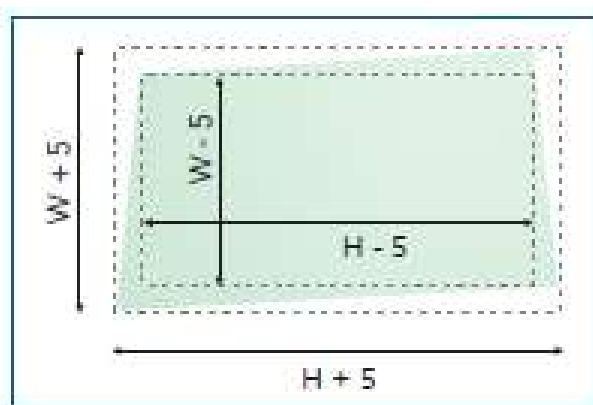


Slika 3.2.8.2., Izgled loma uslijed aktiviranja molekule NiS

4. DUŽINA, ŠIRINA I PERPENDIKULARNOST (USPRAVNOST)

Prema Guardianovom tehničkom priručniku (GlassTime TECHNICAL MANUAL) dane su sljedeće tolerancije za dužinu, širinu i bušenje rupa, te su prema standardu **EN 572-2:2012 – Basic soda lime silicate glass products – Float glass** određene tolerancije nominalne debljine i dijagonala jumbo i odrezanih ploča od float stakla.

Kod staklenih ploča nepravilnijeg oblika (npr. trapez), bazirano na nominalnim dimenzijama dužine H i širine W, stakleni panel bi se trebao uklapati u veličinu koja je uvećana prema gornjem ograničenju odstupanja i reducirana u oblik prema donjem ograničenju odstupanja. Strane ovog pravokutnika bi trebale biti paralelne i dijeliti zajedničku srednju točku (*Slika 4.1.*). Pravokutnik također opisuje granice uspravnosti. Devijacijska ograničenja nominalnih dimenzija dužine H i širine W su ± 5 mm.



Slika 4.1., Paralelnost

Tolerancije nominalne debljine jumbo ploča float stakla:

Nominalna debljina (mm)	Tolerancija (mm)
2, 3, 4, 5, 6	$\pm 0,2$
8, 10, 12	$\pm 0,3$
15	$\pm 0,5$
19, 15	$\pm 1,0$

Tablica 4.1., Tolerancije nominalne debljine float stakla

Nominalna debljina stakla, d (mm)	Ograničenja kod razlika između dijagonala			
	Jumbo veličine (mm)	Odrezane ploče (mm)		
		$(H,B) \leq 1\,500$	$1\,500 \leq (H,B) \leq 3\,000$	$(H,B) > 3\,000$
2, 3, 4, 5, 6	10	3	4	5
8, 10, 12	10	4	5	6
15, 19, 25	10	5	6	8

Tablica 4.2., Ograničenja kod razlika između dijagonala jumbo i izrezanih ploča

Točkice i mrlje

Prema standardu **EN 572:2012** postoje četiri kategorije točkastih oštećenja po dimenzijama:

Kategorija	Dimenzije točkastog oštećenja (mm)
A	$> 0,6$ i $\leq 1,5$
B	$> 1,5$ i $\leq 3,0$
C	$> 3,0$ i $\leq 9,0$
D	$> 9,0$

Tablica 4.3., Kategorije točkastih oštećenja

U nastavku su prikazane kategorije točkastih oštećenja za jumbo i odrezane ploče.

Kategorija oštećenja	Prosječno* po ploči (mm)	Maksimalno na ploči (mm)
A	Bilo koji broj	Bilo koji broj
B	3	5
C	0,6	1
D	0,05	1, ali oštećenje koje uzrokuje lom nije dozvoljeno
* Riječ 'prosječno' označava kumulativni prosjek u najmanje 20 tona stakla		

Tablica 4.4., Prihvatljivi nivoi točkastih oštećenja na jumbo pločama

Kategorija oštećenja	Prosječno* po 20 m ²	Maksimalno na ploči (mm)
A	Bilo koji broj	Bilo koji broj
B	3	2
C	0,6	1
D	0,05	1, ali oštećenje koje uzrokuje lom nije dozvoljeno
* Riječ 'prosječno' označava kumulativni prosjek u najmanje 20 tona stakla		

Tablica 4.5., Prihvatljivi nivoi točkastih oštećenja na izrezanim pločama

4.1. Tolerancije kod obrade rubova stakla (brušenje/poliranje)

Tolerancije ovise od različitog načina obrade rubova. Obrada rubova je podijeljena na grubo brušena, fino brušena i polirana stakla.

Tolerancije za glatko brušene/polirane rubove koristi se sljedeća tabela:

Edge length [mm]	t ≤ 12 mm [mm]	t = 19 mm [mm]
≤ 1000	± 1.5	± 2.0
≤ 2000	± 2.0	± 2.5
≤ 3000	+ 2.0 / - 2.5	± 3.0
≤ 4000	+ 2.0 / - 3.0	+ 3.0 / - 4.0
≤ 5000	+ 2.0 / - 4.0	+ 3.0 / - 5.0
≤ 6000	+ 2.0 / - 5.0	+ 3.0 / - 5.0

Tablica 4.1.1., Standardna pravokutna odstupanja

Sljedeća tabela prikazuje specijalne tolerancije kod pravokutnih oblika i njih je teže ostvariti. Paneli sa loše odrezanim rubovima trebaju se ponovo rezati.

Edge length [mm]	t ≤ 12 mm [mm]	t = 15 + 19 mm [mm]
≤ 1000	+ 0.5 – 1.5	+ 0.5 – 1.5
≤ 2000	+ 0.5 – 1.5	+ 0.5 – 2.0
≤ 3000	+ 0.5 – 1.5	+ 0.5 – 2.0
≤ 4000	+ 0.5 – 2.0	+ 0.5 – 2.5
≤ 5000	+ 0.5 – 2.5	+ 0.5 – 3.0
≤ 6000	+ 1.0 – 3.0	+ 1.0 – 3.5

Tablica 4.1.2., Specijalne pravokutne dimenzije

4.2. Tolerancije kod bušenja rupa

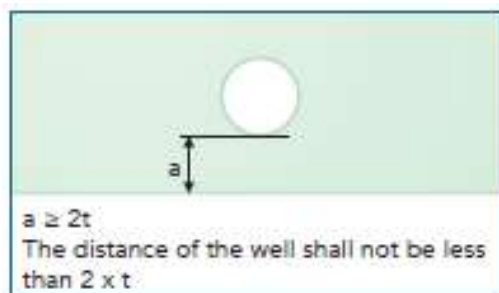
Promjer ϕ izbušene rupe ne bi trebao biti manji od debljine stakla.

Pozicija izbušene rupe (rub rupe) u odnosu na rub stakla, kut stakla i sljedeću rupu ovisi o:

- debljini stakla (t)
- promjeru izbušene rupe

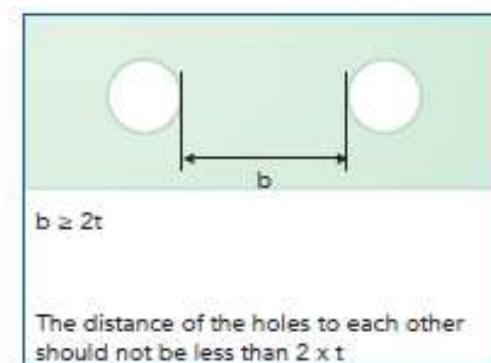
- forme staklenog panela
- broja izbušenih rupa

Udaljenost od ruba ne bi trebala biti manja od dvije debljine stakla ($2t$). (Slika 4.2.1.)



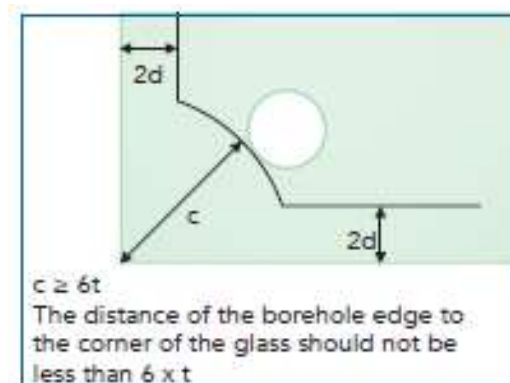
Slika 4.2.1., Pozicija rupe u odnosu na rub

Udaljenost između rupa ne bi trebala biti manja od dvije debljine stakla ($2t$). (Slika 4.2.2.)



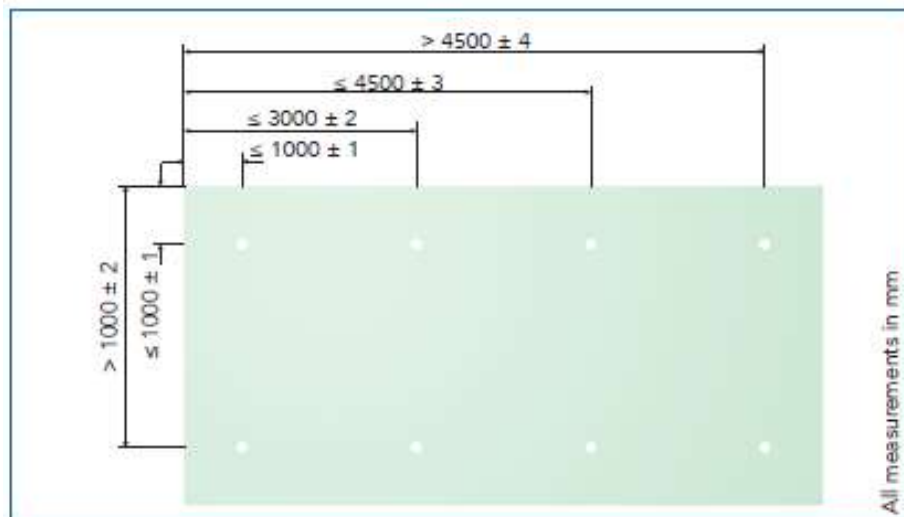
Slika 4.2.2., Pozicije susjednih rupa

Udaljenost izbušene rupe od kuta stakla ne bi trebala biti manja od šest debljina stakla ($6t$). (Slika 4.2.3.)



Slika 4.2.3., Pozicija rupe u odnosu na kut stakla

U nastavku su prikazane pozicije izbušenih rupa sa dozvoljenim odstupanjima.



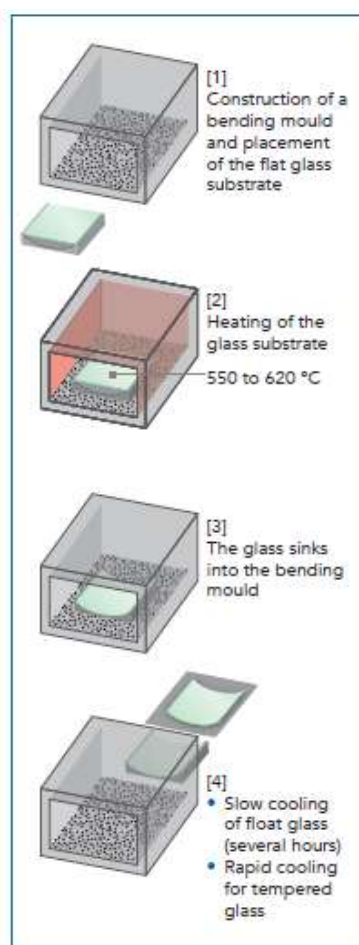
Slika 4.2.4., Pozicije izbušenih rupa

5. SAVIJANO STAKLO

Savijano staklo može potjecati od kaljenog ravnog stakla, ornament stakla ili žičanog stakla. Savijano staklo može biti proizvedeno kao kaljeno, laminirano, toplinski ojačano, s premazom ili emajlirano. Također se može koristiti i kod izrade izo jedinica.

Svi ti različiti proizvodi moraju biti u skladu s odgovarajućim ISO standardom za ravne proizvode, osim onih jedinstvenih karakteristika obuhvaćenih ovim dijelom norme **ISO 11485-1:2013, IDT; Staklo u građevinarstvu – Zakrivljeno staklo – Dio 1: Terminologija i definicije** i **ISO 11485-2 :2013, IDT; Staklo u građevinarstvu – Zakrivljeno staklo – Dio 2: Zahtjevi kvalitete** ili kad se može dokazati da se za zakrivljeno staklo iz bilo kojeg razloga može primijeniti određeni zahtjev (npr. testiranje ravnih uzoraka vs. testiranje zakrivljenih uzoraka).

Savijanje je proces tijekom kojeg se staklo zagrijava do 550 °C - 620 °C. Nakon što se dosegne temperatura omekšavanja, sporim hlađenjem se formira kalupom definiran oblik.



Slika 5.1., Tvornički koraci savijanja stakla

Savijano staklo je građevni materijal koji bi trebao osigurati funkcionalnost po pitanju zaštite od buke i solarne zaštite kao i IZO staklo.

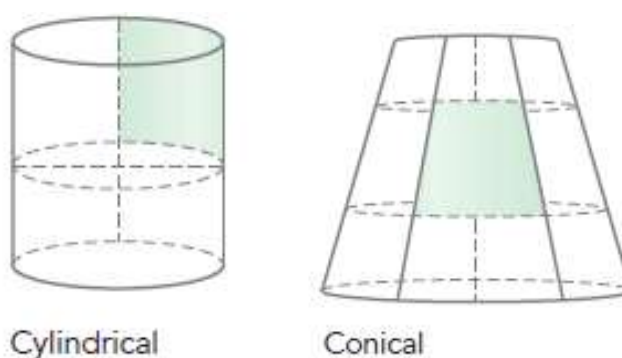
U principu, gotovo svi tipovi stakla koji se koriste u građevinarstvu mogu se savijati. Međutim, primjenjuju se mala ograničenja na ploče s kombiniranim funkcionalnim premazima. Informacije o mogućnosti savijanja specifičnih vrsta stakala daju dobavljači stakla, a iste se mogu pronaći i u njihovim tehničkim priručnicima.

Treba uzeti u obzir različite karakteristike refleksije običnog i savijano stakla. Kod stakala istog tipa, kada stoje jedan do drugog, može se pojaviti drugačiji optički izgled. Za veće projekte preporučuje se uzorak 1:1.

5.1. Tipovi savijanja

Postoji razlika između stakla koje je savijeno cilindrično i konusno.

Cilindrično staklo je savijeno duž jedne osi s jednim radijusom. Konusno se također savija duž jedne osi, ali sa promjenjivim radijusom.



Slika 5.1.1., Tipovi savijanja

Float staklo je pogodno za oba tipa savijanja. Najmanji radijus savijanja je oko 100 mm za stakla s debljinom < 10 mm i oko 300 mm za stakla >10 mm debljine. Ove karakteristike ovise od proizvođača, i trebale bi biti unaprijed definirane.

Važno je napomenuti kako je opće poznato da konveksna strana nekog savijenog oblika omogućava puno veće opterećenje (npr. uslijed vjetrova i/ili snijega) nego neki ravan oblik. Ovo svojstvo nosivosti jednako je za sve građevinske materijale.

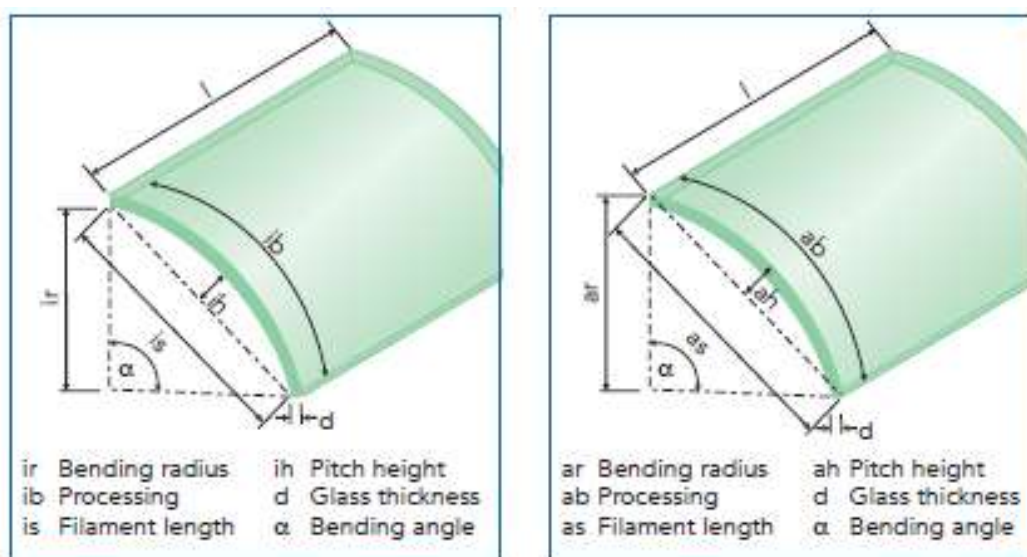
Kada je radijus savijanja manji od propisanog, uslijed rastezanja na gornjoj površini stakla i skupljanja na donjoj površini stakla, dolazi do promjene u teksturi i boji stakla što utječe na transparentnost.

Pojedinačni parametri poput radijusa savijanja, oblika savijanja, debljine stakla i premaza trebaju biti dogovoreni unaprijed. Savijana stakla su posebna vrsta proizvoda i stoga zahtijevaju vrlo pažljivu pripremu u ranim fazama planiranja.

Savijana stakla se mogu koristiti za izradu laminiranog i IZO stakla. U ova dva slučaja treba uzeti u obzir povećane tolerancije.

5.2. Određivanje oblika

Da bi se definirao oblik savijenog stakla potrebni su točni opisi dimenzija. Debljina stakla, visina ploče i širina, barem dvije od pet dimenzija trebaju biti određene prema pripadajućem crtežu za vanjsku i unutarnju izvedbu. Svi podaci se odnose na istu površinu (konkavna = unutra, konveksna = vani), s izuzetkom kuta otvaranja.



a)

b)

Slika 5.2.1., **a) Unutarnje dimenzije** (i_r -radijus savijanja, i_b -obrada, i_s -duljina tetive, i_h -visina najviše točke, d -debljina stakla, α - kut savijanja); **b) Vanjske dimenzije** (a_r - radijus savijanja, a_b - obrada, a_s - duljina tetive, a_h - visina najviše točke, d -debljina stakla, α -kut savijanja)

Tolerancije točnosti oblika, obujma i dužine

	Tolerancije	
	Debljina < 10 mm	Debljina ≥ 10 mm
ΔP_c^a	$\frac{2}{3} T$	$\frac{1}{2} T$
ΔG	$\pm 2 \text{ mm/m}$	$\pm 3 \text{ mm/m}$
ΔL	$\pm 2 \text{ mm/m}$	$\pm 3 \text{ mm/m}$
<i>a</i> Mjereno okomito na staklo.		

Tablica 5.2.1. Tolerancije točnosti oblika, obujma i dužine

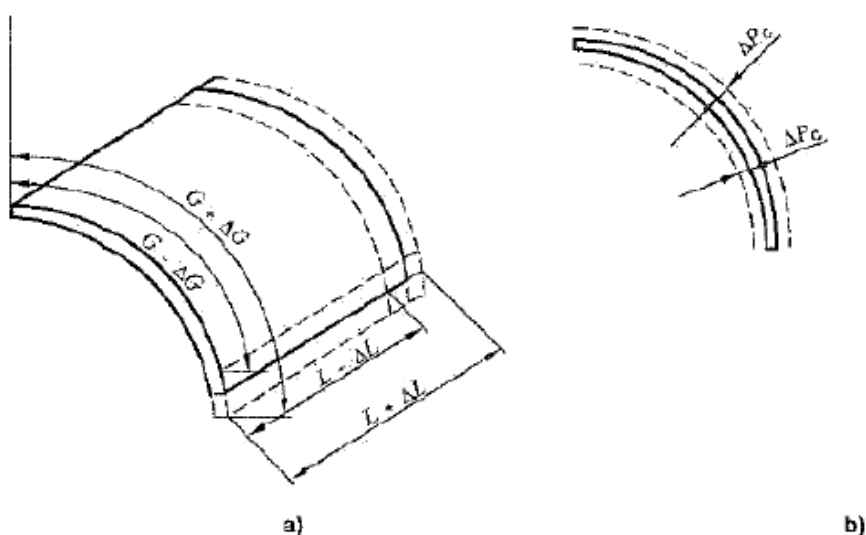
Gdje je:

ΔP_c tolerancija točnosti oblika

ΔG tolerancija obujma

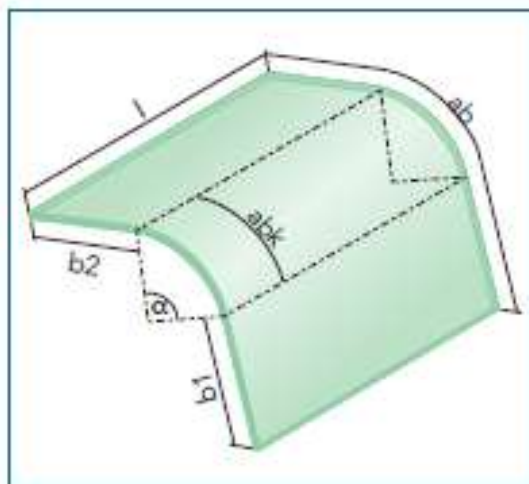
ΔL tolerancija dužine

T je nominalna debljina konačnog proizvoda kada je tip savijanog stakla, kaljeno savijano staklo, kaljeno HST ili kaljeno laminirano savijano staklo, ili debljina staklenih komponenti kada se sastavlja u izo jedinicu.



Slika 5.2.2. Tolerancije točnosti oblika, obujma i dužine

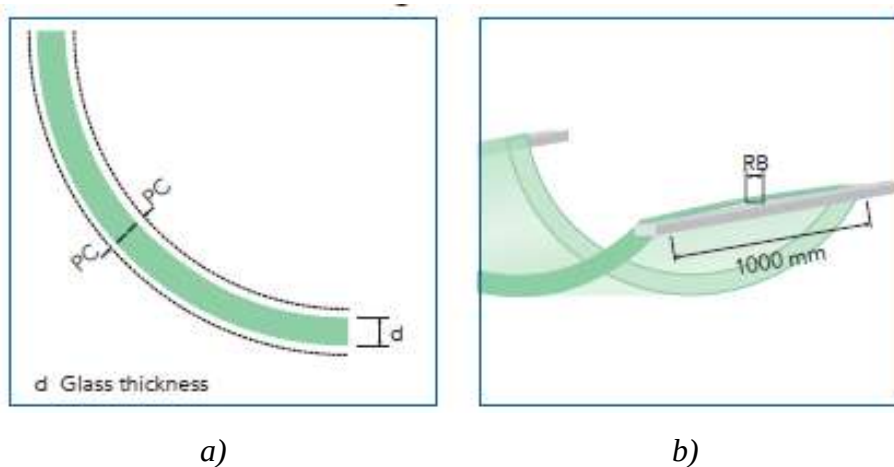
Standardno savijanje odgovara cilindričnom, prethodno opisanom. Svi ostali geometrijski oblici, kao što su sferični i konični, trebali bi biti definirani prema crtežu. Na taj način bi oblik i veličina bili najbolje definirani. Linearne elongacije cilindričnog oblika (b_1 , b_2) su prikazane odvojeno (Slika 5.2.3.).



Slika 5.2.3., Luk s ravnim nastavcima

5.3. Preciznost vanjskih linija

Preciznost vanjskih linija označava točnost savijanja. One bi trebale biti unutar granica tolerancije ± 3 mm u odnosu na zadanu konturu, tako da staklo može biti dalje obrađivano bez poteškoća.

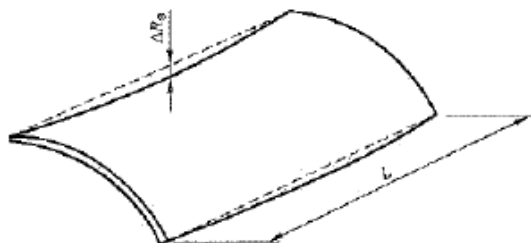


Slika 5.3.1., a) Točnost konture (PC); b) Ravnost konture (RB)

Odstupanje ravnosti ruba (ΔRB)

Prihvatljiva ograničenja odstupanja ravnosti ruba bi trebali biti:

$$\Delta RB \leq 3 \text{ mm/m, što god je veće.}$$



Slika 5.3.2., Primjer devijacije ravnosti ruba

Maksimalna devijacija luka

Maksimalna devijacija luka ne bi trebala prelaziti 4mm/m dužine (Slika 9).

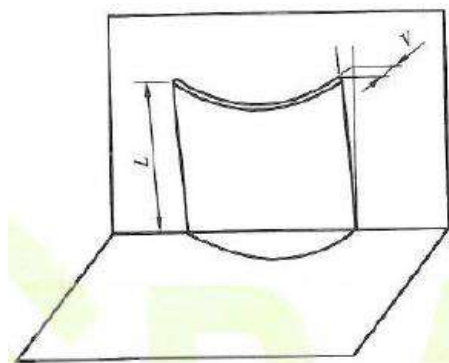
Ova maksimalna devijacija luka bi se trebala razlikovati od odstupanja ravnosti ruba.

5.4. Torzija/uvijanje

Maksimalno odstupanje uvijanja (Slika 5.4.1.) ne bi trebalo prelaziti maksimalnu toleranciju debljine od $\leq 12 \text{ mm}$. Za druge debljine potrebno je kontaktirati proizvođača.

Dužina (mm)	Odstupanje uvijanja (mm)
$L \leq 1\,200$	$V < 4$
$1\,200 < L \leq 1\,500$	$V < 5$
$1\,500 < L \leq 2\,000$	$V < 6$
$2\,000 < L \leq 2\,400$	$V < 7$
$L > 2\,400$	$V < 8$

Tablica 5.4.1. Maksimalne tolerancije odstupanja uvijanja



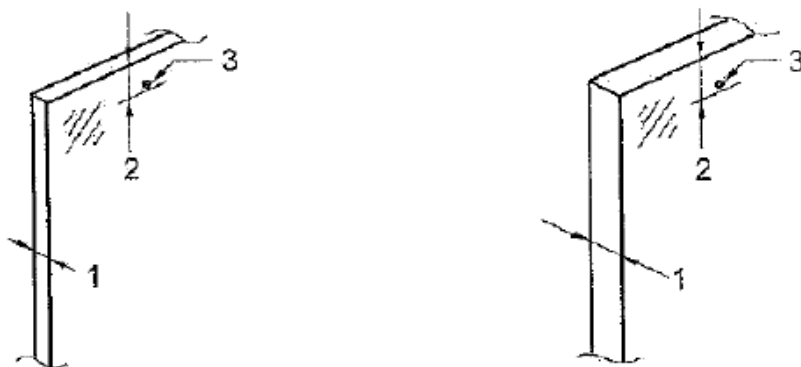
Slika 5.4.1., Odstupanje uvijanja (V)

5.5. Izgled

Izgled savijanog stakla bi trebao potvrditi kriterije koji su dati u sljedećoj tablici:

Tip defekta	Prihvatljivost
pucanje (hladna pukotina)	Nije dozvoljeno
okrznuće	Prekriveni rubovi: Bez nakrznuća po širini i dužini veća od nominalne debljine stakla. Izloženi rubovi: Bez nakrznuća koja ometaju montiranje
jezične oznake	U slučajevima gdje je nominalna debljina stakla 6 mm i manja, jezične oznake bi trebale biti u području 8 mm od ruba stakla (slika 4). U slučajevima gdje je nominalna debljina preko 6 mm, jezične oznake bi trebale biti: debljina stakla + 2,0 mm (slika 4).
rupice/točkice	Ne bi trebale prelaziti 2,0 mm promjera.
okrugle oznake	U slučajevima gdje će gotovo staklo biti instalirano u okvir koji pokriva rub(ove), okrugle oznake mogu biti pozicionirane s unutarnje strane ruba. U slučajevima gdje su rubovi stakla izloženi kod konačne instalacije , okrugla oznaka s unutarnje strane ruba je prihvatljiva u mjeri debljina stakla + 2,0 mm od ruba.

Tablica 5.5.1. Prihvatljivost izgled



Legenda:

- 1 nominalna debljina 6 mm ili manja
- 2 8 mm max.
- 3 jezična oznaka

- 1 nominalna debljina preko 6 mm
- 2 nominalna debljina + 2 mm max.
- 3 jezična oznaka

Slika 5.5.1. Jezične oznake (pečati)

5.6. Tolerancije dimenzija savijanog laminiranog stakla

5.6.1. Debljina

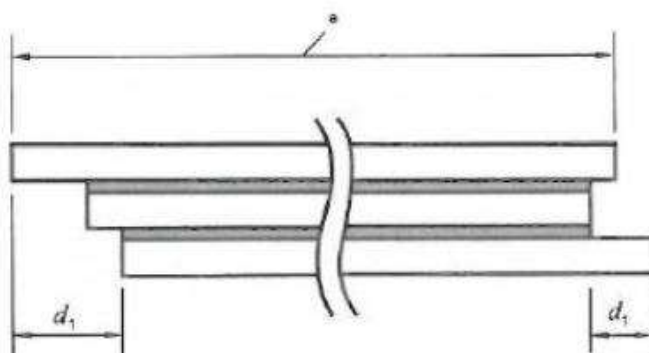
Ukupna debljina laminiranog stakla bi trebala biti jednaka sumi nominalnih debljina komponenti.

Tolerancije ukupnih debljina bi trebale biti jednake sumi tolerancija na komponentama koje su date u relevantnom standardu.

Dimenzije i tolerancije međuslojeva i filmova bi trebale biti neznatne kada se usporede sa tolerancijama za svaki stakleni panel.

Prihvatljiva tolerancija debljine međusloja kod resina/smola bi trebala biti 0,2 mm po mm debljini međusloja (nije uključena tolerancija debljine zasebnog staklenog panela).

5.6.2. Smicanje



$a = L$ ili G – obujam savijanog izo stakla

d_1 = pomak/smicanje

Slika 5.6.2.1. Pomaci savijanog laminiranog stakla

L ili G	Maksimalni pomaci
L ili $G \leq 1\,000\text{ mm}$	$d_1 \leq 2\text{ mm}$
L ili $G > 1\,000\text{ mm}$	$d_1 \leq 2\text{ mm/m}$

Tablica 5.6.2.1. Maksimalni pomak savijanog laminiranog stakla

5.7. Tolerancije dimenzija savijenog izo stakla

5.7.1. Debljina

Tolerancije ukupne debljine bi trebale biti jednake sumi tolerancija komponenti povećane za 3 mm.

5.7.2. Tolerancije na točnost oblika i smicanje

Tolerancija na točnost oblika (Slika 5.7.2.1.) bi trebala biti dana prema:

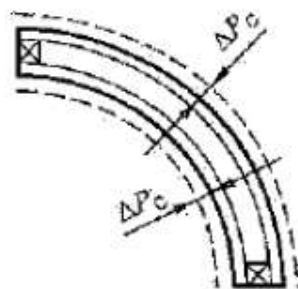
$$\Delta PC = \Delta PC_1 + \Delta PC_2 + 2 \text{ mm}$$

Gdje je:

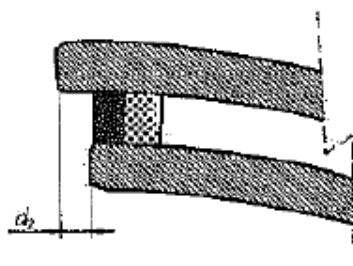
ΔPC_1 je tolerancija na zakrivljenost prve komponente zakrivljenog izolacijskog stakla

ΔPC_2 je tolerancija na zakrivljenost druge komponente zakrivljenog izolacijskog stakla sa ΔPC_1 i ΔPC_2 prema ograničenjima navedenim u Tablici 5.2.1.

NAPOMENA: Debljina odstupanja savijenog izo stakla je često posljedica tolerancija na točnost oblika.



Slika 5.7.2.1. Točnost oblika



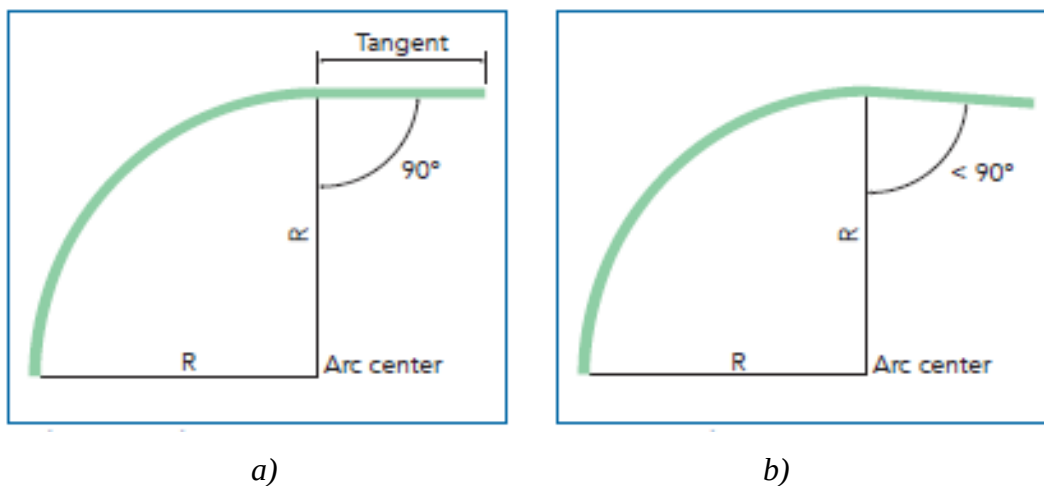
Slika 5.7.2.2. Pomak/smicanje kod savijenog izo stakla

L ili G	Maksimalno smicanje
L ili $G \leq 1\,000 \text{ mm}$	$d_2 \leq 3 \text{ mm}$
L ili $G > 1\,000 \text{ mm}$	$d_2 \leq 3 \text{ mm/m}$

Tablica 5.7.2.1. Maksimalni pomak kod savijanog izo stakla

5.8. Tangencijalni spojevi

Tangenta je ravna crta koja ima svoj početak u određenoj točki krivulje. Na taj način linija je okomita u usporedbi s savijenim polumjerom krivulje. Bez ove tangencijalne tranzicije na tom mjestu bi bio oštar prijelaz, zbog čega su tu tolerancije veće nego s tangencijalnim prijelazima.



Slika 5.8.1., a) S tangencijalnom tranzicijom, b) Bez tangencijalne tranzicije

5.9. Testne metode

5.9.1. Mjerenje točnosti oblika, obujma i dužine

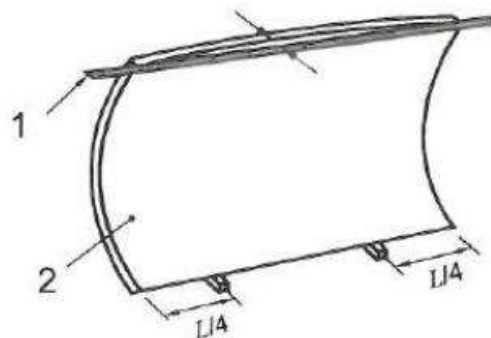
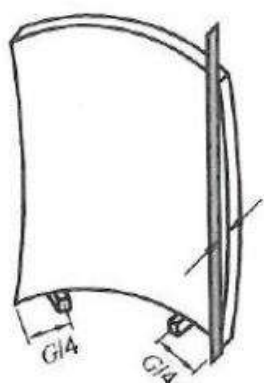
Mjerenje točnosti oblika okomito na staklo korištenjem mjerila ili 1:1 skale.

Mjerenje obujma dimenzija konveksne površine koristeći fleksibilnu metalnu traku od 1 mm u intervalnom mjerilu.

Mjerenje dužina pojedinih strana koristeći metalnu traku ili lenjir od 1 mm skalnog intervala.

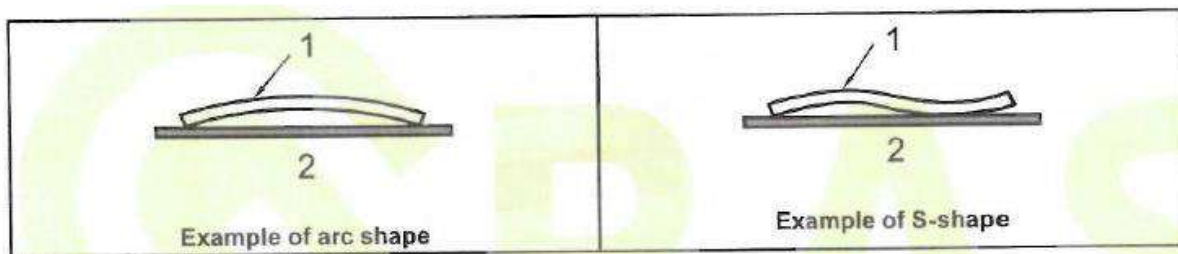
5.9.2. Odstupanje ravnosti ruba

Odstupanje ravnosti ruba trebalo bi biti mjereno sa staklom u vertikalnom položaju (*Slika 5.9.2.1.*). Postaviti lenjir, sa 0,1 mm intervalom, vodoravno dužinom stakla kako bi se izmjerila praznina između stakla i lenjira.



Legenda:

- 1 može se koristiti lenjir ili komad tanke i jake žice
- 2 konkavna ili konveksna površina stakla



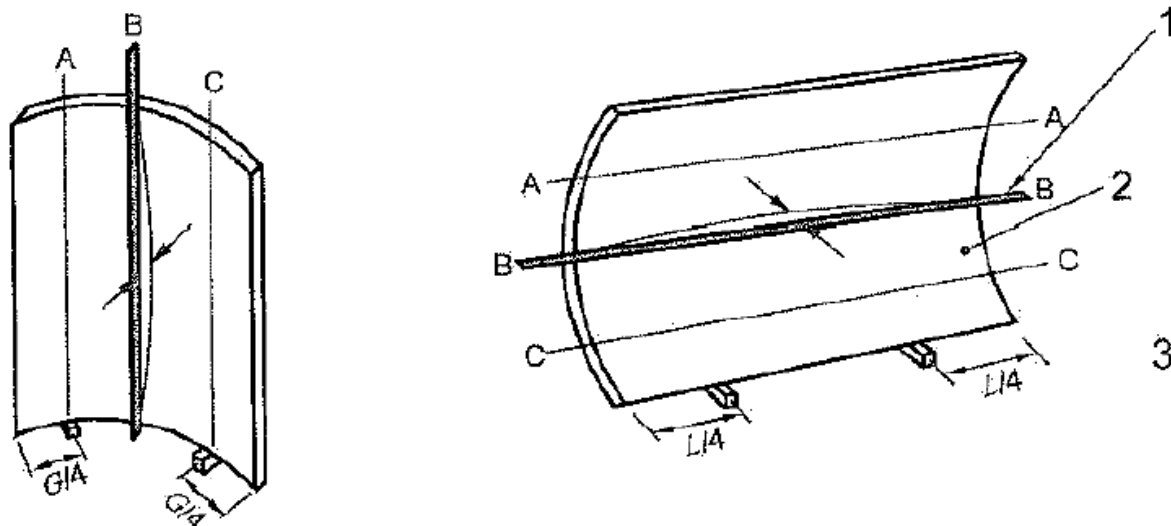
Legenda:

- 1 rub stakla
- 2 ravnalo

Slika 5.9.2.1. Mjerenje odstupanja od ruba

5.9.3. Mjerenje odstupanja krivulje

Pozicionirati ravnalo duž vertikalnog ruba (okomito na os) na konkavnoj površini stakla, tada izmjeriti udaljenost između stakla i ravnala kako je pokazano na *Slici 5.9.3.1.*



Legenda:

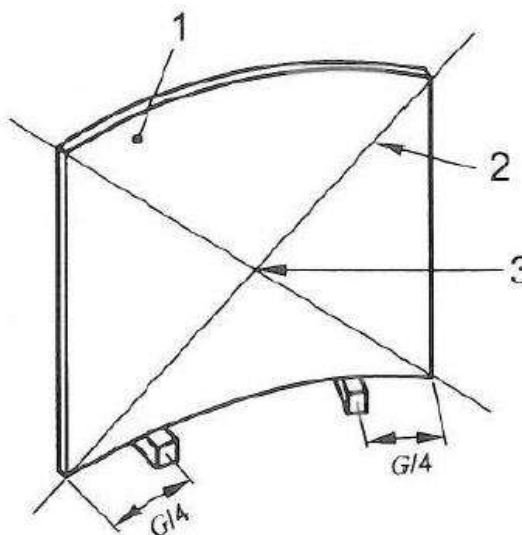
- 1 može se koristiti ravnalo ili komad jake i tanke žice. Mjerne točke: A-A, B-B, C-C
- 2 konkavna ili konveksna površina stakla
- 3 pozicioniranje stakla mora biti kako je prikazano na slici

Slika 5.9.3.1. Mjerenje odstupanja krivulje

5.9.4. Maksimalno odstupanje uvijanja

Mjeriti maksimalno odstupanje uvijanja kako je prikazano na *Slici 5.9.4.1.*, koristiti sljedeću metodu ili neku drugu tehniku koja može osigurati točnost mjerenja.

- a) Pozicionirati savijeno staklo vertikalno na podloške (drvene blokove)
- b) Pozicionirati dvije tanke i jake žice dijagonalno iz četiri kuta na konkavnoj strani, što je teoretski na istoj razini
- c) Povuci žice prema kutu tako da se one izravnavaju i dodiruju na točki križanja
- d) Ako je vanjska žica na točki križanja dio stakla na kutu, izmjeriti udaljenost, i to je $\Delta V1$ (mm). Ako je promjer žice s (mm), maksimalno odstupanje uvijanja je V (mm) = $\Delta V1 - 2s$.
- e) Ako je unutarnja žica dio stakla, udaljenost je $\Delta V2$ (mm). Ponovo, ako je promjer žice s (mm), maksimalno odstupanje uvijanja je V (mm) = $\Delta V2 + 2s$.
- f) Na bilo koji način, Vs su isti, što je maksimum odstupanja uvijanja.



Legenda

- 1 konkavna površina
- 2 tanka, jaka žica
- 3 točka križanja

Slika 5.9.4.1. Mjerenje maksimalnog odstupanja uvijanja

5.9.5. Testne metode za izgled savijenog stakla

Vizualno pregledati staklo na udaljenosti od 3 m, u vertikalnoj poziciji, koristeći dnevno svjetlo bez izravne sunčeve svjetlosti, ili koristeći svjetlo u pozadini. Za mjerenje dužine ili promjera vizualnih nedostataka koristiti metalno ravvalo sa intervalom od 0,5 mm.

6. TOLERANCIJE ZA KONTROLU KALJENOG I EMAJLIRANOG STAKLA

6.1. Referentni dokumenti

- *Smjernice proizvođača boje za emajliranje stakla (Float Glass, Technical Information, System 140)*
- *Smjernica Direktiva za procjenu vizualne kvalitete emajliranim i zaslon tiskanog stakla- Izdavač: Bundesverband Flachglas Grosshandel, Isolierglasherstellung, Veredlung e.V.; Fachverband Konstruktiver Glasbau e.V., ožujak, 2002. Prijevod: Federalno udruženje veletrgovaca ravnog stakla, proizvođača izo stakla, obrađivača stakla (upisano udruženje); Udruga stručnjaka konstruktivne gradnje od stakla (upisano udruženje ožujak 2002)*
- *EN 12150-1:2016 Staklo u graditeljstvu- termički kaljeno natrij-kalcijevo silikatno staklo - 1. dio: Definicije i opis*
- *EN 14179-1:2017 Tehnički obrađeno kaljeno staklo Dio 1: Definicije i opis*
- *EN 14179-1:2017 Tehnički obrađeno kaljeno staklo Dio 2: Ocjena usklađenosti*
- *EN 16477-1:2018 Obojena stakla za unutrašnju upotrebu – Dio 1: Zahtjevi*

6.2. Metode kontrole kaljenog stakla

6.2.1. Tolerancije i kriteriji za kaljeno staklo

U nastavku su sve tolerancije i kriteriji koji se odnose na kaljeno staklo.

Nominalna debljina	Tolerancije za debljinu za različite vrste stakla			
	Float	Ornament stakla	Drawn sheet	New antique drawn sheet
2	$\pm 0,2$	Nije proizvedeno	$\pm 0,2$	Nije proizvedeno
3	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,2$	Nije proizvedeno
4	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$
5	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,3$	Nije proizvedeno
6	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$
8	$\pm 0,3$	$\pm 0,8$	$\pm 0,4$	Nije proizvedeno
10	$\pm 0,3$	$\pm 1,0$	$\pm 0,5$	Nije proizvedeno
12	$\pm 0,3$	$\pm 1,5$	$\pm 0,6$	Nije proizvedeno
14	Nije proizvedeno	$\pm 1,5$	Nije proizvedeno	Nije proizvedeno
15	$\pm 0,5$	$\pm 1,5$	Nije proizvedeno	Nije proizvedeno
19	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$	Nije proizvedeno	Nije proizvedeno
25	$\pm 1,0$	Nije proizvedeno	Nije proizvedeno	Nije proizvedeno

Tablica 6.2.1.1., Tolerancija za debljine stakla nakon kaljenja

Nominalna dimenzija širina (B) ili visina (H)	Tolerancije (t)	
	Nominalna debljina stakla $d \leq 8$	Nominalna debljina stakla $d > 8$
≤ 2000	$\pm 2,0$	$\pm 3,0$
$2000 < B \text{ ili } H \leq 3000$	$\pm 3,0$	$\pm 4,0$
> 3000	$\pm 4,0$	$\pm 5,0$

Tablica 6.2.1.2., Tolerancije za dužinu i širinu (izraženo u mm)

Granice odstupanja v kod razlika između dijagonala		
Nominalne dimenzije B ili H	Nominalna debljina stakla $d \leq 8$	Nominalna debljina stakla $d > 8$
≤ 2000	≤ 4	≤ 6
$2000 < B \text{ ili } H \leq 3000$	≤ 6	≤ 8
> 3000	≤ 8	≤ 10

Tablica 6.2.1.3., Granice odstupanja kod razlika između dijagonala (izraženo u mm)

6.2.2. Tolerancije za ravnost – zakrivljenost

Mjeri se lokalna zakrivljenost i opća zakrivljenost (cijelog kaljenog stakla), jer je nemoguće napraviti potpuno ravno termički kaljeno staklo.

Mjerenje opće zakrivljenosti se vrši letvom duž ivica stakla i po dijagonalama na konkavnoj strani stakla. Opća zakrivljenost se izražava kao deformacija u milimetrima podijeljena s ukupnom izmjenom dužinom (ivice ili dijagonale).

Mjerenje lokalne zakrivljenosti se vrši letvom na relativno maloj udaljenosti (300 mm) od ivice stakla na konkavnoj strani stakla. Lokalna zakrivljenost se izražava kao deformacija u milimetrima podijeljena s dužinom od 300 mm.

Mjerenje se vrši na sobnoj temperaturi.

Osim pomoću letve mjerenje zakrivljenosti stakla se mjeri i Zebra testom.

Proces kaljenja	Vrsta stakla	Maksimalne vrijednosti	
		Opća deformacija mm/mm	Lokalna deformacija mm/mm
Horizontalno kaljenje	Ravno staklo prema EN 527-2	0,003	0,5
	Ostale vrste	0,004	0,5

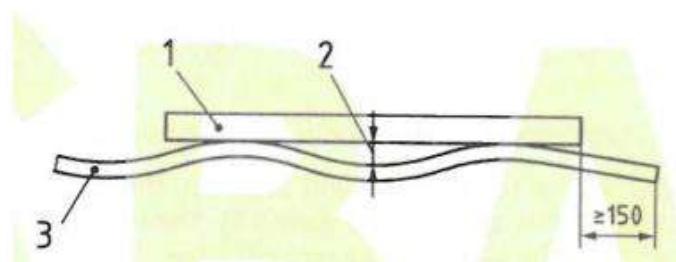
Tablica 6.2.2.1., Dopuštene vrijednosti za opću i lokalnu deformaciju su date u slijedećoj tabeli

Vrsta stakla	Maksimalno dopuštene vrijednosti distorzije	
	Ukupni luk (mm/m)	Valovi od valjaka (mm)
Ravno staklo bez premaza prema EN 572 – 1 i EN 572 - 2	3,0	0,3
Druge vrste stakla ^a	4,0	0,5
Ovisno o duljini valova od rolera potrebno je koristiti mjerač odgovarajuće duljine.		
(a) Za emajlirana stakla koja nisu prekrivena bojom cijelom površinom, kontaktirati proizvođača.		

Tablica 6.2.2.2., Maksimalne dopuštene vrijednosti ukupnog izobličenja lukova i valne distorzije od rolera na horizontalno kaljenim staklima

- Valovitosti mogu biti mjerene samo na panelima čije su dimenzije veće od 600 mm mjerene pod pravim kutom u odnosu na valovitosti.
- Valovitosti ne mogu biti mjerene u području isključenja 150 mm od rubova panela. Aparatura ne bi trebala biti korištena u ovom području od 150 mm.

- Paneli sa lukovima/valovitostima trebali bi biti polegnuti na ravnu podlogu. To će omogućiti gravitaciji da izravna ukupni luk i pri tome dati točnije rezultate zakrivljenosti.



- Staklo treba biti pozicionirano na ravnu površinu tako da rub stakla prelazi rub podloške na kojoj se nalazi (između 50 mm i 100 mm).
- Ravni rub se postavlja na vrh valovitosti i jaz između letve i stakla izmjeran pomoću mjerača predstavlja vrijednost deformacije.

Vrsta stakla	Debljina stakla mm	Maksimalno dopuštene vrijednosti mm
Ravno staklo bez premaza prema EN 572 – 1 i EN 572 - 2	3	0,5
	4 do 5	0,4
	6 do 25	0,3
Drugi ^a	Svi	0,5
Ovisno o duljini valova od rolara potrebno je koristiti mjerač odgovarajuće duljine. Za stakla bez premaza debljine od 2 mm potrebno je kontaktirati proizvođača.		
a Za emajlirana stakla koja nisu prekrivena bojom cijelom površinom, kontaktirati proizvođača.		

Tablica 6.2.2.3., Maksimalne dopuštene vrijednosti za podizanje ruba kod horizontalno kaljenog stakla

6.2.3. Tolerancije za obradu ivica, rupe, isječke i odsječke

Termički kaljeno staklo se ne može obrađivati nakon kaljenja. Zato treba obratiti pažnju na slijedeće kriterije i ograničenja koji se odnose na rupe, isječke i odsječke na staklu.

1. Ovaj standard preporučuje da se buše okrugle rupe na staklu čija je debljina **najmanje 4 mm**
2. promjer rupe (**d**) ne bi trebao biti manji od debljine stakla
3. udaljenost rupe od ivice stakla ne bi trebala biti manja od **2d**
4. razmak između rupa ne trebao biti manji od **2d**
5. udaljenost rupe od čoška stakla ne bi trebala biti manja od **6d**

Promjer rupe Φ (mm)	Tolerancija (mm)
$4 \leq \Phi \leq 20$	$\pm 1,0$
$20 < \Phi \leq 100$	$\pm 2,0$
$\Phi > 100$	Konsultirati proizvođača stakla

Tablica 6.2.3.1., Dopuštene vrijednosti za tolerancije promjera rupe

6.2.4. Ostale fizičke karakteristike kaljenog stakla

Optičko izobličenje

Optičko izobličenje izazvano je deformacijom stakla u toku kaljenja kao posljedica oslanjanja stakla na valjke. Kod stakla čija je debljina veća od 8 mm ova deformacija (valovitost) se manifestira kao mali otisak valjaka.

Anizotropija

Različita naprezanja po presjeku stakla uzrokuju anizotropiju koja je vidljiva kod polarizacije svjetlosti i izgledaju kao „leopardov“ uzorak.

Polarizacija (razlaganje) svjetlosti se dešava i pri dnevnoj svjetlosti i zavisi od kuta pod koji svjetlost pada na staklo.

Mehanička otpornost

Vrijednosti za mehaničku otpornost može biti dana samo kao statistička vrijednost za određenu vjerojatnost loma i pod određenim vrijednostima opterećenja.

Mehanička otpornost se određuje za kratkotrajna opterećenja (kao što su udari vjetra) koji daju 5% vjerojatnost loma u intervalu od 95%.

Vrsta stakla	Vrijednost mehaničke čvrstoće (N/mm ²)
Ravno staklo (prozirno, obojeno, s premazom)	120
Emajlirano ravno staklo	75
Ornament staklo	90

Tablica 6.2.4.1., Vrijednosti za različite vrste i debljinu stakla od 4 mm i više

Napomena:

Ove vrijednosti predstavljaju čvrstoću termički kaljenog sigurnosnog stakla (čija je debljina 2 mm i više), a koji ispunjavaju zahtjeve iz tačke 8.5. Standarda EN 12150-1:2016.

Termička otpornost kaljenog stakla

Mehaničke osobine termički kaljenog stakla ostaju nepromijenjene do 250°C. Mehaničke osobine termički kaljenog stakla se ne mijenjaju niti na temperaturama ispod nule.

Termički kaljeno staklo podnosi temperaturne razlike i do 200 K (200°C).

NAPOMENA: Ovo svojstvo nema nikakve veze sa performansama otpornosti na vatru.

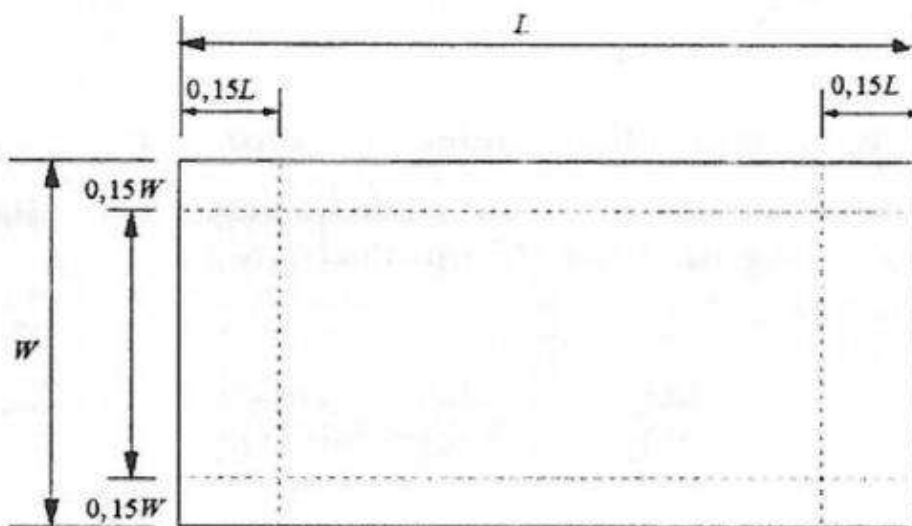
6.3. Metode kontrole emajliranog stakla

6.3.4. Ocjenjivanje kvalitete emajliranog stakla

Staklo za ocjenjivanje se mora postaviti pred neutralnim i neprozirnim zaslonom. Sunčeva ili umjetna svjetlost ne smije niti padati na staklo niti prolaziti kroz njega. Uzorci obojenog stakla se promatraju pri normalnoj difuznoj svjetlosti. Uvjeti normalne difuzne svjetlosti se odnose na normalnu dnevnu svjetlost D65, promatrač 10° , između 300 i 600 LUX na obojenom staklu.

Ocjenjivač vizualne kvalitete emajliranog stakla mora biti od njega udaljen 1 m, a smjer promatranja mora biti pravokutan, odnosno maksimalno pod kutom od 30° . Svako promatranje uzorka bi trebalo trajati ≤ 30 s. Promatra se uvijek kroz površinu na kojoj nema nanosa boje. Iznimka su stakla koja će se u primjeni promatrati s obje strane. Utvrđene pogreške ne smiju biti prethodno označene.

Pogreške specifične za djelomično emajlirano i emajlirano staklo određene su **Smjernicom za emajlirano i djelomično emajlirano staklo** te standardom **EN 16477-1:2018 Glass in building-Painted glass for internal use**. Pri određivanju i procjeni moraju se razdvojiti pogreške vidljive u rubnoj zoni od pogrešaka u glavnoj zoni promatranja.



H → dužina

B → širina

Slika 6.4.1.1. Određivanje glavne i rubne zone

U tablicama ispod (referentni dokument-druga po redu smjernica) nalaze se zahtjevi vizualne kvalitete stakala. Navedene tablice s tolerancijama vrijede za obojena stakla od natrij-kalij-silikatnog stakla. U tablicama 1, 2 i 3 nalaze se zahtjevi vizualne kvalitete stakala:

Dužine linijskih pogrešaka (mm)	Obojeno staklo ^b	
	Jumbo veličina	Sve druge veličine
	Max. Oštećenja po ploči (19,3m ²)	Oštećenja/m ²
Oštećenja od četki (≤50)	8	0,37
Ogrebotine (≤50)	3	0,14
Promjer točkastih oštećenja ^c (mm)	Obojeno staklo	
	Jumbo veličine	Sve druge veličine
	Max. Oštećenja po ploči (19,3 m ²)	Oštećenja/m ²
≤ 0,5	Prihvatljivo ^d	Prihvatljivo ^d
> 0,5 i ≤ 1	10	1,35
> 1	1	0,16
^a Rubna zona 50 mm od ruba obojenog stakla ne bi trebala biti podložna provjeri nedostataka ^b Prosjek se izračunava uzimajući u obzir ukupnu površinu pojedinačnog područja (m ²). Svi izračuni pretpostavljaju matematičko zaokruživanje. ^c Navedene dimenzije su bez halogenog učinka (pogledati EN 572-2) i odnose se na najveće dimenzije pogrešaka. ^d Prihvatljivo, pod uvjetom da ne čine klaster.		

Tablica 6.4.1.1., Prihvatljive razine pogrešaka na obojenom staklu u lageru/standardnim veličinama ^a

Gotovi izrezani komadi	Točkaste pogreške ^c					Linijske pogreške	
	Centralna zona		Rubna zona ^{a, b}			Ogrebotine od četki	Ogrebotine
	≥ 0,2 mm ^d ≤ 0,5 mm	> 0,5 mm	≥ 0,2 mm ≤ 0,5 mm	≥ 0,5 mm ≤ 1,0 mm	> 1,0 mm	≤ 50 mm	
≤ 1,0 m ²	1	0	2	0	0	0	0
1,01 do 1,5 m ²	2	0	3	1	0	1	0
> 1,51 m ²	3	0	4	2	0	2	0
^a Veličina rubne zone je definirana kao 15 % rubne dužine i širine ^b Navedene dimenzije su bez halogenog učinka (pogledati EN 572-2) i odnose se na najveće dimenzije pogrešaka. ^c Oštećenja manja od 0,2 mm su prihvatljiva ako ne tvore klaster/skupinu.							

Tablica 6.4.1.2., Prihvatljive razine pogrešaka obojenog stakla kod odrezanih komada

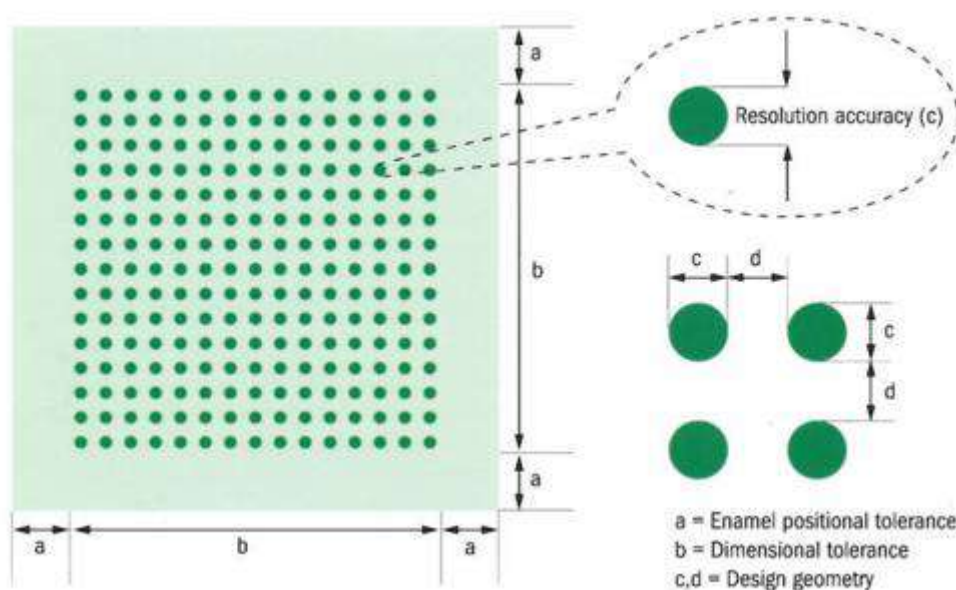
Dopuštene točkice na emajlu *	Ø 0,5 – 1,0 mm <u>max.</u> 3 / m ² , s razmakom ≥ 100 mm Ø 1,0 – 2,0 mm <u>max.</u> 2 po ploči
Tanke ogrebotine (vidljive samo pri promjenjivom kutu promatranja)	Dopuštene do 10 mm dužine
Oblaci **	Nije dopušteno
Vodene mrlje	Nije dopušteno
Grebeni boje na rubovima	Dopušteno pri uokvirenim rubovima i za rupe s dodatnim mehaničkim nosačima ili poklopcima, inače ne. Vidljivi rubovi (uz pretpostavku da su polirani): - Kod metode nanošenja boje valjkom, dopušteno je na utoru, nije dopušteno na rubovima - Dopušteno kod metode izlijevanja - Nije dopušteno kod metode sitotiska - Nije dopušteno kod metode digitalnog printa Tijekom korištenja metode digitalnog printa, u neposrednom području rubova emajla mogu se pojaviti vrlo male mrlje boje koje se mogu vidjeti samo iz blizine.
Rub stakla nije obojen	Sitotisak i digitalni print dopuštaju do 2 mm
Linearne strukture u boji	Dopušteno
Tolerancije položaja emajla (a) (Slika 2)***	Veličina ploče ≤ 2 000 mm: ± 2,0 mm Veličina ploče ≤ 3 000 mm: ± 3,0 mm Veličina ploče > 3 000 mm: ± 4,0 mm
Dimenzijske tolerancije za djelomično emajliranje (b) (Slika 2)	Dužina ruba emajliranog područja: Tolerancijski rang: ≤ 1 000 mm ± 2,0 mm ≤ 3 000 mm ± 3,0 mm > 3 000 mm ± 4,0 mm
Geometrija dizajna (c) (d) (Slika 2)	Ovisno o veličini Dužina ruba obojenog područja: Tolerancijski rang: ≤ 30 mm ± 0,8 mm ≤ 100 mm ± 1,0 mm ≤ 500 mm ± 1,2 mm ≤ 1 000 mm ± 2,0 mm ≤ 2 000 mm ± 2,5 mm ≤ 3 000 mm ± 3,0 mm > 3 000 mm ± 4,0 mm
Odstupanje boje	Boja se procjenjuje gledajući kroz staklo (emajl je na poz. 2). Dopuštena su odstupanja u boji u rangu od ΔE ≤ 5 mm (float) ili ΔE ≤ 4 mm (clearvision) na staklima iste debljine.

* Pogreške koje su ≤ 0,5 mm ('zvjezdano nebo' ili 'rupice'; najmanje pogreške u emajlu) dopuštene su i u pravilu se ne uzimaju u obzir.
Pogreške se mogu popravljati ručno emajlom prije kaljenja ili organskim lakovima nakon kaljenja. Organski lakovi se ne smiju koristiti za popravke u rubnoj zoni kod onih stakala koja će kasnije biti ugrađena u IZO stakla.

** Pri sitnom dekoru (otisnuta jedinica manja od 5 mm) može doći do tzv. Moireovog efekta. Zato je potreban dogovor s proizvođačem.

*** Tolerancija položaja emajla mjeri se iz referentne točke.

Tablica 6.4.1.3., Tipovi oštećenja / tolerancije za emajlirana stakla



Slika 6.4.1.2. Pozicije i izgled dimenzijskih tolerancija u slučaju emajliranog stakla; a = Tolerancije položaja emajla; b = Dimenzijske tolerancije; c, d = Geometrija dizajna

S obzirom na geometrijske figure ili tzv. masku sjena s veličinom ispod 3 mm ili progresijom od 0-100%, primjenjuju se sljedeće napomene:

- Ako se točkice, crte ili figure ove veličine postave u kratkim intervalima, ljudsko oko reagira vrlo osjetljivo.
- Tolerancije u geometriji razmaka u desetini milimetra ističu se kao glavna odstupanja.
- U svakom slučaju, ovakve aplikacije moraju biti provjerene kod proizvođača zbog izvedivosti. Preporučuje se uzorak 1:1.

Klasifikacija obojenog stakla

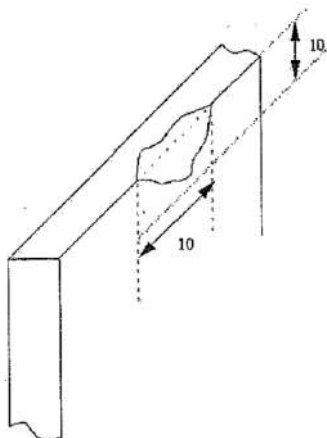
Definirane su dvije klase:

- Klasa A: obojeno staklo za unutarnje aplikacije;
- Klasa B: obojeno staklo samo za kontinuirano suhe unutarnje aplikacije (ove aplikacije isključuju kupatila, tuš kabine i kuhinje).

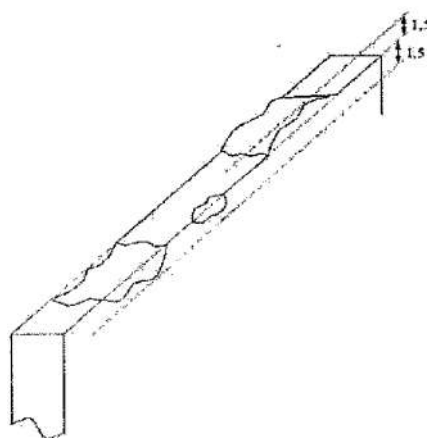
6.3.5. Pogreške na rubovima gotovih komada

Nakrznuća i oštećenja na rubovima stakla koje je na lageru/skladištu su prihvatljiva ukoliko ne prelaze maksimalnu dužinu i dubinu od 10 mm i polovicu nominalne debljine stakla. (Slika 6.4.2.1.).

Kod odrezanih stakala oštećenja i nakrznuća su prihvatljiva ukoliko nemaju dubinu veću od 1,5 mm (Slika 6.4.2.2.).

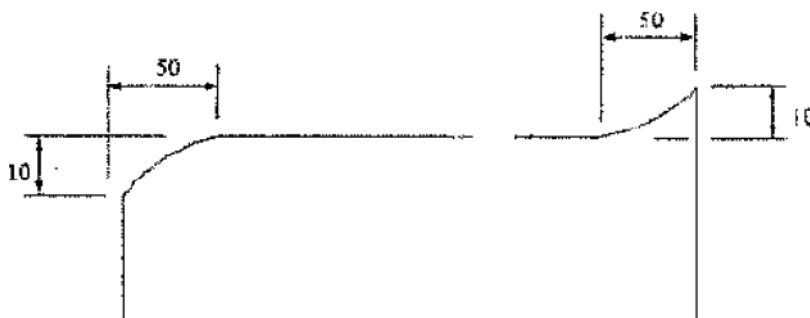


Slika 6.4.2.1.



Slika 6.4.2.2.

6.3.6. Kutovi stakla on/off



Slika 6.4.3.1., Dimenzije on/of kutova (u milimetrima)

Kod ploča u skladištu/na lageru ne bi trebalo biti više od 5 % ploča isporučenih s ovom vrstom oštećenja.

Kod već odrezanih ploča ovakva oštećenja nisu dozvoljena. Osim toga, nisu dozvoljena bilo kakva oštećenja/nakrznuća rubova.

6.3.7. Varijacije u bojama zbog različitih proizvodnih šarži

Kako bi se izbjegle razlike u izgledu boje uzrokovane različitim proizvodnim šaržama, stakleni paneli koji su pozicionirani jedan pored drugog trebali bi biti iz iste proizvodne šarže.

Dopuštene varijacije mjerene kolorimetrom, izmjerene na strani stakla, između susjednih ploča jednake boje, trebali bi biti:

$$\Delta E^* \leq 2,0$$

ΔE^* bi trebao biti mjereno na strani stakla, ne boje, prema **EN 16477-1:2016, Annex B**.

6.4. Ocjenjivanje vrijednosti impresije/dojma boje

Odstupanje u nijansama boje u pravilu se ne može izbjeći. Ono nastaje zbog različitih uzroka na koje se ne može utjecati.

Zbog različitih utjecaja, koji su navedeni u nastavku, pri različitim uvjetima osvjetljenja ili različitim kutovima promatranja vidi se razlika u boji dva emajlirana stakla. Promatrač može subjektivno ocijeniti razliku kao smetnju ili kao prihvatljivu grešku.

6.4.4. Vrste bazičnog stakla i utjecaj boje

U pravilu se kao bazično staklo koristi float staklo. To znači da ima vrlo ravnu površinu od koje se svjetlost snažno odbija.

To staklo može na svojoj površini imati dodatno i različite nanose poput: zaštite od sunca, koja značajno povećava refleksiju svjetlosti, nanosa koji smanjuju refleksiju stakla ili ornament stakla sa slabim strukturnim dekorom.

Tome treba pribrojiti i vlastitu boju stakla koja jako ovisi o debljini i vrsti stakla (obojeno u masi ili staklo kojemu je oduzeta boja). Odstupanja boje u emajliranju ne može se isključiti, zbog fluktuacija u proizvodnji boje i u procesu pečenja/kaljenja.

Boja za emajliranje sastavljena je od anorganskih elemenata (pigmenata u boji). Oni definiraju krajnju boju emajla, a njihove karakteristike nikada nisu konstantne. Pigmenti su pomiješani s "fritom" (u principu je to staklo u prahu). Tijekom postupka kaljenja fritovi umrežavaju pigmente i spajaju se sa staklenom površinom. Tek nakon tog pirolitičkog postupka boja emajla dobiva svoj konačni izgled.

Boje su tako postavljene da se nakon što površina stakla dostigne temperaturu između 600 i 620°C, za nekoliko minuta stale u staklo. Taj "temperaturni interval" je vrlo uzak i zato se, prvenstveno kod stakala različite veličine, teško može točno ponoviti ciklus.

Treba uzeti u obzir i tehnologiju nanošenja boje na staklo. Sitotiskom se boje nanose u tanjim slojevima i zato manje pokrivaju nego boje koje su nanesene pomoću valjaka.

6.4.5. Vrsta svjetlosti pri kojoj se promatra

Svjetlosni uvjeti se, ovisno o godišnjem dobu, dobu dana i trenutnom vremenu, stalno mijenjaju. Spektralne boje iz svjetlosti koje putuju kroz različite medije (zrak, gornja površina i debljina stakla) i zatim padaju na boju u području vidljive svjetlosti (380 - 780 nm) imaju različitu intenzivnost.

Već na gornjoj površini se, ovisno o upadnom kutu, veći ili manji dio svjetlosti odbije. Spektralne boje, koje zatim padaju na boju emajla, djelomično reflektiraju pigmenti u boji, a jedan dio apsorbiraju. Zbog svega toga boje, ovisno o izvoru svjetlosti, imaju promjenjiv izgled.

6.4.6. Promatrač i način promatranja

Ljudsko oko različito reagira na različite boje. Dok se pri plavim tonovima primjećuju već vrlo male razlike, u zelenim tonovima razlike su dosta neprimjetne. Sljedeći elementi, koji utječu na procjenu vrijednosti su kut promatranja, veličina objekta promatranja i prvenstveno način na koji stoje objekti koje uspoređuju.

Iz gore navedenih razloga je jasno da nije moguće objektivno ocjenjivanje i procjena vrijednosti razlika u boji. Objektivni način procjene vrijednosti zato može biti samo mjerenje razlika u boji. Mjerenja se temelje na uvjetima (vrsta stakla, boja, svjetlost) koji su bili prethodno precizno definirani.

Kada se rade projekti u slučaju da kupac/investitor zahtijeva objektivno mjerilo za procjenu vrijednosti dojma boje, prije početka je potrebno dogovoriti s proizvođačem boje i kupcem sve detalje, što se realizira sljedećim redoslijedom:

- izrađuju se uzorci s jednim ili više nijansi boja
- odabire se jedna ili više boja
- s kupcem se pomoću CIEL AB sustava boja određuju tolerancije u odstupanju boja: $\Delta L^* \leq 1,0$ $\Delta C^* \leq 0,6$ $\Delta H^* < 0,5$, mjereno pri svjetlosti D 65 (dnevna svjetlost) s d/80 geometrija kugle, 10° normalni promatrač, sjaj uključen. Mjerenja se međusobno mogu uspoređivati ako su rezultat mjerenja kod istog proizvođača.
- provjeravanje mogućnosti dobavljača, ako je sposoban realizirati narudžbu u dogovorenim tolerancijama (opseg posla, zalihe boja).
- kupac potvrđuje uzorak izrađen u mjerilu 1:1
- realizacija narudžbe u dogovorenim tolerancijama.

6.5. Ostale upute

Ostale karakteristike emajliranog stakla mogu se kontrolirati na osnovu europskih standarda:

- EN 12150 za kaljeno staklo
- EN 1863 za djelomično kaljeno staklo

Proizvođač pridržava pravo na odstupanja i promjene ako su one rezultat naprednije tehnike.

- Ako kupac namjerava upotrijebiti kaljeno ili djelomično kaljeno i emajlirano ili djelomično emajlirano staklo za daljnju ugradnju u lijepljeno staklo, a pritom će biti površine s bojom u lijepljenom staklu na poziciji 3 ili 4, o tome mora razgovarati s proizvođačem. To vrijedi prvenstveno za nanose boje kojima se imitira gravirano staklo. Taj učinak može se znatno smanjiti ili čak nestati, zbog debljine stakla, a u prvom redu zbog folije. Efekt "graviranja" zato je prikladan samo za pozicije 1 i 4.
- Na staklo se mogu nanositi i posebne boje: tzv. metalne boje, boje za protu klizni tisak ili mješavine različitih boja. O posebnostima tih boja i njihovom izgledu treba razgovarati s proizvođačem.
- Emajlirana ili tiskana stakla mogu biti samo kaljena ili djelomično kaljena stakla, zato naknadne dorade ili obrade tih stakala mogu bitno utjecati na njihove karakteristike i nisu dopuštene.
- Emajlirana stakla mogu se koristiti za jednostruko ostakljenje ili kao sastavni dio IZO stakla, odnosno laminiranog stakla. U tom slučaju korisnik mora uzeti u obzir konkretne upute, norme i smjernice.

Kod strojnog emajliranja stakla nanosi se sloj boje debljine 50 – 75µm. Kristal koristi mjerač debljine boje za emajliranje koji ima raspon mjerenja od 0 – 125µm.

***Naknadne informacije:**

- Sve što nije ovdje navedeno, a vezano je za kaljeno ili djelomično kaljeno staklo može se pročitati u odgovarajućim standardima za danu 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.

- 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
Ornament staklo i ravno vučeno staklo	90	55

6.6. Kaljeno staklo s toplinskim ispitivanjem ESG – H prema EN 14179

Referentni dokumenti:

- **Staklo u građevinarstvu- Tehnički obrađeno staklo (kaljeno staklo)- Dio 1: Definicije i opis (EN 14179-1:2016, IDT- Annex A**

(Original: Glas in building – Heat soaked thermally toughened soda lime silicate safety glass – Part 1: Definition and description (EN 14179-1:2016, IDT) Annex A

Termički kaljeno staklo se podvrgava Heat Soak testu (HST), tzv. „vrućem opterećenju“, kako bi se eliminirala mogućnost postojanja spontanog loma, koji se može dogoditi nakon određenog vremena, ukoliko staklo sadrži nikal-sulfidne molekule.

Postupak dobivanja termički kaljenog stakla koje je toplinski ispitano se sastoji iz slijedećih faza:

- od ravnog stakla se izradi proizvod i završe sve faze obrade, rezanje, isijecanje, bušenje i brušenje
- izvrši termičko kaljenje stakla
- kaljeno staklo se podvrgava termičkom tretmanu u stroju za HST.

HEAT SOAK TEST (HST) kaljenog stakla vrši se u posebnoj komori tako da se stakla polako griju do $260^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$. Stakla se izlažu toj temperaturi 2 sata. Prilikom toplinskog ispitivanja (HST) stakla koja imaju molekulu nikl – sulfida, vrlo vjerojatno će puknuti.

Kaljeno staklo koje prođe HST je toplinski ispitano i ispunjava zahtjeve u pogledu fragmentacije i zahtjeve mehaničke čvrstoće.

7. TOLERANCIJE ZA KONTROLU LAMINIRANOG STAKLA

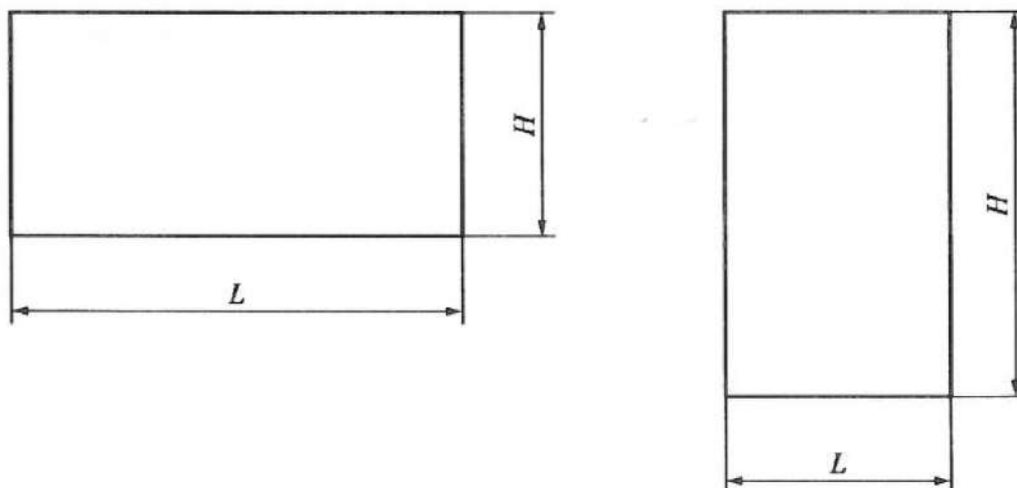
- **KRITERIJI ZA KONTROLU LAMINIRANOG STAKLA PREMA STANDARDU ISO 12 543:2012 -Staklo u građevinarstvu – Višeslojno staklo i višeslojno sigurnosno staklo**

Laminirano staklo se provjerava u vertikalnom položaju, tako da se osvijetli difuznim svjetlom (poput dnevnog svjetla). Osoba koja vrši kontrolu treba biti udaljena oko 2 m od stakla iza kojeg treba biti čista površina. Markiraju se uočeni defekti.

7.1. Tolerancije koje se odnose na izgled

Referentni dokument:

- **EN 12543-6:2012 Glass in building – Laminated glass and laminated safety glass - Part 6 – Appearance (Izgled)**



1-a) Što se tiče defekata na staklu ili u međusloju kao što su: neprozirna mrlja, mjehurić, strano tijelo, greške u staklu, Standarda propisuje slijedeće:

- defekti manji od 0,5 mm se ne uzimaju u obzir,
- defekti veći od 3 mm nisu dopušteni.

Broj dopuštenih grešaka je definiran prema veličini stakla i dat je u slijedećoj tabeli:

Veličina defekta d u mm		$0.5 < d \leq 1.0$	$1.0 < d \leq 3.0$			
Veličina ploče A u m ²		za sve veličine	$A \leq 1$	$1 < A \leq 2$	$2 < A \leq 8$	$A > 8$
Broj dozvoljenih defekata	2 ploče	nema	1	2	1.0/m ²	1.2/m ²
	3 ploče	ograničenja	2	3	1.5/m ²	1.8/m ²
	4 ploče	ali defekti	3	4	2.0/m ²	2.4/m ²
	≥ 5 ploča	ne smiju biti grupirani	4	5	2.5/m ²	3.0/m ²

Tablica 7.1.1., Broj dopuštenih grešaka definiran prema veličini stakla

Broj dopuštenih grešaka povećava se za jedan za svaki pojedinačni međusloj koji je deblji od 2 mm.

1-b) Što se tiče defekata tipa zaparano, izgrebano, i sl. dopuštene su greške u vidnom polju sukladno podacima u slijedećoj tabeli:

Površina ploče m ²	Broj dopuštenih defekata > 30 mm dužine ^a
≤ 5	nije dopušteno
5 do 8	1
> 8	2
^a Linijska oštećenja manja od 30 mm su dozvoljena.	

Tablica 7.1.2., Dopusštene greške tip zaparano/izgrebano

1-c) Što se tiče defekata u području rubova dopušteni su defekti koji ne prelaze promjer 5 mm. Rubna zona je područje 15 mm od za ploče do 5 m², dok se za veće ploče zona povećava na 20 mm. Kada se radi o mjehuriću on ne smije prelaziti 5% veličine rubne zone.

1-d) Kanalići nisu dopušteni.

1-e) Iskrivljenja i deformacije stakla ili međusloja nisu dopušteni

1-f) Defekti na ivicama su dopušteni ako staklo ide na dalju obradu (brušenje, fazetiranje) ili ako se uokviruje.

7.2. Tolerancije koje se odnose na dimenzije i završnu obradu ivica

Referentni dokument:

- ***EN 12543-5:2012 Glass in building – Laminated glass and laminated safety glass
- Part 5 Dimensions and edge finishing (Dimenzije i završna obrada ivica)***

2-a) Dopušteno odstupanje debljine laminiranog sloja se ne uzima u obzir za slojeve tanje od 2 mm.

2-b) Za laminirani sloj debljine 2 mm dopušteno je odstupanje ± 0.1 mm, ako je debljina laminiranog sloja veća od 2 mm dopušteno odstupanje je ± 0.2 mm.

2-c) Dopuštena odstupanja širine B i visine H date su u slijedećoj tabeli:

Ukoliko je jedna komponenta laminiranog stakla kaljena ili polukaljena treba biti uzeta dodatna tolerancija od ± 3 mm. Ova odstupanja se ne odnose na vatrootporna laminirana stakla.

Dimenzije (L ili H) u mm	Nominalna debljina laminiranog stakla ≤ 8 mm	Nominalna debljina laminiranog stakla > 8 mm	
		Svaka ploča < 10 mm nominalne debljine	Bar jedna ploča ≥ 10 mm nominalne debljine
$\leq 2\ 000$	+3.0	+3.5	+5.0
	-2.0	-2.0	-3.5
$\leq 3\ 000$	+4,5	+5,0	+6,0
	-2.5	-3,0	-4,0
$> 2\ 000$	+5.0	+6.0	+7.0
	-3.0	-4.0	-5.0

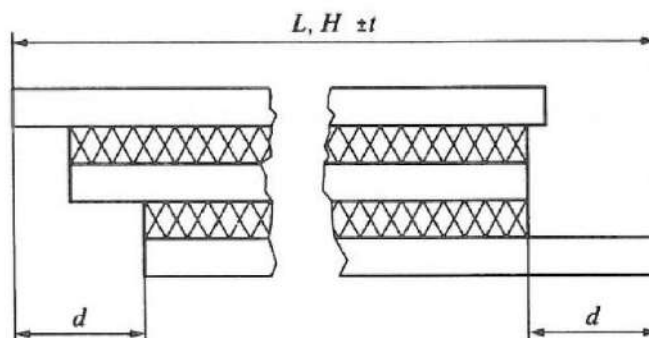
Tablica 7.2.1., Dopuštena odstupanja širine i visine laminiranog stakla

2-d) Dopuštena odstupanja, v, razlike između dijagonala

Nominalna dimenzija L ili H (mm)	Nominalna debljina laminiranog stakla ≤ 8 mm	Nominalna debljina laminiranog stakla > 8 mm	
		Svaka ploča < 10 mm nominalne debljine	Bar jedna ploča ≥ 10 mm nominalne debljine
$< 2\ 000$	6	7	9
$< 3\ 000$	8	9	11
$> 3\ 000$	10	11	13

Tablica 7.2.2., Dopuštena odstupanja kod mjerenja dijagonala

2-e) Dopuštena odstupanja, d , za smaknuta stakla dana su slijedećoj tabeli:



Nominalna dimenzija L ili H (mm)	Maksimalno dopušteno smicanje d (mm)
$L, H \leq 1000$	2.0
$1000 < L, H \leq 2000$	3.0
$2000 < L, H \leq 4000$	4.0
$L, H > 4000$	6.0

Tablica 7.2.3., Tolerancije za pojavu smicanja kod laminiranih stakala

7.2.1. Dopuštene tolerancije kod vatrootpornih laminiranih stakala

Dopuštena odstupanja za vatrootporna stakla zavise od debljine laminiranog sloja i data su u slijedećoj tabeli:

Debljina laminiranog sloja (mm)	Dopušteno odstupanje (mm)
$< 1\text{mm}$	$\pm 0.4\text{ mm}$
$\geq 1\text{ do } < 2$	$\pm 0.5\text{ mm}$
$\geq 2\text{ do } < 5$	$\pm 0.6\text{ mm}$
≥ 5	$\pm 1.0\text{ mm}$

7.2.1.1., Dopuštena odstupanja za vatrootporna stakla

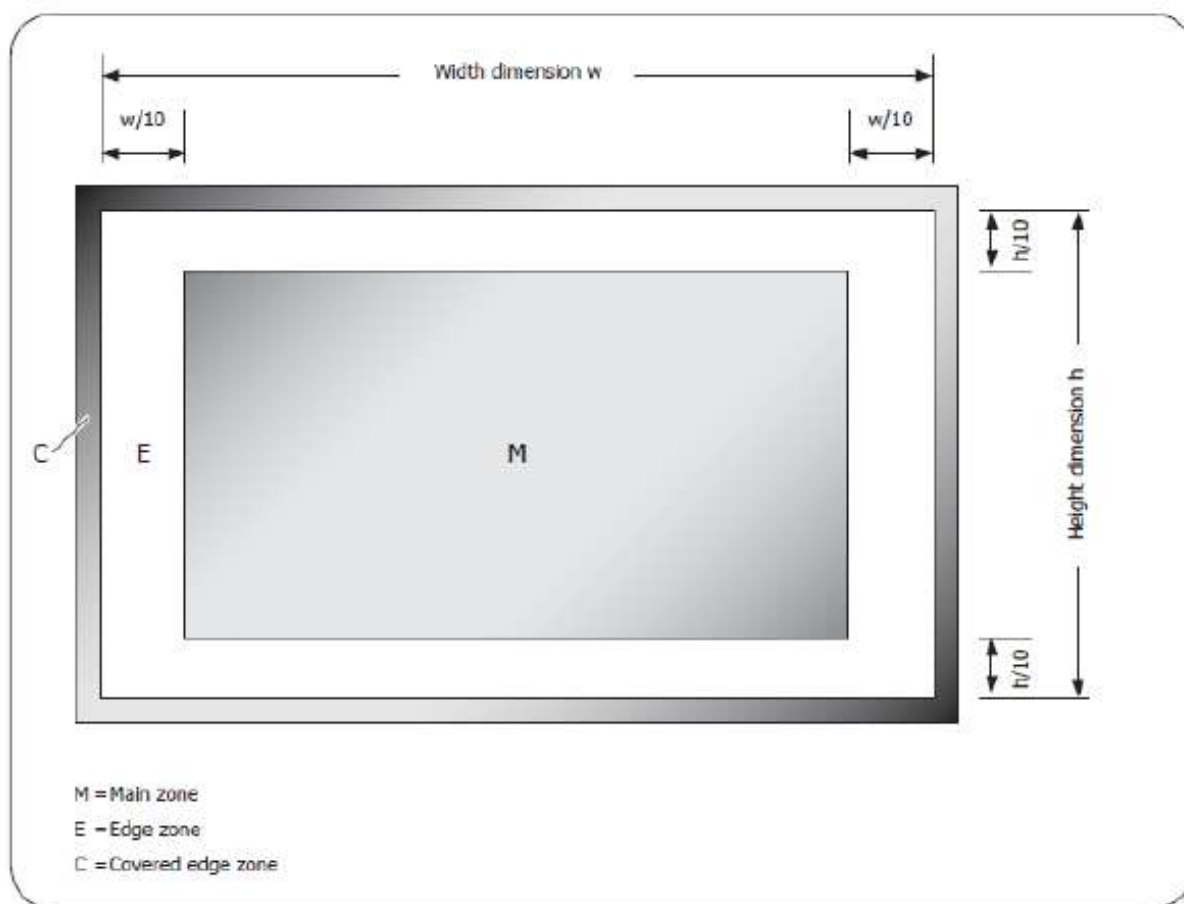
Vatrootporna stakla za unutarnju primjenu vizualno se ocjenjuje pod uvjetima normalnog pozadinskog osvjetljenja (bez reflektora ili intenzivnih umjetnih izvora svjetlosti).

Procjena v-o stakala za vanjsku primjenu odvija se pod raspršenim uvjetima dnevnog svjetla (oblačno nebo i nema izravnog sunčevog svjetla).

Definirana udaljenost inspekcije je 1 metar od stakla pod pravim kutom na staklenu površinu.

Greške se ne smiju označavati prije pregleda.

Razlikuju se dvije zone ocjenjivanja kao što je prikazano na skici ispod. Središnje područje glavne zone okruženo je rubnom zonom, koja je "okvir slike" čije su dimenzije definirane za 10% širine panela i 10% visine panela. Ne uzima se u obzir zona pokrivanja ruba.



Zone	area of pane	
	< 0,5 m ²	≥ 0,5 m ²
Main zone M	1 point fault ≤ 2 mm Ø	1 point fault ≤ 2 mm Ø per m ² and 1 point fault ≤ 3 mm Ø per m ²
Edge zone E	1 point fault ≤ 3 mm Ø per meter circumference edge length	

Tablica 7.2.1.2. Tolerancije dopuštenih grešaka kod vatrootpornih stakala

Za stvarnu površinu rezanja između 0.50 m² i 1.49 m², razmotrite dopuštene greške po 1 m², za stvarnu površinu rezanja između 1,50 m² i 2,49 m² potrebno je uzeti u obzir dopuštene greške po 2 m² i tako dalje.

Točkasti rasjedi **između 0,5 mm i 1 mm** u promjeru **razmatraju se samo ako su u skupinama**. U tu svrhu, klaster je definiran kao **akumulacija od najmanje četiri točke u području promjera 15 cm**.

Linijska oštećenja su dopuštena od 15 mm – 45 mm ukupne duljine.

7.3. Ravnost

Ravnost laminiranog stakla ovisi o ravnosti ostalih konstitucionalnih dijelova i mogu biti pod utjecajem uvjeta proizvodnje.

8. TOLERANCIJE ZA KONTROLU OGLEDALA

8.2. Referentni dokumenti

-Tolerancije za kontrolu ogledala prema standardu EN 1036:2009 Glass in building - Mirrors from silver – coated float glass for internal use

8.3. Tolerancije

Tolerancije debljine:

Nominalna debljina (mm)	Tolerancije debljina (mm)
2	$\pm 0,2$
3	$\pm 0,2$
4	$\pm 0,2$
5	$\pm 0,2$
6	$\pm 0,2$
8	$\pm 0,3$
10	$\pm 0,3$

Tablica 8.3.1., Tolerancije debljina kod ogledala

Pravokutnost se izražava razlikom dužine dviju dijagonala i dopušteno odstupanje je ± 5 mm za jumbo ploče, dok su za odrezane panele sljedeće tolerancije:

- 3 mm za ogledala čije su obje dimenzije manje ili jednake 2.000 mm
- 4 mm za ogledala kod kojeg je jedna ili obje dimenzije veće od 2.000 mm

Za dimenzije $\leq 2\ 000$ mm, standardni tolerancijski rang je 2 mm, treba navesti kao ± 1 mm nominalne dimenzije.

Za dimenzije $> 2\ 000$ mm, standardni tolerancijski rang je 3 mm, treba navesti kao $\pm 1,5$ mm nominalne vrijednosti.

Da bi se primijenio standardni tolerancijski rang treba biti određen najvećom dimenzijom panela.

Refleksija

Refleksija se mjeri kod padanja svjetla pod uglom od 8° i izvorom svjetlosti od D65. Regularni koeficijent refleksije kod ovih ogledala bi trebao biti barem:

- 86 % za float stakla sa debljinom između 2 mm i 6 mm;
- 83 % za float stakla sa debljinom između 8 mm i 10 mm;
- Ogledala od obojenog float stakla imaju refleksiju manju od onih koji su napravljeni od čistog stakla.

8.4. Zahtjevi na kvaliteti i način inspekcije:

Metoda 1. Provjera kvaliteta zaštitnog sloja ogledala se vrši

- sa udaljenosti 1 m
- prostim okom, pri pravokutnom smjeru promatranja
- pri dnevnom svjetlu (između 300 lx i 600 lx)
- kada je ogledalo u vertikalnom položaju.

Gleda se ravno na ogledalo i nije dopušteno korištenje dodatnog osvjetljenja.

Na ovaj način se provjeravaju: rupice veličine čiode, mjehurići, mrlje, i ostale greške u nanošenju sloja ogledala.

Metoda 2. Provjera optičkog kvaliteta ogledala

Vizualna provjera se vrši:

- sa udaljenosti 2 m
- prostim okom se promatra površina 500 x 500 mm,
- iza promatrača ne smije biti nekih drugih utjecaja koji izazivaju izobličenja ogledala

Prihvatljivi nivo grešaka kod ogledala u jumbo veličinama:

Linijska oštećenja (mm)	Ogledala sa čistim i obojenim staklenim podlogama			
	Jumbo veličine (defekti/panelu od 19,3m ²)		Sve druge veličine (oštećenja/m ²)	
	Max/ploči	Prosječno/ploči	Max/ploči	Prosječno/ploči ^a
Oštećenja od četki (≤50)		8		0,375
Ogrebotine (≤50)		3		0,139
Točkasta oštećenja ^b (mm)	Ogledala sa čistim staklenim podlogama			
	Jumbo veličine (defekti/panelu od 19,3m ²)		Sve druge veličine (oštećenja/m ²)	
	Max/ploči	Prosječno/ploči	Max/ploči	Prosječno/ploči ^a
≤ 0,2	Prihvatljivo ^c	Prihvatljivo ^c	Prihvatljivo ^c	Prihvatljivo ^c
> 0,2 i ≤ 0,5	26	18	1,35	0,93
> 0,5	3	2	0,16	0,11
Točkasta oštećenja ^b (mm)	Ogledala sa obojenim staklenim podlogama			
	Jumbo veličine (defekti/panelu od 19,3m ²)		Sve druge veličine (oštećenja/m ²)	
	Max/ploči	Prosječno/ploči	Max/ploči	Prosječno/ploči ^a
≤ 0,2	Prihvatljivo ^c	Prihvatljivo ^c	Prihvatljivo ^c	Prihvatljivo ^c
> 0,2 i ≤ 0,5	30	29	1,55	1,50
> 0,5	4	3	0,21	0,16
Svi izračuni pretpostavljaju matematičko zaokruživanje:				
^a prosjek se izračunava uzimajući u obzir ukupnu površinu pojedinačnog paketa (m ²)				
^b dimenzije koje su zabilježene su bez halogenog učinka i odnose se na najveće dimenzije oštećenja				
^c Prihvatljivo, pod uvjetom da ne tvore klaster.				

Tablica 8.4.1., Prihvatljivi nivo grešaka kod ogledala u jumbo veličinama

Ogledalo je u redu ako nema deformacija optičke slike provjereno **metodom 2**.

Ako postoji sumnja, primjenjuje se **metoda 3 (upotrebom projektora-detalji testa su u standardu za ogledala EN 1036-1:2009)**.

Prihvatljivi nivo grešaka kod ogledala u izrezanim veličinama:

Površina gotovih veličina s izrezanim ili izrezanim i brušenim rubovima	Točkasta oštećenja				Oštećenja površine	
	Centralna zona		Rubna zona ^{a b}		Oštećenja od četki	Ogrebotine
	≥0,2 mm ^c ≤0,3 mm	>0,3 mm ≤0,5 mm	≥0,2 mm ≤0,5 mm	>0,5 mm ≤ 1,0 mm	< 50 mm	
≤ 0,3 m ²	2	1	2	0	2	0
0,31 – 1,0 m ²	2	1	2	0	2	0
1,01 – 1,5 m ²	3	2	3	1	3	0
> 1,51 m ²	4	2	4	2	4	0
^a Veličina rubne zone je definirana kao 15 % rubne dužine i širine ^b Oštećenja veća od 0,5 mm (u centralnoj zoni) i 1,0 mm (rubna zona) nisu prihvatljiva ^c Oštećenja manja od 0,2 mm su prihvatljiva pod uvjetom da ne tvore klaster.						

Tablica 8.4.2., Prihvatljivi nivo grešaka kod ogledala u odrezanim veličinama

8.5. Faktori koji utječu na trajnost ogledala

Reflektirajući srebrni sloj i zaštitni premaz ogledala je podložan oštećenjima ovisno o okruženju u kojem se ogledalo koristi. Preporuke u nastavku se uvijek trebaju uzeti u obzir kada se radi o ogledalima:

- Između ogledala i zida ili neke druge montažne površine treba biti osigurana cirkulacija zraka. Tu bi trebala biti šupljina od približno 5 mm za ogledala manja od 1 m visine ili šupljina od 5 – 10 mm za ogledala čija je visina veća od 1 m, kako bi se osigurala odgovarajuća ventilacija.
- Na površinama gdje se montira više od jednog ogledala u nizu potrebno je osigurati malene šupljine između dva ogledala. Kao vodič za montažu može se koristiti distancer od 1 mm prilikom lijepljenja ogledala.
- Materijal za montažu i lijepljenje ne smije biti od agresivnih komponenti.
- Kada se ogledala ugrađuju u profil, rubovi mogu korodirati zbog kondenzacije, losiona za kupanje, kemikalija za čišćenje itd. koje mogu ostati unutar profila. Da bi se ovo izbjeglo, ogledala bi trebala biti montirana na malim prikladnim podloškama unutar profila.

- Površina materijala na koji će se fiksirati ogledalo mora biti čista, suha, oslobođena vlage, acida, alkala i bilo kojeg drugog agresivnog materijala i kada se zahtijeva treba biti prikladno za uporabu ljepila/traka.
- Površine koje su u kontaktu s ljepilom/trakama moraju biti prikladno pripremljene.
- Instrukcije proizvođača za ljepila/trake se moraju uvijek strogo poštivati.
- Sva ljepila/trake moraju biti kompatibilni s premazom ogledala. Ukoliko se koriste prikladna i kompatibilna sredstva za lijepljenje minimizira se oštećenje premaza.
- Sva sredstva za čišćenje ogledala moraju biti kompatibilna s premazima ogledala.
- Sve adhezivne trake i ljepila, dvostrane trake itd., trebaju biti naneseni vertikalno.
- Ako je efekt zrcala pojačan osvjetljenjem (npr. reflektorom), treba izbjegavati pretjerano zagrijavanje ogledala kako bi se spriječilo oštećenje ili lom zrcala.
- Ukoliko se ogledala koriste u dvoranama za jahanje, bazenima, medicinskim kupatilima, saunama i sobama s konstantnom razinom visoke vlažnosti, nema garancije za trajnost premaza osim za specijalna ogledala za tu namjenu.

8.6. Faktori koji utječu na iskrivljenje slike ogledala

Kako bi se osigurala slika na ogledalu bez distorzija, ogledalo treba biti fiksirano ravno, oslobođeno od stresa i u skladu sa sljedećim pravilima:

- Ogledala bi trebala biti fiksirana tako da težina nije podržana na kutovima kako bi se izbjeglo savijanje.
- Kada se zrcalo nanosi na podlogu, trebala bi se osigurati ravnost kako bi se izbjegla distorzija.
- Kada se ogledalo fiksira koristeći adhezijsku traku, treba obratiti pozornost da pritisak ne uzrokuje distorziju. Ako je moguće, podložni materijal treba pridržavati ogledalo (ne okolo ogledala) i time je naknadno montirano zrcalo mehanički fiksirano.
- Kada se pozicionira nekoliko ogledala jedno do drugoga kako bi se formirao zid od ogledala, na optički prekid između dva ogledala može se pozitivno utjecati korištenjem tolerancija za podešavanje sustava za pričvršćivanje/montažu.
- Ogledalo mora biti fiksirano sigurno i oslobođeno naprezanja kako bi se izbjegao rizik od distorzije i loma. Neravnina zida može biti nivelirana mekanim podloškama.

9. NAČINI ČIŠĆENJA STAKLA

➤ Tijekom gradnje

Tijekom građevinskih radova već u osnovi treba spriječiti da ugrađeno staklo dođe u doticaj s bilo kakvom agresivnom nečistoćom. Ako do toga ipak dođe, izvođač je mora odmah nakon nastanka odstraniti neagresivnim sredstvom.

Posebno su opasni betonsko ili cementno blato te mort. Sve te komponente jako su alkalne te mogu izazvati izjedanje stakla. Ako se odmah ne odstrane velikom količinom vode, može se dogoditi da će staklo izgubiti sjaj i prozirnost. Ostatke prašine i sitnih djelića sa stakla treba odstraniti stručno, a pri tome se ni u kojem slučaju ne smije koristiti suhi postupak.

Nastanak nečistoće može se smanjiti na najmanju moguću mjeru ako se pojedine faze rada ispravno planiraju, odnosno ako se po potrebi, poduzmu zaštitne mjere (primjerice postavljanje zaštitnih folija ispred prozora, odnosno fasadnih površina).

Namjena takozvanog „prvog čišćenja“ objekta jest odstranjivanje nečistoće čiji je nastanak povezan neposredno s izvođenjem radova, a ne sva nečistoća koja se sakuplja tijekom kompletnih građevinskih radova.

➤ Tijekom upotrebe

Kako bi staklo očuvalo svoje značajke tijekom životnog vijeka, mora se redovito čistiti na odgovarajući način u prikladnim vremenskim intervalima.

➤ Općenito

Upute za čišćenje vrijede za sve vrste stakla koje se ugrađuju u objekte. Pri čišćenju stakla moraju se uvijek koristiti velike količine, po mogućnosti čiste vode. Na taj način će se spriječiti da čvrsti djelići nečistoće izgrebu staklene površine. Kao ručni alat mogu se koristiti meke i čiste spužve, krpe od kože ili umjetnog materijala ili otirači za vodu. Za učinkovitije čišćenje

vodi se mogu dodavati neutralna sredstva za čišćenje ili obična sredstva za staklo koja se koriste u kućanstvu. Za odstranjivanje masnoće ili ostataka brtvila koriste se otapala poput špirita ili izopropanola. Inače u pravilu među svim kemijskim sredstvima za čišćenje treba izbjegavati ona koja sadrže alkalne lužine, kiseline ili elemente koji su povezani s fluorom.

Od korištenja oštih metalnih alata na staklenim površinama mogu ostati ogrebotine.

Kod čišćenja laminiranih stakala potrebno je obratiti pažnju da sredstva za čišćenje ne dođu u dodir s rubovima stakla, jer se može oštetiti folija ukoliko se koriste agresivna sredstva.

➤ Čišćenje na poseban način oplemenjenih stakala i stakala s nanosima

Stakla navedena u nastavku, koja su na poseban način oplemenjena ili na vanjskoj površini imaju funkcionalni nanos, proizvodi su visoke kvalitete koji tijekom čišćenja zahtijevaju posebnu brigu i pažnju. Oštećenja, koja se mogu izazvati tijekom čišćenja, na tim su staklima posebno primjetna, te se istovremeno smanjuje njihova funkcionalnost. Po potrebi se moraju uzeti u obzir, prije svega pri proizvodim s vanjskim nanosom, i posebne upute proizvođača vezane za čišćenje:

-Vanjski nanos (pozicija 1) imaju neka stakla sa zaštitom od sunca. Obično se raspoznaju po visokom odbijanju svjetlosti. Ta stakla su često i kaljena (parapeti).

-Nanos s vanjske i unutarnje strane ostakljenja (pozicija 1 i 4) imaju stakla s jako smanjenim odbijanjem svjetlosti. Takva stakla se teško prepoznaju.

-Poseban primjer predstavljaju stakla koja imaju s vanjske ili unutarnje strane (pozicija 1 i 4) poseban nanos za zaštitu od topline. U slučaju posebnih prozorskih konstrukcija ti nanosi iznimno ne mogu biti okrenuti prema međuprostoru izolacijskog stakla. Mehanička oštećenja na tim nanosima uglavnom su vidljiva kao crtkaste mrlje zbog neznatno hrapave površine.

-Površine koje mogu odbijati nečistoće ili se mogu same čistiti, vizualno su jedva prepoznatljive. Radi funkcionalnosti, površina ostakljenja s tim nanosom okrenuta je prema okolišu. Mehanički izgreban nanos ne predstavlja samo vizualna oštećenja, već je na tom mjestu automatski smanjena njegova sposobnost automatskog čišćenja. Osim toga, te površine ne smiju dolaziti u dodir sa silikonima ili nečistoćama. Zato gumeni uređaji za čišćenje stakla ne smiju biti masni, ne smiju sadržavati silikone i na njima ne smije biti ostataka stare nečistoće u obliku čvrstih djelića.

-opisana dodatno oplemenjena stakla i stakla s nanosima proizvodi su visoke kvalitete, koji pri čišćenju zahtijevaju brižno i pažljivo postupanje.

➤ Dodatne upute

Kada se za odstranjivanje oštećenja na staklenim površinama koriste prijenosni strojevi za poliranje, mora se shvatiti spoznaja da se poliranjem skida dosta staklene mase. Zbog toga može doći do optičkog iskrivljenja (poznato i kao 'učinak leće').

Njihovo korištenje je zabranjeno na oplemenjenim staklima i staklima s nanosima. Kasnije poliranje kaljenog stakla može izazvati smanjenje čvrstoće, a zbog toga se može smanjiti sigurnost građevinskog elementa.

Prianjanje na staklenim površinama nije potpuno ravnomjerno. To je posljedica mikro promjena koje nastaju na mjestima na kojima su bile etikete i koje su nastale zbog otisaka vakuumskih prijenosnih uređaja, ostataka brtvila ili ostataka prstiju. Ta pojava je primjetna samo kada je staklo mokro i pri čišćenju stakla.

10. TRANSPORT I SKLADIŠTENJE

Prije nego se pošalju u transport stakla moraju biti na odgovarajući način pakovana i povezana na kraksni. Pomoću plutenih podloški izbjeći će se međusobno oštećenje površina stakla, dok će se folijom zaštititi sva stakla na kraksni kako bi se izbjegla potencijalna oštećenja uzrokovana vremenskim utjecajima.

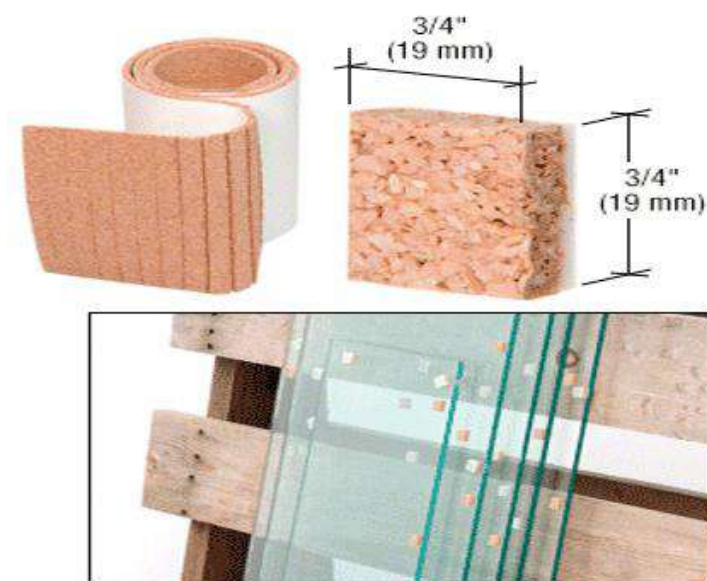
Prije polaska vozač je dužan pregledati sva stakla na kamionu kako bi se uvjerio da neko nije oštećeno. Isto tako nakon istovara robe dužan je provjeriti jesu li sva stakla uredno isporučena, a potom potpisati odgovarajući dokument da su uredno dovezena.

Ukoliko kupac samostalno vrši transport ili se prijavi da je staklo na kraksni puklo nakon što je vozač uredno dostavio stakla, Kristal ne snosi odgovornost.

Proizvodi u svakom trenutku moraju biti skladišteni u odgovarajućim uvjetima i bez doticaja s vanjskim vremenskim utjecajima.

10.2. Oštećenja na staklu

Već pri skladištenju stakla mora se pripaziti da stakla imaju odgovarajuće podloške i to tako da bi se osigurala distanca između stakla koja će ih držati razmaknutim. Za to su vrlo pogodne podloške od korka, koje se lako uklanjaju sa stakla bez bojazni da će na staklu ostati tragovi ljepila jer iste ne sadrže ljepilo (*Slika 10.2.1.*). Važno je da osoba pri pakovanju obrati pozornost da su podloške točno nanese tamo gdje dolazi letva za stezanje stakla na nosače, čime se osigurava da staklo izdrži protu tlak uslijed stezanja (letve, lastre i sl.). Ove podloške sprječavaju trenje uslijed kontakta između dvije staklene plohe. Također se izbjegava oštećenje površina stakla uslijed zaostatka prljavštine i kamenčića koju mogu biti između dvije staklene plohe (skladištenje / prijevoz).



Slika 10.2.1., Kork podloške

PAŽNJA : Pogrešno nanесene podloške u kombinaciji sa jakim pritiskom letvi za stezanje stakla dovode do izvijanja stakla. Kod float stakla, prilikom transporta ovo može izazvati lom. (Slika 10.2.2.).



Slika 10.2.2., Lom stakla prouzrokovan pogrešno pozicioniranim podloškama čija pozicija nije iza letve za stezanje, već pored

Generalno je pravilo da montažer pri istovaru kao i skladištenju izbjegava kontakt stakla sa staklom kao i stakla sa metalom.

Transportni nosač u tijeku vožnje mora biti osiguran od eventualnog proklizavanja jer težina stakla drži nosač pri naglom kočenju. Zaštita građevinskih elemenata ispod cerade u tijeku transporta održava stakla i prozore čistim i sprječava lomove stakla prouzrokovane termičkim utjecajima, što je izrazito zahvalno u vrijeme ljetnih dana kod transporta trostrukih izo jedinica jer se smanjuje zagrijavanje srednjeg stakla.

PAŽNJA: Kod izo jedinica niske Ug vrijednosti i ujedno visoke propusnosti svjetlosti postoji opasnost od vrlo brze apsorpcije u izo paketu naspram ruba izo stakla: Ova pojava može izazvati termički lom uslijed prijevoza na vozilo npr.: sa otvorenom prikolicom, kombi vozilo sa vanjskim nosačima i slična vozila koja nemaju ceradu.

Rizici skladištenja

Kod privremenog skladištenja na gradilištu ili drugim mjestima, glavni prioritet jeste zaštita stakla od izravnog sunčevog zračenja. Ako nemate na raspolaganju zatvoren prostor za skladištenje, potrebno je da se stakla prekriju neprozirnom folijom kako bi se zaštitila od izravnog sunčevog svjetla (ovo vrijedi i za stakla koja su npr. već ugrađena u prozorima a složena su radi daljnje manipulacije). Posebno obratite pozornost pri vanjskom skladištenju da su stakla u potpunosti prekrivena, ne samo djelomično.

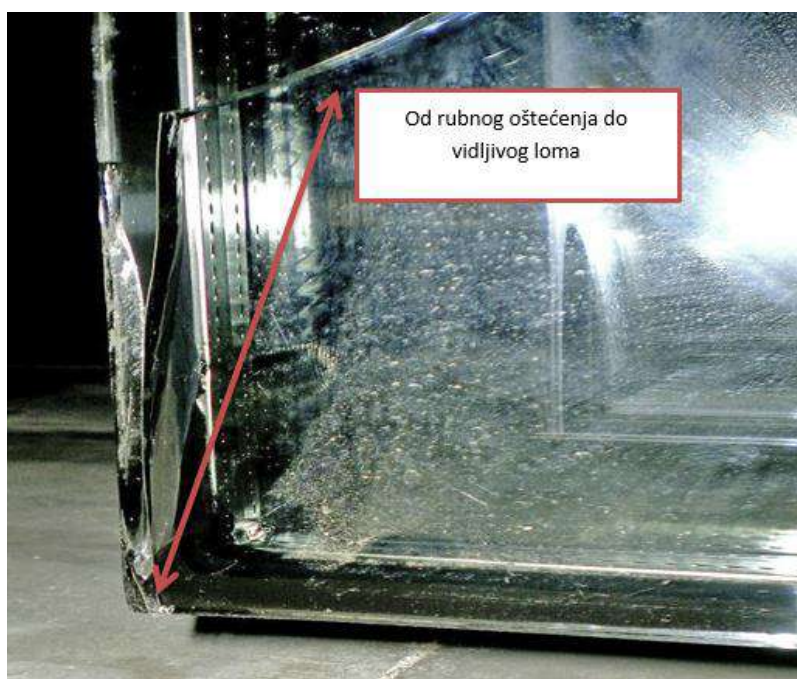


Slika 10.2.3., Lom stakla nastao skladištenjem stakla na nosaču pod otvorenim utjecajem sunca više dana (termo šok)

Pri ostakljenju izo jedinica na objektu obično je potrebno raznošenje po katovima. Ovdje je ispravan način skladištenja spuštanje stakla na mekane podloge (npr. drvene letvice) i spada pod obvezu.

Izravan kontakt stakla s tvrdim površinama treba izbjegavati npr. naslanjanje na zidove ili druge građevne elemente. Svako oštećenje rubova stakla je ekvivalent koji izaziva slabljenje kompletne plohe stakla, što može izazvati lom stakla. Rubna oštećenja mogu izazvati lom stakla, čak i nakon nekoliko tjedana ili mjeseci po ugradnji. Praksa je pokazala da je povoljnija narudžba novog stakla nego ugradnja stakla sa oštećenim rubom (izbjegavate reklamaciju, troškove demontaže i nove montaže te korištenje kranskih dizalica u slučaju velikih visina i sl.).

OPREZ : Kod skladištenja stakla na gradilištima, stakla su posebno osjetljiva na rubovima. Moguća oštećenja su sitne krhotine i mali lomovi na rubu stakla za koje se često smatra „da se može ugraditi, ne vidi se nakon postavljanje završnih lajsni na prozor i sl. !?“ (Slika 10.2.4.).



Slika 10.2.4., Oštećenje ruba stakla nastalo manipulacijom; Lom stakla postao vidljiv tek par tjedana po ugradnji stakla

Važan sigurnosni aspekt predstavlja pravokutno pozicioniranje stakla pri skladištenju. Kod A ili L nosača stakla su uvijek pravokutno pozicionirana i sve plohe stakla su pod jednakim opterećenjem.

OPREZ: Ako se troslojne izo jedinice skladište na gradilištu ukošene uz zid tada se javlja problem jer je samo zadnja ploha stakla pod opterećenjem. Što je ukošenje izo stakla pri odlaganju veće, prednja ploha stakla koja u ovom slučaju nema oslonca će kliziti, ovo neće izazvati lom stakla ali hoće izazvati smicanje u rubu izo stakla gdje će nastati pukotine u zaptivnoj masi – posljedice su: stakla više ne dihtuju i mogu zamagliti. Posebno su rizične izo jedinice velike kilaže i formata i takva izo stakla je potrebno odmah ugraditi bez vremenskog odlaganja. Izbjegavati duže odlaganje izo stakla u kosom položaju.

Vrijeme i mjesto ugradnje stakla nije bezazleno

Poznato je da su ugrađene izo jedinice spregnute podloškama/kajlama u otvarajućim pozicijama pod tlačnim opterećenjem i ovdje staklo može da izdrži i do deset puta veće tlačno opterećenje nasuprot vlačnim opterećenjima. Ako se izo jedinice ugrađuju na gradilištu gdje su okviri već ugrađeni tada montažer mora uzeti u obzir linearno širenje materijala npr. od stakla naspram drvetu, pvc-u ili metalu. Za praksu na gradilištu znači da ako se stakli na gradilištu potrebno je izbjegavati stakljenje pri veoma niskim kao i visokim temperaturama jer ramovi prozora zbog različitog linearnog širenja nasuprot staklu mogu eliminirati ulogu podloški (kajli) sa posljedicama npr.: ostakljivanje izvršeno zimi u ljeti već zapinje krilo i ne može se otvoriti, te u drugim slučajevima uslijed velikog napona na staklo može izazvati lom. (Slika 10.2.5).

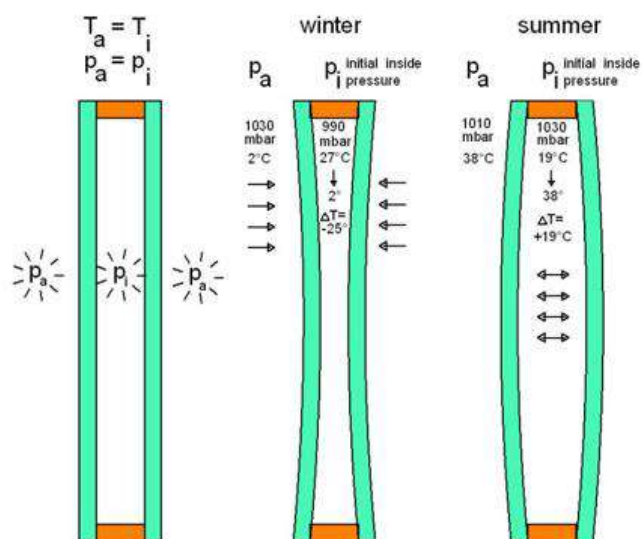
U drugom slučaju imamo situaciju ljeti kod tamnih okvira prozora gdje se ugradnja odvija pod visokim temperaturama i direktnom zračenju sunca, padom temperature materijal okvira prozora se steže više od stakla što rezultira ogromna tlačna naprezanja (u slučaju lošeg dimenzioniranja debljine stakla, lom stakla je neizbježan najčešće u predjelu gdje je staklo oslonjeno na podloške/kajle).

Također mogu biti problematične situacije kod građevinski objekata koji se stakle pred zimu i koji ostaju cijelu zimu bez grijanja. Ako se objekat stakli izo staklima koja su proizvedena u ljetnom periodu tada najtanje staklo vrlo brzo puca, posebno kod visoko selektivnih izo jedinica (međuprostor širine 2 x 16 mm) staklo pri minus temperaturama, ekstremno se brzo hladi i

ako u sastavu izo jedinice imamo različite debljine stakla (laminirana stakla/zvučna izolacija) i nepoivaljan omjer stranica na kraju dovodi do velikog tlačnog naprezanja , što znači izo staklo će postati konkavno. (Slika 10.2.5., 10.2.6.)



Slika 10.2.5., Izo jedinica ostakljena u jesen prije zime; U zimi, ekstremne hladnoće u negrijanim zgradama u kojima dođe do pod tlaka unutar izo jedinice koji je u ovom slučaju loma povezan i sa iznimnim lošim omjerom u dimenzijama



Slika 10.2.6., Tlačna naprezanja u izo jedinici ovisna su o temperaturama

Oprez pri radu sa plastičnim podizačima stakla

Često korištenje podizača stakla pri ugradnji može dovesti do ozbiljnih oštećenja ruba stakla i često montažeri zanemaruju ovu činjenicu pa i unatoč vidljivom oštećenju rubova stakla gdje se jasno vidi da je par krhotina već otpalo, staklo se ugradi. Ovakva oštećenja se čine bezazlena ali vremenom veličina oštećenja se proširuje i staklo tj. njegova jačina slabi, staklo će izdržati određeni period ali pri prvom većem opterećenju npr. visoke temperature gdje se staklo širi ili niske temperature gdje se staklo steže, lom će se proširiti cijelom vidljivom površinom. Nastanak loma se kategorizira kao da je staklo puklo samo od sebe bez stranih utjecaja, tek nakon demontaže puknutog stakla moguće je vidjeti pravi uzrok loma.

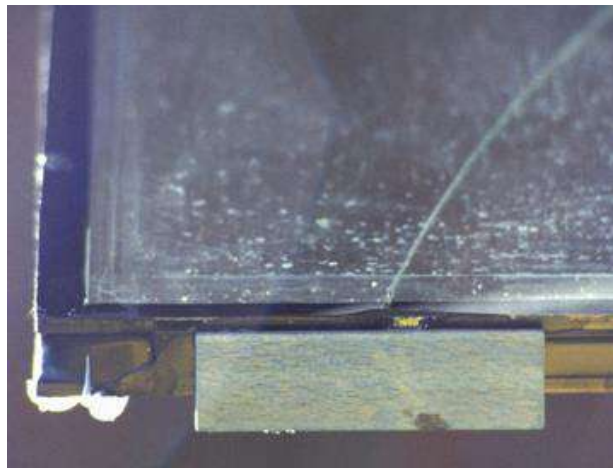
Podloške/kajle moraju biti odgovarajuće

Na gradilištu prije ugradnje moraju biti osigurane odgovarajuće podloške/kajle i mora biti utvrđena njihova kompatibilnost sa drugim materijalom i to sa izu jedinicom, profilom prozora, materijalima za završnu obradu fuga prozora sa svim silikonima koji koriste kao i zaptivnim rubom izo stakla.



Slika 10.2.7., Tipične greške kod korištenje nekompatibilnih materijala u kombinaciji jedan sa drugim

Kod sprezanja izo stakla podloškama/kajlama jako je bitna širina podloški, posebno kod trostrukih izo jedinica. Uske podloške se najčešće postavu u kosi položaj, takvim načinom se brže ugrađuje staklo ali tada težina stakla nije ravnomjerno raspoređena na podlošku, već se ukupna težina stakla koncentrira na jako mali dio što povećava tlačna naprezanja. Što je izo jedinica veća i teža to je opasnost od loma uslijed odabira pogrešnih podloški veća. (Slika 10.2.8.)



Slika 10.2.8., Suviše uska i pogrešna podloška uzrokovala pucanje stakla zbog visokog tlačnog naprezanja unutarnjeg ruba stakla; Lom nastao tek 7 dana po ugradnji

Vrlo je bitno da montažu izvode samo obučene osobe u protivnom greške na gradilištu biti će vidljive i mnogo poslije izvršene ugradnje.

Greške se mogu smanjiti pravilnim planiranjem u tijeku narudžbe, izrade i manipulacije.

11. STAKLO KUPCA NA DORADI

Kada se radi o staklu kupca koje je namijenjeno za kaljenje, emajliranje, laminiranje i izo staklo kupac je dužan dostaviti deklaraciju/izjavu o porijeklu stakla, te uzorak za svaku vrstu i debljinu (dimenzije uzorka za kaljeno 360x1100 mm, dimenzije uzorka za laminirano 600x1200 mm).

Ukoliko gore navedeno kupac nije dostavio, Kristal d.o.o. neće biti u mogućnosti izdati CE izjavu. Bez izjave o porijeklu kupčevog stakla Kristal ne može znati odakle je to staklo i ne može stajati iza parametara navedenih na CE izjavi o sukladnosti proizvoda.

Razlog tome je što Kristal posjeduje certifikate od ovlaštene laboratorije (IKATES,IFT) za proizvodnju kaljenog, laminiranog, izo stakla na osnovu stakala od renomiranih dobavljača s područja europske unije, i samo za takva stakla CE izjavom garantira kvalitetu i svojstva proizvoda koji su navedeni na CE izjavi o svojstvima.

Ukoliko Kristal kao proizvođač promijeni nekog od dobavljača sastavnih komponenti za navedene vrste proizvoda, morao bi prema uredbi EU 305/2011 ponovno slati zahtjev ovlaštenoj laboratoriji za izdavanjem novog certifikata. To je još jedan razlog zašto je potrebna izjava o porijeklu stakla, te činjenica da dobavljač kupčevog stakla mora biti isti kao i Kristalov dobavljač ukoliko za svoje staklo želi CE izjavu.

Da bi se za staklo izdala CE izjava prethodno je nužno uraditi standardom definirane testove koje je potrebno zadovoljiti kako bi se mogla priložiti validna CE izjava za pojedinu vrstu proizvoda. Iz tog razloga je potreban testni uzorak kupčevog stakla.

Stoga, CE izjava za staklo kupca na doradi se ne izdaje ukoliko isti nije dostavio sve gore navedeno.

12. DIMENZIONIRANJE STAKLA

Kad je riječ o dimenzioniranju stakla u proteklim godinama su se koristila tehnička pravila TRLV, TRPV i TRAV. Jedan od preduslova za stvaranje zajedničkog europskog unutarnjeg tržišta je da u građevini sve države članice primjenjuju ne samo jednoobrazne norme proizvoda nego i jednoobrazna pravila dimenzioniranja. Ona se moraju zasnivati na Eurocode-u, sigurnosnom konceptu. Zbog toga je i izrađena norma DIN 18008 koja pri dimenzioniranju stakla ispunjava europska nastojanja za jednoobraznim konceptom sigurnosnih pravila Eurocode. Stoga norma DIN 18008 predstavlja priznata pravila tehnike koja se moraju poštivati. Činjenica je da dimenzioniranje stakla postaje zahtjevnije.

Kod usporedbe proračuna u mnogo slučajeva se može utvrditi da su prema normi DIN 18008 stakla iste debljine, kao i prema do sad važećim tehničkim pravilima. Međutim, uvijek postoje iznimke:

a) Horizontalno ostakljenje od VSG/Float stakla (i donja staklena ploha izolacijsko staklo). U ovim slučajevima je prema novoj normi ponekad potrebna veća debljina stakla, jer je nosivost VSG/Float stakla pri srednjem trajanju djelovanja opterećenja manja nego prema prijašnjim TRLV pravilima.

b) Vertikalna i horizontalna ostakljenja od ornament stakla. I ovdje je prema novoj normi ponekad potrebna veća debljina stakla jer je nosivost ornament stakla manja nego prema prijašnjim TRLV pravilima.

c) Vertikalna ostakljenja učvršćena držačima sa velikim razmacima i kod kojih je savijanje relevantno za dimenzioniranje. U ovom slučaju na prvi pogled postoji potreba za veće debljine stakla jer ograničenje savijanja prema novoj normi iznosi $1/100$ rastojanja između nosača u sredini plohe i ne dopušta manje debljine stakla. Pri tome se zanemaruje slijedeće: i u starim TRLV pravilima je također postojalo ograničenje savijanja koje se često zanemarivalo, jer je bilo skriveno u jednoj fus noti. Prema novoj formi dozvoljeno je da savitljivost kod vertikalnih ostakljenja bude i veća od $1/100$ razmaka između nosača, ukoliko se dokaže da uslijed skraćivanja tetive neće biti prekoračeno smanjenje širina ležišta od 5 mm, ako se cjelokupno skraćivanje tetive odnosi na samo jedan nosač. Neki softverski programi sadrže dio za proračun skraćivanja tetive.

Prema novoj normi mora se znatno više ispitati opterećenje nego prema starim tehničkim pravilima. Nova norma omogućava proračun prema kompleksnijim metodama koje se ne mogu sprovoditi bez odgovarajućeg softvera. Samo se jednostavni proračuni, kao i kod TRLV, mogu vršiti bez posebnog softvera. Statički proračun ubuduće kao i do sada, izrađuje se za pojedine slučajeve. Za pravilnu stručnu izvedbu garantira proizvođač u skladu sa zahtjevima zakona o gradnji (npr. uvjeti montaže), što naravno uključuje izbor dovoljno debelog stakla.

Izvod iz norme DIN 18008-2:

7.5. Dozvoljeno je ugrađivati vertikalna ostakljenja koja su opterećena vjetrom, vlastitom težinom, klimatskim djelovanjem, i koja su sastavljena iz dvo ili troslojnog izolacijskog stakla za ugradnju na visini do 20 m iznad tla, pri normalnim uvjetima proizvodnje i ugradnje izolacijskog stakla tj. Prema normi DIN 18008-1:2010-12. Tabela u nastavku se primjenjuje bez daljnjeg proračuna za slijedeće uvjete:

Proizvod od stakla	Float, TVG, ESG/ESG-H ili VSG
Površina	$\leq 1,6 \text{ m}^2$
Debljina staklene plohe	$\geq 4 \text{ mm}$
Razlika u debljini staklenih ploha	$\leq 4 \text{ mm}$
Međuprostor	$\leq 16 \text{ mm}$
Karakteristična vrijednost opterećenja vjetra	$\leq 0,8 \text{ kN/ m}^2$

**NAPOMENA: Ukoliko dužina kraćeg ruba prelazi vrijednost od 500 mm (dvoslojno izolaciono staklo) i 700 mm (troslojno izolaciono staklo) kod staklenih ploha od float stakla povećava se rizik od loma uslijed klimatskih djelovanja.*

Ovlaštena osoba za statički proračun uvijek snosi odgovornost za svoje proračune. Za takve usluge se mora osigurati odgovarajući stručnjak.

Proizvođač IZO ostakljenja ili prozora snosi odgovornost prvenstveno prema svojim klijentima za ispravno dimenzioniranje prema normi DIN 18008.

U praksi se često ne zahtijeva usluga dimenzioniranja od dobavljača stakla ili izolacijskog stakla, nego se kod njega vrši narudžba gotovih staklenih konstrukcija. U ovom slučaju dobavljač ne odgovara za to, da li je IZO staklo za predviđenu upotrebu ispravno dimenzionirano- jer njemu nisu poznati upotreba i uz to pripadajući okvirni uvjeti.

Ukoliko kupac od djelatnika tehničke podrške Kristala traži savjet o statičkim proračunima i odgovarajućim kombinacijama stakla dužan je ispuniti obrazac s pripadajućim podacima, kako je prikazano u *Prilogu 13.2.*.

Proučavajući stare tehničke upute i nove prema DIN 18008 postavlja se pitanje mora li se uvijek koristiti prenapregnuto staklo. Odgovor je ne. Samo kod izolacijskih stakala od float stakla sa dužinama ivica manjim oko 1 m i velikim međuprostorom između ploha, kao i kod trostrukog izolacijskog stakla sa dva normalno velika međuprostora pojavljuje se nedozvoljeno veliko naprezanje u slučajevima značajnog utjecaja klimatskog opterećenja. Ukoliko povećanjem debljine stakla ne dođe do njihovog smanjenja, možda se pojavi potreba korištenja prenapregnuto stakla umjesto float stakla.

U nastavku je priložen ***'Priručnik za dimenzioniranje stakla prema DIN 18008'*** u kome se mogu pronaći sve potrebne pojedinosti.

13. PRILOG

13.2. Definiranje parametara za statički proračun

Definiranje projekta za proračun debljinu stakla
(Izračunato u skladu s DIN 18008)

Poduzeće:			Naziv građevine		
Grad / PTT			PTT i adresa :		
Kontakt osoba:					
Telefon:					
e-mail:					
Kontakt osoba:					
Geometrija stakla Pravokut ☐ kosi rub ☐ Trokut ☐ ostalo ☐					
Struktura stakla: 1-sloj ☐ 2-sloja ☐ 3-sloja ☐					
Širina b:					
Visina h:					
Širina c :					
Zaštita od pada prema DIN 18008 dio 4 NE ☐			☐ Kat. A ☐ Kat. B ☐ Kat. C1 ☐ Kat. C2 ☐ Kat. C3		

Vanjsko staklo			Srednje staklo			Unutarnje staklo		
VSG	Debljina stakla mm	Širina profila 1 mm	VSG	Debljina stakla mm	Širina profila 2 mm	VSG	Debljina stakla mm	Širina profila 3 mm
☐	Float		☐	Float		☐	Float	
☐	ESG (float)		☐	ESG (float)		☐	ESG (float)	
☐	ESG(emajl)		☐	ESG(emajl)		☐	ESG(emajl)	
☐	TVG		☐	TVG		☐	TVG	
☐	VSG (float)		☐	VSG (float)		☐	VSG (float)	
☐	VSG (TVG)		☐	VSG (TVG)		☐	VSG (TVG)	
☐	VSG (ESG)		☐	VSG (ESG)		☐	VSG (ESG)	
Debljina folije za VSG			Debljina folije za VSG			Debljina folije za VSG		
☐	mm		☐	mm		☐	mm	

Oslonac stakla ☐ na sve strane ☐ dvije strane, širine bez oslonca ☐ tri strane, širine bez oslonca ☐ dvije strane, visine bez oslonca ☐ tri strane, visine bez oslonca
Nagib kod ugradnje _____ ° (vodoravno = 0°, vertikalni = 90 °)

Nadmorska visina pri ugradnji: _____ m Zona vjetrova: ☐ Zona 1 ☐ Zona 2 ☐ Zona 3 ☐ Zona 4 ☐ Zona 5 Opterećenje snijegom: _____ kN/m²

Visina građevine:	
Širina građevine:	
Dubina građevine:	
Visina ugradnje z _____ mm (samo kod vertikalnog ostakljenja)	
Udaljenost od prednjeg ruba zgrade u_y _____ mm (samo kod nadglavnog ostakljenja)	
Udaljenost od lijevog ruba zgrade u_x _____ mm (samo kod nadglavnog ostakljenja)	



Kategorija terena ☐ I obalni, otvorena jezera, ravna zemlja itd ☐ III predgrađa, industrijska područja ☐ II poljoprivredne površine, farme itd ☐ IV gradska područja, min. 15% viša od 15 m	
Vrsta građevine ☐ otvorena zgrada ☐ zatvorena zgrada Visina otvora: _____ metara Zid 1 otvoren _____ % Zid 2 otvoren _____ % Zid 3 otvoren _____ % Zid 4 otvoren _____ %	
Oblik krova (samo za nadglavna ostakljenja) ☐ Ravni krov s oštrim strehama ☐ ravni krov s potkrovljem ☐ Ravni krov sa zaobljenim potkrovljem ☐ Ravni krov sa spuštanim potkrovljem ☐ jednostrešan krov ☐ dvostrešan krov ☐ shed krov ☐ skošen krov ☐ šatrast krov	
Linarna opterećenja ☐ Bez ☐ 0,5 kN ☐ 1,0 kN ☐ 1,5 kN ☐ 2,0 kN Napad razina linearnih opterećenja mm branile liniju opterećenje ☐ ☐ unutar izvana	

13.3. Priručnik za dimenzioniranje stakla prema DIN 18008

BF-Merkblatt 019 / 2015



Bundesverband
Flachglas

***Priručnik za dimenzioniranje
stakla prema normi DIN
18008***

Sadržaj

1.0 Uvod	2
2.0 Pravila izvedbe u zavisnosti od primjene.....	5
3.0 Pregled vodećih dokaza	8
4.0 Parcijalni sigurnosni koncept.....	9
5.0 Djelovanje i trajanje djelovanja.....	10
6.0 Dokaz graničnog stanja nosivosti i utvrđivanje razine napetosti i deformacija.....	11
7.0 Dokaz graničnog stanja upotrebljivosti.....	14
8.0 Dokaz sigurnosti u slučaju udara.....	15
9.0 Dokaz preostale nosivosti	18
10.0 Postupanje pri dimenzioniranju	21
11.0 Literatura	23
Računski primjeri.....	24

1.0 Uvod

Ovaj priručnik namijenjen je svima onima koji vrše projektiranje, savjetovanje, proračunavanje, proizvodnju, preradu, oplemenjivanje, prodaju i montažu stakla i elemente za ugradnju stakla. Njegov cilj je stručno i kompetentno savjetovanje o proizvodima od stakla, njihova upotreba u granicama tehničkih i građevinsko-pravnih mogućnosti i dokazivanje svih mogućnosti upotrebe istih. Ovaj priručnik ne predstavlja zamjenu za normu.

Norma DIN 18008 mijenja do sada važeći pravilnik o konstruktivnoj ugradnji stakla. Dimenzioniranje stakla prebacuje se na koncept parcijalnog koeficijenta sigurnosti koji se već godinama primjenjuje kod svih drugih materijala kao npr. čelik, beton, drvo.

Sva do sada važeća tehnička pravila i DIN-norme za dimenzioniranje i konstruiranje ostakljenja navedena su u pravilniku. Do sada su predstavljeni sljedeći dijelovi DIN 18008 norme:

Dio 1: Pojmovi i opće osnove

Dio 2: Linijski umetnuta ostakljenja (polustrukturalne fasade)

Dio 3: Točkasto lijepljena ostakljenja (strukturnalne fasade)

Dio 4: Dodatni zahtjevi za ostakljenja koja se trebaju osigurati od pada / rušenja

Dio 5: Dodatni zahtjevi za prohodna ostakljenja

Nije još dovršen 6. dio koji sadrži „dodatne zahtjeve za prohodna ostakljenja sa mjerama čišćenja i održavanja“.

U pripremi je i 7. dio koji će opisivati „posebne konstrukcije“ kao npr. zakrivljeno staklo ili staklene stupove. Slika 1 daje nam pregled trenutno važećih pravilnika i strukturu norme DIN 18008 [1].

Sve konstrukcije čije primjene su opisane i za koje su definirane konstruktivne granice primjene smatra se da su pod građevinskim nadzorom. Za očekivati je da će DIBt (Njemački institut za građevinsku tehniku) uvesti pravila za sve druge primjene kao npr. Opće građevinske e dozvole (AbP).

Bitni konstruktivni okvirni uvjeti su preuzeti, dijelom su proširene granice primjene, i uvedene su nove metode proračuna npr. računaska simulacija udara klatna.

DIN 18008-1 je osnova za sve druge dijelove norme. Pošto su u 7. dijelu norme planirani i pravilnici za upotrebu staklenih držača, nosača i stakla kao elementa učvršćivanja, u dijelu 1 validnost neće biti ograničena samo na polustrukturalne fasade (ostakljenja).

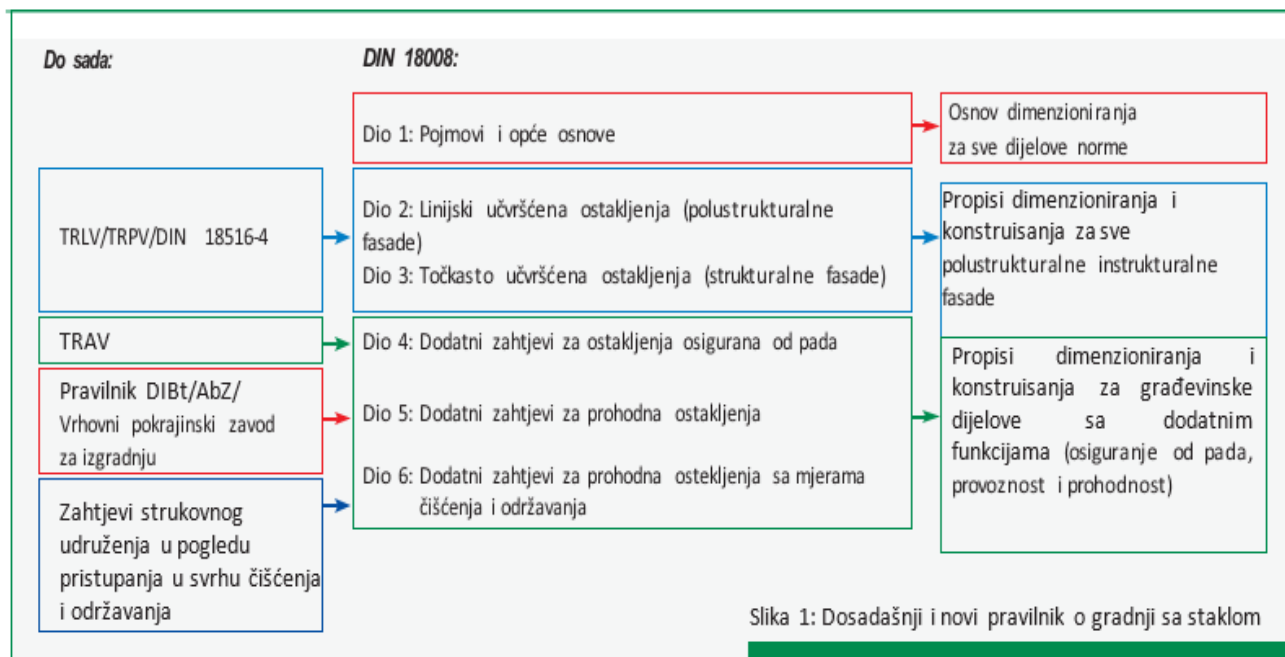
U principu je moguće ovim dijelom norme obuhvatiti svaku vrstu staklene konstrukcije kao npr. prohodna stakla ili čak akvarije. Pošto ostali dijelovi norme ne obuhvaćaju ova područja primjene, prema pravilniku o građevinskom nadzoru smatraju se „nereguliranim“ u okviru DIN 18008 norme. Ovo ograničenje odnosi se posebno na minimalne konstruktivne uvjete kao staklo u građenju i uvjete učvršćivanja.

Norma DIN 18008 se može koristiti za inženjerske potrebe za bilo koju konstrukciju.

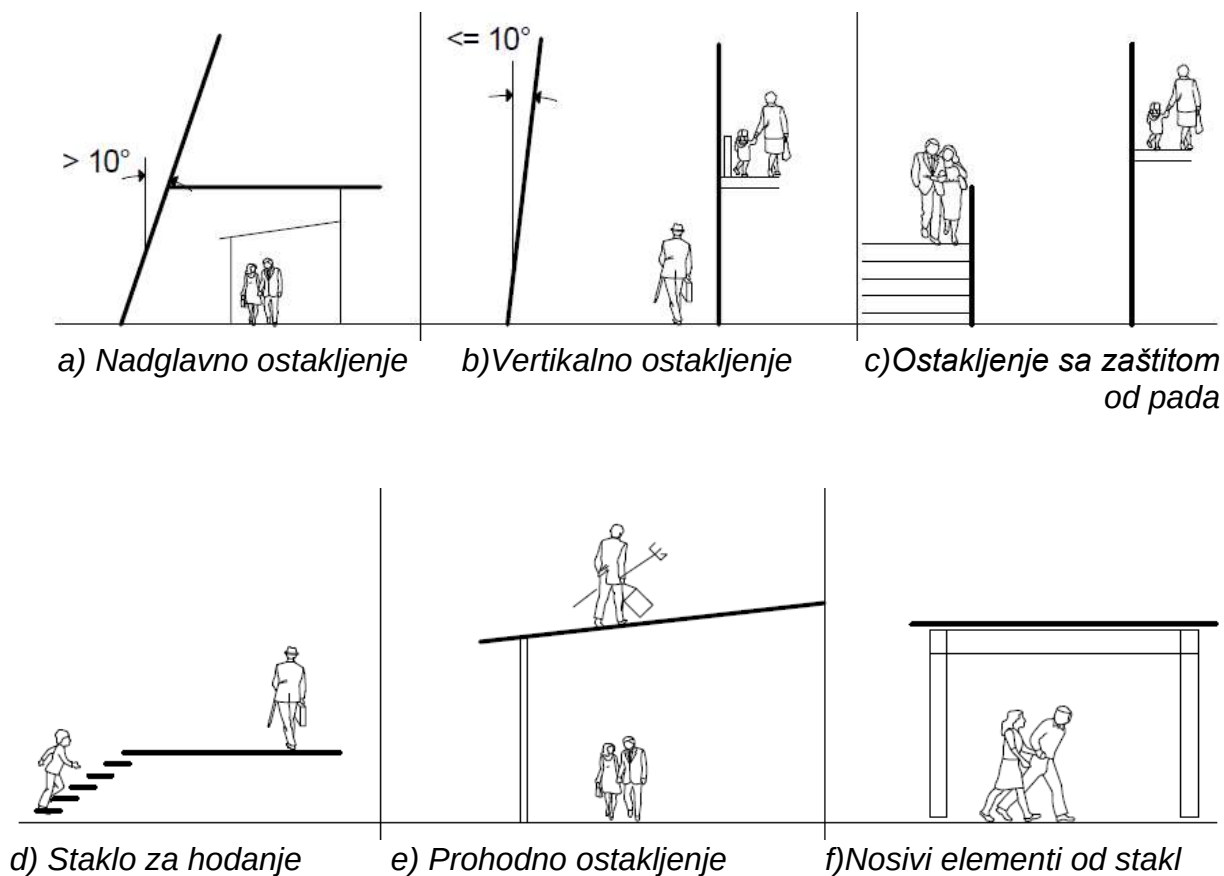
Nakon što su ispoštovani svi propisi iz 1. dijela, na snagu stupaju dijelovi 2 ili 3 u zavisnosti od načina učvršćivanja (polustrukturalno ili strukturalno), a dodatno su u skladu sa područjem primjene (osigurano od pada, prohodno ili pristupno) određeni i dodatni zahtjevi u dijelovima 4, 5 i 6.

Dimenzioniranje savijene staklene površine je principijelno moguće prema navedenim vrijednostima u Općim građevinskim zahtjevima (AbZ). Unatoč tome mora se ispitati primjenjivost konstrukcijskih propisa za ravna ostakljenja pri dokazanom osiguranju od loma ili dokazanoj nosivosti u svakom pojedinačnom slučaju, pošto se ovi uvjeti izvode iz iskustva sa ravnim staklima. Pravilnik za upotrebu savijenog stakla predložen je od strane Saveznog udruženja Flachglas [7].

Slično važi i za točkasto učvršćeno IZO stakla (strukturalne fasade). Ovdje se još mora voditi računa da se izračunavanje unutrašnjeg opterećenja IZO stakla sa više staklenih ploha (MIG) vrši uz pomoć općevažećih formula (8 i 9). Ovo nije moguće izračunati pojednostavljenim formulama za ravno, pravokutno dvostruko MIG staklo prema normi 18008-2.



Prema standardu DIN 18008 postoje slijedeće vrste ostakljenja:



Dio norme	Najbitniji sadržaji
Dio 1: Pojam i opće osnove	Dio 1 sadrži smjernice za proračun i uslove konstrukcije koji važe za sve ostale dijelove norme. U smjernice za proračun spadaju npr. stupanj opterećenja za višeslojno IZO staklo.
Dio 2: Linijski učvršćena ostakljenja (polustrukturalne fasade)	Vrsta gradnje: ravna, razdjeljena jednostavna i izolaciona ostakljenja Učvršćivanje: Najmanje dvije suprotne strane su postavljene sa mehanički veznim elementima sa pozitivnim (usis vjetra) i negativnim (pritisak vjetra) opterećenjem, potpuno linijski prohodno. Definicija -Horizontalnog ostakljenja ($> \pm 10^\circ$ u odnosu na vertikalu) – Vertikalno ostakljenje ($\leq \pm 10^\circ$ u odnosu na vertikalu) Ovo važi za sve dijelove norme. Od ugla ugradnje zavise i dozvoljene vrste stakla i način ugradnje čije određivanje minimizira rizik od opasnosti pri neplanskom lomu stakla (Vidi tabelu 14+15 preostala sposobnost) Za pravokutno, ravno dvostruko MIG staklo naveden je postupak proračuna klimatskog opterećenja. Za krivo staklo, tačkasto postavljene staklene plohe (strukturnalne fasade) ili trostruko MIG staklo mora se koristiti literatura (8, 9) ili odgovarajući softver. Linijski postavljena ostakljenja strukturalne fasade mogu se dimenzionirati uz pomoć tabele 1 i 2. Isto važi i za izbor staklene gradnje za horizontalna i veritikalna ostakljenja. Na osnovu posebnih zahtjeva ETAG 002/EN 13022 [10, 11] nije moguća prenošenje općih konstrukcijskih uslova. U ovom slučaju su prilikom izvedbe potrebni posebni pregledi.
Dio 3: Tačkasto učvršćeno ostakljenja (strukturnalne fasade)	Vrsta gradnje: ravno jednostruko ostakljenje Mogući način učvršćivanja: 1. Okrugli nosač sa cilindričnim bušenjem stakla 2. klema nosač na rubu ili u uglu bez bušenja 3. Kombinacija 1.i2. uz linijsko učvršćivanje Dozvoljena vrsta stakla definira se prema uvjetima ugradnje i vrsti učvršćivanja. Ail ovdje je u prvom planu rizik od povreda kao posljedica loma stakla (vidi tabelu 15).
Dio4: Dodatni zahtjevi za ostakljenja koja treba osigurati od pada/loma	Vrsta gradnje: ravna ojačana jednostruka i izolaciona ostakljenja Ostakljenja koja treba osigurati od pada/loma podjeljena su u A, B i C kategorije. Ove kategorije odnose na vrstu konstrukcije.
Dio 5: Dodatni zahtjevi za prohodna ostakljenja	Vrsta gradnje: ravna, ojačana ostakljenja Dozvoljeno opterećenje predstavljanosivost vise ovoba kao što je slučaj kod korištenja stepenica, podesta, mostića ili staza i svjetlosnih okna (šahtova). Dozvoljene vrste stakla kod ove gradnje navedene su u tabeli 14.
Dio 6: Dodatni zahtjevi za mjere čišćenja i održavanja pristupnih ostakljenja	Ovaj dio norme još nije završen Tabela 1: Najvažniji sadržaji norme DIN 18008

U tabeli 1 su sažeti najvažniji sadržaji pojedinih dijelova norme.

Tabela 2 sadrži najvažnije definicije i kratice. Kao smjernica za dimenzioniranje služi shema u tabeli 15.

2.0 Pravila izvedbe u zavisnosti od primjene

Normom DIN 18008 propisana su pravila izvedbe: koja su djelomično općevažeća (vidi dio 1), koja se moraju poštovati zavisno od načina učvršćivanja (dijelovi 2 i 3), ili čak odgovarajućih dodatnih zahtjeva u zavisnosti od primjene (dijelovi 4 i 5).

Ova pravila izvedbe, koja dijelom nadmašuju opća pravila staklarskog zanata i zahtjeve normi sažete se nalaze u tabeli 3.

Ova pravila konstruiranja još uvijek se ne odnose na zahtjeve koji se moraju isposlovati prema tabeli 15 kao dokaz za preostali kapacitet.

Pregled definicija i skraćenica

FG	Float staklo
TVG	Djelimično kaljeno staklo
ESG	Sigurnosno kaljeno staklo
ESG-H	Sigurnosno kaljeno staklo toplotno testirano Heat-Soak-testom
VSG	Laminirano sigurnosno staklo
VG	Višeslojno staklo
ED	Vrijeme djelovanja
MIG	Višeslojno izolacijsko staklo
SZR	Međuprostor (kod IZO stakla)
Kategorija A, B i C	Definicije za klasifikaciju ostakljenja osiguranih u slučaju pada prema DIN 18008-4 normi
AbZ	Opća dozvola građevinskog nadzora
AbP	Opći certifikat
PVB-Folie	Polyvinylbutyral-Folija
DIBt	Njemački institute za gradnju
ZiE	Odobrenje u pojedinačnom slučaju
E _d	Kombinacije djelovanja
R _d	Otpornost građevinskih elemenata
C _d	Kriterij zakrivljenosti zbog savijanja (nekadašnji progib)
L	Dužina po glavnoj nosivoj strani
S	Dužina tetive (kod progiba)
h	Progib

Tabela 2: skraćenice i definicije

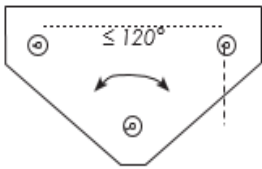
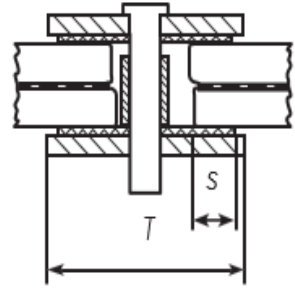
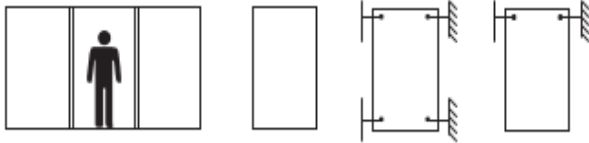
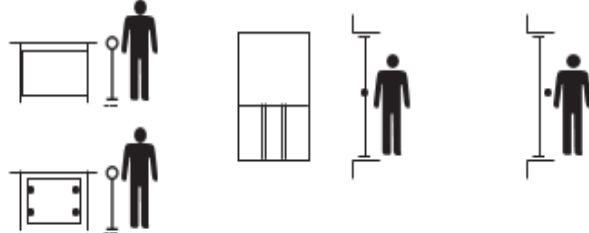
Dio norme	Osnovno načelo konstrukcije ¹⁾
Dio 1: Pojmovi i opće osnove	Zahtjevi konstrukcije odnosno geometrije • Pri postavljanju izbjegavati lokalnu vršnu napetost • Izjednačavanje vrijednosti tolerancije. • Uglovi i isječki moraju biti zaobljeni • Potpuno bušenje stakla i isječaka dozvoljeno je samo kod termički ojačanog stakla. • Širina razmaka između dva mjesta bušenja i isječaka mora iznositi minimalno 80 mm, u suprotnom se koriste stakla povećane vrijednosti čvrstoće koje nisu dostignute termičkim pred naprezanjem... • Dozvoljene debljine stakla: 3 do 19 mm. • Folija mora biti trajna za planiranu upotrebu • Prisilna opterećenja se moraju izbjeći ili računski uzeti u obzir. Zahtjevi koje trebaju ispunjavati proizvodi od stakla koji izlaze iz ove norme proizvoda • Dozvoljeno oštećenje ivice kod ESG i TVG stakla iznosi maksimalno 15 % u odnosu na debljinu stakla. • Tipičan izgled loma mora biti moguće utvrditi i na staklu veličine građevinskih elemenata.
Dio 2: Linijski učvršćena ostakljenja (polustrukturalne fasade)	• Minimalni utor stakla ≥ 10 mm, ukoliko nije drugačije određeno (npr. UV-zaštita kod spoja rubnog dijela izolacionog stakla). • Dozvoljeni pregib donje konstrukcije $\leq L/200$ se odnosi na nosive ivice stakla ili se određuje u dogovoru sa proizvođačem stakla. • Stručno izravnavanje pomoću kalle. Dalji konstruktivni propisi se odnose na ugao ugradnje (kod horizontalnih ili vertikalnih ostakljenja) i upućuju na dovoljnu preostalu sposobnost. Zahtjevi vezani za ovo dati su u tabeli 15.
Dio 3: Točkasto učvršćena ostakljenja (strukturnalne fasade)	Tanjurasti nosači (uvijek uz bušenje): Uvijek se mora koristiti spojeno sigurnosno staklo napravljeno od termički pred napetog stakla. Nije dozvoljena upotreba monolitnog ili IZO stakla. Dalja pravila koja se odnose na vrstu stakla koje se koristi u zavisnosti od ugla postavljanja navedena su u tabeli 15 kao dokaz o preostaloj izdrživosti stakla. • Bušenje: Dozvoljeno je samo cilindrično bušenje sa izbrušenim ili visokokvalitetnim ivicama (skošeni rub od 0,5 do 1,0 mm, odstupanje ivice u rupi ne smije biti veće od 0,5 mm). • Rubovi: Pojedinačna stakla moraju biti bar zaobljenih rubova, ivice float stakla moraju biti izbrušene. • Materijal točkastih nosača: Čelik, aluminij ili inoks (koristiti pod nadzorom). Kod projektiranja se mora uzeti u obzir opterećenje u slučaju korozije materijala. Broj točkastih nosača: Mora biti postavljeno najmanje tri nosača kod isključivo točkasto učvršćenog stakla. • Minimalne dimenzije tanjurastih nosača su $T = 50$ mm, Najmanji utor stakla iznosi $s = 12$ mm i u deformiranom stanju. • Širina razmaka između rupa i ruba mora biti minimalno 80 mm, prekoračenje nije dozvoljeno.   Stezni nosači: • Izbor vrste stakla za ugrađivanje zavisi od situacije gdje se vrši ugrađivanje. (vidi tabelu 15) • Površina stezaljki 1000 mm², Utor $s = 25$ mm. • Mora biti ispoštovana najmanja dozvoljena debljina među sloja da ne bi došlo do kontakta između čelika i stakla. • Vijci moraju biti osigurani od slučajnog odvijanja. • Može doći do odstupanja u debljini stakla ako je VSG faktor 1,7 $d_{VSG} 0,76$ mm. Kod horizontalnih ostakljenja se stezni nosači koriste samo u slučaju osiguranja od usisa; ukoliko je staklena ploha naslonjena na linijski ležaj (poredi tabelu 14) Dozvoljena je kombinacija steznih i točkastih nosača odnosno kombinacija sa linijskim učvršćenjima shodno dijelu 2.

Tabela 3: Konstrukcijska načela navedena prema dijelovima norme (dio I)

Dio norme	Osnovna načela izvedbe
Dio 4: Dodatni zahtjevi za ostakljena koja su osigurana u slučaju loma / pada	Konstruktivni zahtjevi zavise od toga u koju kategoriju osiguranja u slučaju pada / loma staklo spada (A, B ili C). Za izvedbe sa utvrđenim osiguranjem u slučaju udara (vidi tabelu 13) su navedeni podaci. Ukoliko ovdje dođe do odstupanja, potrebno je priložiti dokaz osiguranja u slučaju udara u vidu primjera. Za VSG općenito važi da debljina jednog stakla ne smije odstupati više nego što iznosi faktor 1,7. Mogući primjer nam nude sljedeće kombinacije stakla kod dvostrukog VSG stakla: 4 mm + 6 mm, 5 mm + 8 mm, 6 mm + 10 mm, itd. Opis kategorije i dozvoljene vrste stakla: Kod kategorije A radi se o ostakljenjima visine prostora u koji su postavljena bez potpornog nosača. • Jednostavna ostakljenja moraju biti od VSG stakla. • Za stranu koja je okrenuta prema udarnoj strani MIG stakla smije se samo koristiti VSG, ESG ili VG iz ESG. • Najmanje jedno MIG staklo mora biti VSG • Kod trostrukog izolacionog stakla dozvoljeno je da se iza prednjeg ESG stakla nalazi grubo lomljivo staklo, ukoliko se pri udaru klatna prednje ESG staklo ne razbije. 
	Ostakljenja koja spadaju u kategoriju B su ostakljenja koja su u dnu pričvršćena kao staklene ograde. Pojedinačne staklene površine povezane su jednim rukohvatom. Rukohvat je moguće shodno ovoj normi pričvrstiti na gornjoj ivici stakla ili uz pomoć tanjurastih nosača. U slučaju oštećenja jednog elementa ograde opterećenje nosača raspoređuje se na susjedna stakla ili granične elemente. U ovom slučaju samo je dozvoljena upotreba VSG stakla. 
	Ostakljenja kategorije C postavljaju se samo pretinasto ispod ili iza nosivog nosača. Kao svestrano linijski postavljena stakla koja sapađaju u kategoriju C1 i C2 dozvoljeno je koristiti i mono ESG staklo, inače je dozvoljena upotreba samo VSG stakla. • Za stranu okrenutu prema udaru kod višeslojnog izolacionog stakla kategorija C1 i C2 važe ista pravila kao i za stakla kategorije A, a za sva ostala stakla dozvoljeno je upotrebljavati staklene proizvode navedene u dijelu 2 i 3. Sa staklima kategorije C3 u pogledu dozvoljenih materijala treba se ophoditi kao sa ostakljenjima kategorije A. To isto važi i za dozvolu korištenja grubo lomljive vrste stakla kod trostrukog izolacionog stakla.  Kategorija C1 Kategorija C2 Kategorija C3
Dio 5: Dodatni zahtjevi za prohodna ostakljenja	Staklo mora biti dovoljno stabilno i osigurano u slučaju klizanja. Ponekad mora biti i osigurano i u slučaju podizanja. Kao staklena konstrukcija najbolje je da se koristi VSG staklo koje se sastoji od najmanje tri staklene površine. Nosivost je ograničena na kretanje osoba pri uobičajenom korištenju i prenošenju vertikalnog tereta od maksimalno 5 kN/m².
¹⁾ Norma DIN 18008 predstavlja mjerodavni pravilnik. Ona bi se uvijek trebala upotrebljavati u slučaju planiranja i dimenzioniranja stakla.	
Tabela 3: Osnovna načela izvedbe razvrstana prema dijelovima norme (Dio I I)	

3.0 Pregled dokaza za ispunjavanje zahtjeva

Izvedba staklene konstrukcije sadrži ne samo podatak o statički potrebnoj debljini stakla nego i diktira provođenje dokaza koji uzimaju u obzir ponašanje i nosivost stakla pri udaru i lomu.

Norma DIN 18008 sadrži propise vezane za staklo kao i točkaste ili stezne nosače. Pod konstrukcija kao i njene veze za građevinu podliježe ispitivanju prema odgovarajućim pravilnicima ugradnje.

Pri ispitivanju nekog ostakljenja mora se promatrati cijela konstrukcija, ne samo staklo već i njegova pod konstrukcija i način pričvršćivanja za građevinu. Za ovo važe tehnička dotična pravila. Norma DIN 18008 diktira samo zahtjeve koji su potrebni za direktno pričvršćivanje stakla kod ostakljenja koja su točkasto učvršćena i osigurana u slučaju pada / loma.

Napomena: Nedostatak provođenja gore navedenih dokaza često dovodi do neznatnih oštećenja na pod konstrukciji ili čak na samom ostakljenju

Dokaz o graničnoj vrijednosti nosivosti (vidi poglavlje 6) zamjenjuje dokaz o "dozvoljenom opterećenju" koji je naveden u „Tehničkim pravilima za upotrebu polustrukturalnih ostakljenja“ (TRLV). „Dozvoljeno opterećenje“ ovdje se zamjenjuje sa otpornost građevinskih elemenata koji se izračunava u zavisnosti od vrste, strukture stakla kao i vremena djelovanja opterećenja.

Osnova svega je parcijalni sigurnosni koncept (vidi poglavlje 4), koji se već godinama u građevinarstvu primjenjuje na svim upotrijebljenim građevinskim elementima.

Napomena: Za primjenu ovog sigurnosnih koncepta potrebno je provođenje normi DIN EN 1990 [12] i DIN EN 1991 [13] kao i odgovarajućih nacionalnih dopuna pravila. U dijelovima 1 i 2 norme DIN 18008 spominju se i prijašnje norme (DIN 1055).

Dokazi u graničnom stanju upotrebe (vidi poglavlje 7) zamjenjuje iz TRLV [2] poznatim dokazom o deformacijama. I ovdje osnovu predstavlja parcijalni sigurnosni koncept (poglavlje 4).

Staklo kao građevinski materijal zahtijeva zbog lomljivosti dokaz o preostaloj nosivosti (vidi poglavlje 9).

Normom DIN 18008-1 su definirane tri mogućnosti dokazivanja:

1. Pridržavanje konstruktivnih propisa i normi
2. Računski dokaz u slučaju dovoljnog broja netaknutih staklenih površina ili
3. Ispitno-tehnički dokazi

Pojedinačni dijelovi norme određuju koja mogućnost dokazivanja postoji (vidi. Tabele 14 odnosno 15).

Napomena: Posebno se konstruktivni propisi orijentiraju prema iskustvenim vrijednostima.

Nije napravljen sigurnosni koncept koji se zasniva na promatranjima vjerojatnoće (npr. vjerojatnoća da će uopće doći do loma stakla i sa time povezane štete).

Isto tako nedostaju i propisi vezani za jedinstvene vrijednosti ispitivanja za preostalu nosivost na državnom nivou u slučaju da ne budu ispoštovani konstruktivni propisi.

Dodatno je potreban i dokaz o osiguranju staklenih elemenata u slučaju udara / loma, koji su izloženi opterećenju pri udaru u vidu osoba koje padaju na ostakljenje i gdje postoji opasnost pada ili povećana opasnost loma zbog predmeta koji padaju.

Pojedini dijelovi norme određuju da li je potreban dokaz u slučaju udara / loma (Tabela 13 odnosno 14).

Općenito je moguće razlikovati dvije vrste udara / lomova tj. tvrdi i meki.

Norma DIN 18008 najprije otvara mogućnosti da se za određene primjene stakla izvede računski dokaz mekog udara / loma. Detalji se nalaze u danim pojedinačnim dijelovima norme.

4.0 Parcijalni sigurnosni koncept

Dokazi u graničnoj vrijednosti nosivosti i iskoristivosti se zasnivaju na takozvanom parcijalnom sigurnosnom konceptu. Nedostaci koji se odnose na materijal računaju se u vidu parcijalnog sigurnosnog koeficijenta

g_M („otpornosti građevinskih elemenata R_d “), nedostaci zbog opterećenja i vjerojatnoće istovremene pojave snijega, vjetra ili drugih opterećenja računaju se u vidu parcijalnih sigurnosnih koeficijenata

g_A i g_N

kao i kombinacijskih koeficijenata Ψ („kombinacije djelovanja E_d “). Propisi za izračunavanje otpornosti građevinskih elemenata nalaze se u normama dimenzioniranja za pojedinačne materijale (u ovom slučaju norma DIN 18008 za staklo), a kombinacijska pravila za proračunavanje kombinacije djelovanja E_d sadržana su u osnovi dokumenta norme DIN EN 1990 [12]

Kombinacije za računanje stalnog i privremenog stanja dimenzioniranja kao dokaz o graničnoj vrijednosti nosivosti:

$$E_d = \sum_{j \geq 1} g_{G,j} \cdot G_{k,j} + g_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} g_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Rijetke (karakteristične) kombinacije za računanje dokaza u graničnoj vrijednosti iskoristivosti:

$$E_{d,rare} = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Kombinacije za neuobičajene situacije dimenzioniranja (npr. Neuspješan scenarij):

$$E_{dA} = \sum_{j \geq 1} g_{GA,j} \cdot G_{k,j} + \Psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Relevantne Ψ -vrijednosti navedene su u normi DIN 18008-1, pošto se na novo moraju utvrditi i dodatni koeficijenti za npr. klimatska opterećenja izolacionog stakla (usporedi tabelu 4).

Za horizontalna ostakljenja (VSG sastavljeno od 2 x Float stakla) kao primjer su navedene relevantne kombinacije djelovanja u tabeli 16. Više primjera za različite primjene možete naći u [15, 16].

Posljedica	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Klimatsko opterećenje zbog promjene visine između mjesta proizvodnje i ugradnje i zbog promjene temperature i promjene tlaka zraka	0,6	0,5	0
Snijeg > 1000 m ü. NN	0,7	0,5	0,2
Snijeg < 1000 m ü. NN	0,5	0,2	0
Vjetar	0,6	0,2	0
Ograničenja montaže	1,0	1,0	1,0
Holm- und Personenlasten	0,7	0,5	0,3

Tabela 4: Kombinirani koeficijenti prema DIN 18008 [1] und DIN EN 1990 [12]

Einwirkung	Last wirkt ungünstig	Last wirkt entlastend
Ständige Einwirkung G	$g_G = 1,35$	$g_G = 1,0$
Veränderliche Einwirkung Q	$g_Q = 1,5$	$g_Q = 0$
Opterećenje tereta i putnika	$g_{GA} = 1,0$	$g_{GA} = 1,0$

Tabela 5: Djelomični faktori sigurnosti prema DIN EN 1990 [12]

5.0 Djelovanje i njihovo trajanje

Djelovanje na građevinske elemente regulirano je normom DIN EN 1991 i njenom odgovarajućom nacionalnoj dopuni [13].

Ovim pravilnikom nisu obuhvaćena opterećenja uslijed vjetera, snijega i saobraćaja (npr. za prohodna stakla ili ostakljenja osiguranja u slučaju pada). Način kako se kombiniraju ova djelovanja shodno njihovoj vjerojatnosti pojavljivanja reguliran je normom DIN EN 1990 [12].

Novo za sva djelovanja je da norma DIN 18008 propisuje trajanje djelovanja (ED), jer od toga zavisi opterećenost jednog neprenapregnutog stakla.

Ovo znači i da je kod neprenapregnutog stakla potrebno odrediti mjerodavne kombinacije djelovanja za trajanja djelovanja *stalno*, *srednje* i *kratko* i da je opet potrebno priložiti tri dokaza (za svako od trajanja djelovanja).

Određena trajanja djelovanja stoje u direktnoj vezi sa mehanizmom loma neprenapregnutog stakla. Srednje trajanje opterećenja iznosi ca. 27 dana a kratko trajanje opterećenja 5 minuta (tabela 6).

Kod izolacionih ostakljenja karakteristično je da se javljaju u SZR unutrašnja opterećenja u vidu klimatskih opterećenja zbog promjena geodetske visine između mjesta proizvodnje i ugradnje i klimatskih utjecaja uslijed promjena temperature i pritiska.

Učinkovito klimatsko opterećenje u SZR proračunava se polazeći od atmosferskog pritiska p_0 . On se odnosi na zatvoreni SZR čiji je volumen konstantan.

Takozvani faktor izolacionog stakla φ uzima u obzir i deformacije stakla tako da učinkovito klimatsko opterećenje iznosi $p_0 \times \varphi$. Zbog toga pri dimenzioniranju velikih formata različitih oblika ne igra veliku ulogu klimatsko opterećenje, kao kod malih krutih staklenih površina.

Vrijednosti opterećenja za klimatska opterećenja kod TRLV [2] i postupak proračunavanja prema Feldmeieru nepromijenjeno su preuzeti u normi DIN 18008 (tabela 7), samo je podijeljeno klimatsko opterećenje (fizikalno točno) u dva utjecaja opterećenja shodno trajanju djelovanja. Opterećenje zbog razlike u nadmorskoj visini između mjesta proizvodnje i mjesta ugradnje promatra se kao stalno opterećenje, dok se promjeni pritiska u međuprostoru pripisuje srednje trajanje djelovanja

utjecaju razlike temperature i meteoroloških promjena pritiska. Vrijednosti opterećenja moraju biti provjerene, jer se npr. može početi od toga da kod trostrukog MIG stakla ili kod prevelike apsorpcije može doći do veće razlike u temperaturi. Isto važi i za staklene plohe koje se ugrađuju na velikim nadmorskim visinama. Djelovanje klimatskih opterećenja i postojeći spoj opterećenja vanjskih utjecaja vjetera i snijega mogu se izračunati na osnovu postupka za računanje pravokutnih dvostrukih izolacionih ostakljenja opisanog u normi DIN 18008-2.

Za pravokutna trostruka izolaciona ostakljenja sastavljene su formule u npr. [14]

Ovaj pristup za izračunavanje klimatskih opterećenja i povezivanja opterećenja moguće je uz pomoć proračuna za prenapregnuti volumen pojedinačnih staklenih ploha iskoristiti i za proizvoljne formate ili savijene staklene plohe.

Posljedica	Vrijeme izlaganja
Nosivost	Konstantno
Učvršćivanje opterećenja zbog promjene visine između mjesta proizvodnje i ugradnje	Konstantno
Klimatsko opterećenje zbog promjene temperature i promjene tlaka zraka	Srednje
Snijeg	Srednje
Vjetar	Kratko
Holmlasten	Kratko
Opterećenja na stepenicama i platformama (DIN 18008-5)	Kratko

Tabela 6: Raspored trajanja izloženosti

Posljedice-kombinacija	Temperaturna razlika ΔT	Promjena tlaka atmosferskog zraka ΔP_{met}	Razlika u visini ΔH
„ Ljeto “	20 K	- 2,0 kN/m ²	+ 600 m
„ Zima “	- 25 K	4,0 kN/m ²	- 300 m

Izračunavanje izohornog tlaka: $p_0 = \Delta p_{geo} - \Delta p_{met} + 0,34 \text{ kN}/(\text{K} \cdot \text{m}^2) \cdot \Delta T$

Tabela 7: Klimatska naorezanja

6.0 Dokaz o graničnoj vrijednosti nosivosti i izračunavanje napetosti i deformacija

Prema normi DIN 18008-1 odnosno normi DIN EN 1990 format dokaza o graničnoj vrijednosti nosivosti sada glasi $E_d \leq R_d$ i mijenja do sada uobičajeni dokaz napetosti.

Do sada su u staklo gradnji raspršenja koja se javljaju na strani opterećenja i materijala bile obuhvaćene globalnim sigurnosnim faktorom.

U zavisnosti od upotrebe ostakljenja kao vertikalno ili ostakljenje postavljeno iznad glave izvedeni su i dokazi napetosti uključujući i dozvoljene napetosti.

Ovaj postupak direktno obuhvata činjenicu da je kod ostakljenja termički neprenapregnutog stakla postavljenog iznad glave prisutna manja dozvoljena napetost pri dugoročnom opterećenju u vidu vlastite težine ili opterećenja sa srednjim trajanjem djelovanja kao što su opterećenja od snijega.

Kod parcijalnog sigurnosnog koncepta otpor građevnog elementa proračunava se samo u zavisnosti od trajanja djelovanja (vidi tabelu 6). Ne pravi se više razlika između vertikalnih i ostakljenja montiranih iznad glave, nego se sada samo razlikuju horizontalna i vertikalna ostakljenja u pogledu nosivosti nakon loma i sa time povezanim zahtjevima staklo gradnje i izvedbe konstrukcije (vidi tabelu 15).

Najvažnije vrijednosti utjecaja za proračun veličine R_d navedene su u tabeli 8:

Vrsta stakla i trajanje djelovanja

Općenito se pravi razlika između termički prenapregnutog stakla i stakla koje nije termički prenapregnuto. Kod prve kategorije otpor građevinskog elementa ne zavisi od trajanja djelovanja, kod se kod stakla koje nije ne termički prenapeto uvijek mora uzeti u obzir trajanja djelovanja „stalno“, „srednje“ i „kratko“.

Za opterećenje uslijed savijanja rubova stakla koje nije termički prenapregnuto potrebno je uvesti umanjenje otpora građevinskog dijela.

Nezavisno od vrste materijala dozvoljeno je na osnovu povišene redundantnosti spojenog stakla povećati otpor građevnog dijela za 10 %.

Vrsta izvedbe:

U zavisnosti od vrste izvedbe uveden je takozvani konstrukcijski koeficijent k_c . Ovaj faktor usklađuje sigurnosni nivo norme DIN 18008-2 u njenoj formi, tako da se za sva linijski postavljena ostakljenja (polustrukturalne fasade) primjenjuje kao do sada uobičajeni nivo u svim poljima primjene i da više nisu potrebna deblja ili čvršća stakla.

Norma DIN 18008 ukazuje karakterističnim vrijednostima čvrstoće f_k druge norme ili dozvole proizvođača. Najvažnije karakteristične vrijednosti čvrstoće dozvoljenih proizvoda od ravnog stakla su navedene u tabeli 9.

Na osnovu otpornosti građevinskih elemenata R_d potražuju se u zavisnosti od primjene i računski dokazi za nepredviđeni scenarij. Ovi dokazi su objašnjeni u 9. poglavlju „Dokaz o preostaloj nosivosti“.

Otpori građevnih dijelova za ESG i TVG su u tabeli 10 samo kao primjer navedeni. Tabela 11 se odnosi na float staklo i navodi različite vrijednosti za trajanja djelovanja. Različito od TRLV nema više povišenih vrijednosti za npr. izolacijska stakla malog formata.

Dio norme	Dokaz u graničnom stanju nosivosti	
Dio 1: Pojmovi i opće osnove	Definicija kriterija nosivosti R_d	
	Termički prenapeto staklo	Staklo nije termički prenapeto
	$\sigma_d = \frac{k_c \cdot f_k}{g_{k,sd}}$	$\sigma_d = \frac{k_{mod} \cdot k_c \cdot f_k}{g_{k,sd}}$
		k_{mod} u zavisnosti od trajanja djelovanja $: k_{mod, stalno} = 0,25$ $k_{mod, srednje} = 0,4$ $k_{mod, kratko} = 0,7$
		Faktor umanjenja za rub stakla = 0,8
	Koeficijent za povećanje za VSG i VG = 1,1	
	Proračunavanje staklenih ploča Pozitivne efekte geometrijske nelinearnosti (kao npr. kod staklenih ploča) dozvoljeno je uzeti u obzir. Pošto se svi dijelovi norme odnose na ploče stakla, uvijek je sigurnije vršiti geometrijski linearno promatranje. Nelinearnosti se mogu uzeti u razmatranje kada npr. dolazi do prekoračenja granica deformiteta. Utjecaj smicanja spoja norma DIN 18008-1 ne prepoznaje. Treba dodati je da je kod primjene laminiranog stakla sa dokazanim smicanjem, shodno propisima dozvoljeno koristiti odgovarajuće smicanje. Trenutno predočene tolerancije odnose se na TRLV i tu su navedene i dozvoljene vrijednosti sile smicanja. Njih je moguće zamijeniti odgovarajućim trajanjem djelovanja R_d . Pošto su do sada bile navedene samo otpornosti na smicanje za kratkotrajno djelovanje opterećenja u AbZ (općoj potvrdi za nadzor građevine), smiju biti navedene shodno tome samo vrijednosti uzete u obzir kod kratkog trajanja djelovanja. Polazište je uvijek otpornost na smicanje G, koja se primjenjuje u takozvanom Sandwich-modelu računanja. Ne preporučuje se upotreba pojednostavljenih računskih formula (npr. efektivne debljine ili „Shear transfer faktora“) jer ove formule samo djelomično uzimaju u obzir efekt veličine staklenih ploča.	
Dio 2: Linijski učvršćena ostakljenja (polustrukturalne fasade)	$k_c = 1,8$ bez termičke prenapetosti $k_c = 1,0$ sa termičkom prenapetosti Pod sljedećim uslovima nije potreban nikakav statički dokaz za upotrebu svestranih linijski učvršćenih ostakljenja koje se sastoje od višeslojnog izolacionog stakla i koje su jedino opterećene vjetrom, vlastitom težinom i klimatskim opterećenjima: n Proizvod od stakla: Float staklo, TVG, ESG/ESG-H ili VSG iz navedenih proizvoda n Površina $\leq 1,6 \text{ m}^2$ n Debljina stakla $d \geq 4 \text{ mm}$ n Razlika u debljini stakla $\leq 4 \text{ mm}$ n Međuprostor $\leq 16 \text{ mm}$ n Karakteristično opterećenje vjetrom $\leq 0,8 \text{ kN/m}^2$ Ovdje se mora uzeti u obzir povišeni rizik od loma kod malih IZO stakala.	
Dio 3: Točkasto učvršćena ostakljenja (strukturalne fasade)	$k_c = 1,0$ nezavisno od vrste stakla Norma postavlja minimalne zahtjeve u modelu proračuna za izgled točkastih nosača i ostakljenja. Ovdje se ubrajaju npr. konvergentna ispitivanja i upotreba gotovih elemenata. Pri tome treba uzeti u obzir da je potrebno da granični slučajevi promatranja budu „statički pokretni“ i „statički nepokretni“ na cijeloj ravni.	
Dio 4: Dodatni zahtjevi za ostakljenja koja treba osigurati u slučaju pada / loma	Uz opterećenja od vjetra treba uzeti u obzir i horizontalna opterećenja uslijed hodanja razmjerno kategoriji korištenja prema normi DIN EN 1991. Ove kategorije (od A do D) ne smiju se pomiješati sa kategorijama osiguranja u slučaju pada A, BiC. Kategorija korištenja orijentira se na vrstu korištenja (stambena, uredska, prodajna površina ili npr. posebne situacije kao skup ljudi) a ne na vrstu konstrukcije (npr. visina prostorije, ostakljenje ili nategnuta ostakljenja ograde).	
Dio 5: Dodatni zahtjevi za prohodna ostakljenja	Pretpostavlja se da su sva stakla neoštećena. Opterećenje se orijentira prema kategoriji korištenja prema normi DIN EN 1991-1-1 i DIN EN 1991-1-1/NA. Potreban je dokaz o opterećenju površine q_i pojedinačnom opterećenju Q u nepovoljnom položaju sa raspodjelom opterećenja na površinom $50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$. Kod stepenica i podesta se polazi od kratkotrajnog djelovanja sa vrijednostima od $k_{mod} = 0,7$ za ostakljenja koja nisu termički prenapeta, a pri odstupanju trajanja opterećenja bitno je prilagoditi k_{mod}	

 Tabela 8: propisi norme DIN 18008 za izračunavanje otpornost ugrađenog dijela R_d , napetosti i deformiteta

Proizvod	Propisi	Karakteristična snaga/jačina f_k
Floatglas	DIN EN 572-9; BRL A Teil 1 lfd. Nr. 11.10	45 N/mm ²
TVG	AbZ Z-70.3-55; DIN EN 1863-1	70 N/mm ²
TVG emajliran	AbZ, Z-70.3-55, Emaille auf Zugseite; DIN EN 1863-1	45 N/mm ²
ESG	DIN EN 12150-1; BRL A Teil 1 lfd. Nr. 11.12	120 N/mm ²
ESG emajliran	DIN EN 12150-1; BRL A Teil 1 lfd. Nr. 11.12	90 N/mm ²
Ornament staklo	DIN EN 572-9; BRL A, Teil 1 lfd. Nr. 11.10	25 N/mm ²
Tabela 9: Karakteristične snage/jačine prema standardima proizvoda		

	ESG	TVG
Mono	$\frac{120}{1,5} = 80 \text{ N/mm}^2$	$\frac{70}{1,5} = 46,7 \text{ N/mm}^2$
VG ili VSG	$\frac{120}{1,5} \cdot 1,1 = 88 \text{ N/mm}^2$	$\frac{70}{1,5} \cdot 1,1 = 51,3 \text{ N/mm}^2$
Napomena: Na prvi pogled vrijednosti izgledaju veće nego uobičajene vrijednosti TRLV. Ipak ne postoji direktno poređenje otpornosti građevinskih elemenata, jer se na strani djelovanja povećaju vrijednosti opterećenja zbog koeficijenta parcijalne sigurnosti.		
Tabela 10: Primjer otpornosti građevinskih dijelova za ESG i TVG		

	ED	Float opterećenje ploče	Float opterećenje ivice
Mono	Konstantno	11,25 N/mm ²	9,00 N/mm ²
	Srednje	18,00 N/mm ²	14,40 N/mm ²
	Kratko	31,50 N/mm ²	25,20 N/mm ²
VG ili VSG	Konstantno	12,40 N/mm ²	9,90 N/mm ²
	Srednje	19,80 N/mm ²	15,90 N/mm ²
	Kratko	34,70 N/mm ²	27,70 N/mm ²
Napomena 1: Ove vrijednosti važe samo za vertikalna ostakljenja (polustrukturalno) koja su ugrađena u profil sa svih strana. Pri kombinaciji linijski postavljenog ostakljenja (polustrukturalno) i ostakljenja postavljenog steznim nosačima (strukturnalno) vrijednosti se moraju računati sa $k_c = 1,0$ Napomena 2: Ove vrijednosti koriste se i za upotrebu Float staklo kao MIG.			
Tabela 11: Primjer: Vrijednosti dimenzioniranja otpornost građevinskih elemenata (R_d) za Float staklo sa $k_c = 1,8$			

7.0 Dokaz o graničnoj vrijednosti iskoristivosti

Granična vrijednost iskoristivosti

$$E_d \leq C_d$$

kod stakla se odnosi na tolerancije savitljivosti. Kao kombinacija djelovanja upotrebljava se rijetka kombinacija (vidi poglavlje 4). Kriterij iskoristivosti zavisi od vrste ostakljenja, u pravilu su deformacije uvijek ograničene na vrijednost $L/100$, samo za prohodna ostakljenja iznose $L/200$ (vidi tabelu 12).

Dio norme	Dokaz u graničnom stanju iskoristivosti
Dio 1: Pojmovi i opće osnove	Definicija kriterija iskoristivosti C_d kao dokaza o deformacijama
Dio 2: Linijski učvršćena ostakljenja (polustrukturalne fasade)	Uopćeno važi: $C_d = L/100$ (eventualno treba uvažiti više zahtjeve proizvođača izolacionog stakla) Alternativno za vertikalna ostakljenja važi: Potrebno je priložiti dokaz da se zbog skraćivanja tetiva ne smije prekoračiti najmanja širina ležišta od 5 mm. Formula za izračunavanje dužine tetive: $s = \sqrt{L^2 - 16/3 h^2}$ gdje je: h = progib L = dužina stakla prema glavon smjeru nosivosti Skraćivanje tetive $\Delta s = L - s$ Izračunavanje progiba: Ovdje se upućuje na izvedbe u tabelama 15 i 8.
Dio 3: Tačkasto učvršćena ostakljenja (strukturne fasade)	$C_d = L/100$ Ukoliko se kod steznih nosača izabere manja dubina utora stakla i manja površina stezaljki nego što zahtjevaju konstruktivni propisom, mora se ispoštovati najmanja debljina utora stakla i u deformisanom stanju koja iznosi 8 mm (suma skraćivanja tetive uračunava se samo jednoj strani). Zahtjevi za model računanja: Vidi dokaz u graničnom stanju nosivosti
Dio 4: Dodatni zahtjevi za ostakljenja koja je potrebno osigurati u slučaju pada / loma	Potrebno je navesti da u ovom dijelu uz opterećenje vjetra postoji i opterećenje nosača.
Dio 5: Dodatni zahtjevi za prohodna ostakljenja	Za ovaj dokaz dozvoljeno je sve slojeve stakla smatrati netaknutim $C_d = L/200$

Tabela 12: Zahtjevi DIN 18008 za granične vrijednosti uslova upotrebljivosti u funkciju skladištenja i upotrebe

8.0 Dokaz sigurnosti u slučaju udara

Dokaz sigurnosti u slučaju udara potreban je samo kod ostakljenja koje je potrebno osigurati u slučaju pada, prohodnih i zbog održavanja pristupnih ostakljenja.

On obuhvata npr. slučaj pada osobe na ostakljenje (npr. osiguranje u slučaju pada) ili poklizivanje osobe na ostakljenju (npr. kod prohodnost).

Kod ostakljenja koja je potrebno osigurati u slučaju pada polazimo od mekog udara, a za prohodna ostakljenja uzima se u obzir mogućnost loma zbog tvrdih predmeta.

Za ostakljenje se najprije dokazuje granična vrijednost statičke nosivosti i otpornost za postojeća opterećenja. Zatim slijedi dokaz sigurnosti u slučaju udara. Ovaj dokaz se mora provesti ne samo za ostakljenje nego i za neposredno pričvršćivanje (držače).

Postupci su shodno normama DIN 18008-4 i DIN 18008-5 predstavljeni u tabeli 13. Posebno je normom DIN 18008-4 proširen dosadašnji postupak prema TRAV-u jer daje mogućnost polustrukturalne fasade - linijski učvršćena ostakljenja da budu računski dokazani.

On se odnosi samo na staklo već i neposredno pričvršćivanje mora biti dokazano.

U okviru priloženih iskustvenih vrijednosti proširene su poznate tabele sadržane u TRAV sa dokazivanjima sigurnosti u slučaju udara.

Okvirni uvjeti su predloženi u sljedećim tabelama.

Ukoliko ovdje dođe do odstupanja, oba dijela norme detaljno propisuju postupak ispitivanja.

Za očekivati je da zavod za izgradnju uvede i za prohodna ostakljenja opću potvrdu za građevinski nadzor AbP kao instrument provjere.

Dio norme	Dokazivanje otpornosti na udar
Dio 4: Dodatni zahtjevi za ostakljenja koja je potrebno osigurati u slučaju pada	Sudar ljudi, meki udar Dokaz o sastavu stakla i neposrednog pričvršćivanja vrši se a) eksperimentalnim dokazivanjem prema dijelu 4, prilog A: U jednom ispitivanju zajedno se dokazuju staklo i njemu pripadajuća pričvršćivanja ili uz pomoć b) ispunjavanjem konstruktivnih uvjeta prema dijelu 4, prilog B: Ovaj dokaz odnosi se samo na staklo! c) računskim dokazivanjem prema dijelu 4, prilog C: Ovaj dokaz odnosi se samo na staklo ili d) dokazom o neposrednom pričvršćivanju prema dijelu 4, prilog D. Za stakla koja su uža od 300 mm kategorije A odnosno, uža od 500 mm kategorije B i C nije potreban dokaz o otpornosti na udar. Važno je napomenuti da se dokazima b) i c) ne dokazuje neposredno pričvršćivanje. Tada je potrebno dodatno priložiti dokaz prema dijelu a) ili d). Računsko dokazivanje: Postupak računskog dokazivanja moguće je primijeniti samo kod linijski učvršćenih (polustrukturalnih) ostakljenja kategorije A ili C. Granice primjene su navedene u normi. Moguće je koristiti pojednostavljenu metodu računanja ili je pak dozvoljeno provesti simulaciju udara.
Tabela 13: Propisi norme DIN 18008-4 za dokazana osiguranja u slučaju pada u zavisnosti od upotrebe (Dio I)	

Ostakljenja koja je potrebno osigurati u slučaju pada sa dokazanim - otpornost na udar:

Linijski postavljena (polustrukturalna) ostakljenja koja je potrebno osigurati u slučaju pada kategorija A i C prema normi DIN 18008-4 prilog B.1

Kat.	Tip	Zaliha	Širina (mm)		Visina (mm)		Izrada stakla od točke napada do pada (mm)	Niz
A	MIG	Sa svih strana	500	1300	1000	2500	8 ESG/SZR/4 FG/0,76 PVB/4 FG	1
			1000	2000	500	1300	8 ESG/SZR/4 FG/0,76 PVB/4 FG	2
			900	2000	1000	3000	8 ESG/SZR/5 FG/0,76 PVB/5 FG	3
			1000	2500	900	2000	8 ESG/SZR/5 FG/0,76 PVB/5 FG	4
			1100	1500	2100	2500	5 FG/0,76 PVB/5 FG/SZR/8 ESG	5
			2100	2500	1100	1500	5 FG/0,76 PVB/5 FG/SZR/8 ESG	6
			900	2500	1000	4000	8 ESG/SZR/6 FG/0,76 PVB/6 FG	7
			1000	4000	900	2500	8 ESG/SZR/6 FG/0,76 PVB/6 FG	8
			300	500	1000	4000	4 ESG/SZR/4 FG/0,76 PVB/4 FG	9
			300	500	1000	4000	4 FG/0,76 PVB/4 FG/SZR/4 ESG	10
	Jednostavno	Sa svih strana	500	1200	1000	2000	6 FG/0,76 PVB/6 FG	11
			500	2000	1000	1200	6 FG/0,76 PVB/6 FG	12
			500	1500	1000	2500	8 FG/0,76 PVB/8 FG	13
			500	2500	1000	1500	8 FG/0,76 PVB/8 FG	14
			1000	2100	1000	3000	10 FG/0,76 PVB/10 FG	15
			1000	3000	1000	2100	10 FG/0,76 PVB/10 FG	16
			300	500	500	3000	6 FG/0,76 PVB/6 FG	17
C1 i C2	MIG	Sa svih strana	500	2000	500	1100	6 ESG/SZR/4 FG/0,76 PVB/4 FG	18
			500	1500	500	1100	4 FG/0,76 PVB/4 FG/SZR/6 ESG	19
	Jednostavno	Dvostrani prema gore i dolje	1000	bel.	500	1100	6 ESG/SZR/5 FG/0,76 PVB/5 FG	20
			500	2000	500	1100	5 FG/0,76 PVB/5 FG	21
		Dvostrani prema gore i dolje	1000	bel.	500	800	6 FG/0,76 PVB/6 FG	22
			800	bel.	500	1100	5 ESG/0,76 PVB/5 ESG	23
			800	bel.	500	1100	8 FG/0,76 PVB/8 FG	24
		Dvostrano lijevo i desno	500	800	1000	1100	6 FG/0,76 PVB/6 FG	25
			500	1100	800	1100	6 ESG/0,76 PVB/6 ESG	26
			500	1100	800	1100	8 FG/1,52 PVB/8 FG	27
C3	MIG	Sa svih strana	500	1500	1000	3000	6 ESG/SZR/4 FG/0,76 PVB/4 FG	28
			500	1300	1000	3000	4 FG/0,76 PVB/4 FG/SZR/12 ESG	29
	Jednostavno	Sa svih strana	500	1500	1000	3000	5 FG/0,76 PVB/5 FG	30

MIG = -višeslojno izolaciono staklo ; SZR = međuprostor; FG = Float staklo; ESG = sigurnosno kaljeno staklo; PVB = Polyvinylbutyral-Folija; bel. = bilo koji

Daljnji uvjeti:

- ▣ Dozvoljeno je odstupanje od pravokutnog oblika.
- ▣ Minimalni dubina montaže stakla za držače s dvije strane kod linijski postavljenog (polustrukturalna) ostakljenja iznosi 18 mm.
- ▣ Minimalni dubina montaže stakla za držače sa svih strana kod linijski postavljenog (polustrukturalna) ostakljenja iznosi 12 mm.
- ▣ Montažne lajsne moraju biti od metala idovoljno krute, ne smije biti prekoračen razmakzavrtnja od 300 mm Sistem mora biti dokazan u pogledu osiguranja od udara prema dijelu 4, prilog D.1
- ▣ Bušenje i isjeći u ostakljenjima nisu dozvoljeni.
- ▣ Međuprostor između stakala: $12 \text{ mm} \leq \text{SZR} \leq 20 \text{ mm}$.
- ▣ Debljina stakla i folije smije biti prekoračena.
- ▣ Float staklo je dozvoljeno zamijeniti TVG.
- ▣ Emajliranja koja smanjuju čvrstoću materijala nisu dozvoljena.
- ▣ U međuprostoru gore navedenog dvoslojnog IZO stakla niza 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 18, 20 i 28 dozvoljeno je koristiti ESG ili ESG-H staklo.

Napomena:

Mora se voditi računa o dokazima o graničnim vrijednostima nosivosti i iskoristivosti.

Tabela 14: Propisi norme DIN 18008-4 o dokazivanju o otpornosti na udar u zavisnosti od primjene (Dio II)

Ostakljenja koja je potrebno osigurati u slučaju pada sa dokazanom otpornosti na udar:

Točkasto postavljena (strukturalna) ostakljenja koja je potrebno osigurati u slučaju pada kategorije A i C prema DIN 18008-4 Prilog B.2

Kategorija.	VSG-montaža (mm) sa $d_{pVB} = 1,52$ mm	Max. odstojanje susjednih točkastih nosača u x-smjeru (mm)	Max. odstojanje susjednih točkastih nosača u y-smjeru (mm)
A	2 x 10 TVG	1200	1600
	2 x 8 ESG	1200	1600
	2 x 10 ESG	1600	1800
	2 x 10 ESG	800	2000
C	2 x 6 TVG	1200	700
	2 x 8 TVG	1600	800
	2 x 6 ESG	1200	700
	2 x 8 ESG	1600	800

Daljnji uvjeti:

- Emajliranje koja smanjuju čvrstoću materijala nisu dozvoljena.
- Ako se pridržava gore navedene mreže držača, nije ograničena veličina stakla.
- Tanjurasti nosači prema dijelu 3 sa $D_{min} = 50$ mm, koriste se ukoliko su razmaci osovina nosača veći od 1200 mm $D_{min} = 70$ mm.

- Dokazivanje nosača o osiguranju u slučaju udara prema normi DIN 18008-4 prilog D.2.

Nisu dozvoljena bušenja i isjeći u ostakljenju.

Napomena:

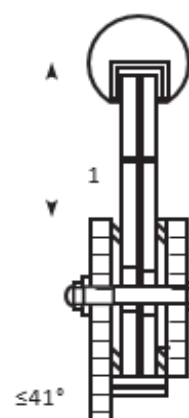
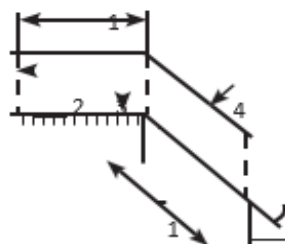
Mora se voditi računa o dokazivanju graničnih vrijednosti za nosivost i iskoristivost

Ostakljenja koja je potrebno osigurati u slučaju pada sa dokazanom otpornosti na udar:

Ostakljenja koja je potrebno osigurati u slučaju pada kategorije B prema normi DIN 18008-4 Prilog B.3

Uvjeti

- Ravna stakla.
- Nije dozvoljeno bušenje i isijecanje odmah pored rupa u podnožju konstrukcije.
- Emajliranja koja smanjuju čvrstoću materijala nisu dozvoljena
- VSG iz 2 x 10 mm ESG ili 2 x 10 mm TVG sa $d_{pVB} = 1,52$ mm.
- Dimenzije: $500 \text{ mm} \leq b \leq 2000 \text{ mm}$, slobodna dužina nosača $\leq 1100 \text{ mm}$.



Detalji vezani za konstrukciju rukohvata i opterećene konstrukcije nalaze se u normi DIN 18008-4

Napomena:

Mora se voditi računa o dokazima o graničnoj vrijednosti nosivosti i iskoristivosti.

Tabela 15: Propisi norme DIN 18008-4 kao dokaz o otpornosti na udar u zavisnosti od primjene (Dio II)

9.0 Dokaz o preostaloj nosivost

Dokaz o preostaloj nosivosti obrađuje mogući lom slojeva stakla do kojeg može doći kod lomljivog materijala kao što je staklo čak i bez nagovještaja deformiranjem.

Rizik od padajućih staklenih krhotina ili od povrede se ovim putem minimizira.

Propisi se orijentiraju prema višegodišnjim iskustvima i u praksi dokazanim izvedbama.

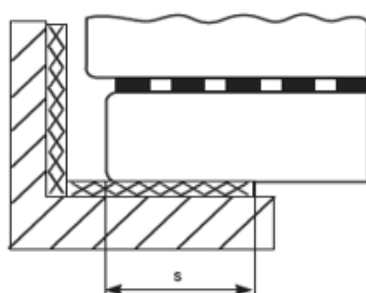
Svi dijelovi norme sadrže propise koji se ili odnose na propise izvedbe (npr. dozvoljena vrsta stakla ili ugradnja stakla) ili zahtijevaju dodatne računske dokaze u „slučaju pada“. U tabeli 14 su odvojeno prema svakom dijelu norme navedeni ovi zahtjevi. Za linijski učvršćena ostakljenja koja moraju biti osigurana od pada moraju biti ispunjeni zahtjevi norme DIN 18008-2 i DIN 18008-4.

Do sada je normom DIN 18008-5 samo pokušano definirati preostalu nosivost za prohodna ostakljenja. U slučaju da kod neke druge primjene ne budu ispoštovani propisi izvedbe, mora se doći do dogovora o uvjetima ispitivanja sa zavodom za izgradnju i podnijeti zahtjev za odobrenje u svakom pojedinačnom slučaju.

Dio norme		Dokaz o osiguranju u slučaju udara	
Dio 5: Dodatni zahtjevi za prohodna ostakljenja		Proklizavanje, pad predmeta, tvrdi pad a) Ispitivanje građevnog elementa (vidi normu DIN 18005-5 prilog A) b) Pridržavanje okvirnih uvjeta izvedbe (vidi normu DIN 18005-5 prilog B)	
Prohodna ostakljenja sa dokazanim osiguranjem u slučaju udara i preostala napetost			
Maksimalna dužina (mm)	Maksimalna širina (mm)	VSG-izvedba (mm) sa $d_{pVB} = 1,52\text{ mm}$	Minimalna dubina ležišta (mm)
1500	400	8 TVG / 10 FG / 10 FG	30
1500	750	8 TVG / 12 FG / 12 FG	30
1250	1250	8 TVG / 10 TVG / 10 TVG	35
1500	1500	8 TVG / 12 TVG / 12 TVG	35
2000	1400	8 TVG / 15 FG / 15 FG	35

Daljnji uvjeti:

- Za sva ostakljenja koja odstupaju od oblika pravokutnika važe mjerenja pravokutnika koji ih obuhvata.
- Dozvoljeno je korištenje većeg stakla ukoliko se ono u jednakim razmacima podupire nosačima tako da se ne prekorače gore navedene vrijednosti mjerenja za svako pojedinačno polje.
- Linijsko postavljanje vrši se prema slici sa zaštitom ivica od udara
- FG je dozvoljeno zamijeniti TVG. Gornje staklo može biti ESH ili ESG-H. Samo ono smije ukazivati na obradu površine sa smanjenom čvrstoćom.
- Među slojevi ležaja: Silikon ili EPDM-guma, uvijek elastični sa A-tvrdoćom od 60-80, d=5 do 10 mm.

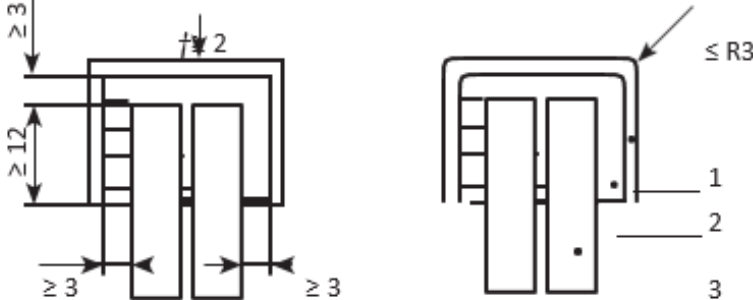


Napomena:
Moraju se voditi dokazi u graničnoj vrijednosti nosivosti i iskoristivosti

Tabela 16: Propisi norme DIN 18008-5 kao dokaz osiguranja u slučaju udara i preostala nosivost u zavisnosti od primjene

Tabela 16: Propisi norme DIN 18008-5 kao dokaz osiguranja u slučaju udara i preostala nosivost u zavisnosti od primjene

Dio norme	Računski dokaz za „slučaj pada“, ispitivanje i dodatna pravila izvedbe																										
Dio 1: pojmovi i opće osnove	-																										
Dio 2: Linijski učvršćena ostakljenja	Horizontalna ostakljenja: Računski dokaz horizontalnih ostakljenja: Dokazivanje donjeg stakla u slučaju da zakaže gornje staklo. Pravila izvedbe za horizontalna ostakljenja: - Jednostavno ostakljenje ili da je donje staklo izolacionog ostakljenja samo VSG od Float stakla ili VSG od polukaljenog stakla ili armirano staklo. - Bušenja ili izrezi ne smiju narušavati dovoljnu preostalu nosivost. - Dozvoljeno je da VSG-stakla od TVG smiju imati rupe u području pričvršćivanja! - VSG-stakla čiji je razmak potpore veći od 1,2 m moguće je svestrano postavljati. $dPVB \geq 0,76$ mm. - pri razmaku potpore $L \leq 0,8$ m dozvoljena je i $dPVB = 0,38$ mm - armirano staklo samo pri $L \leq 0,7$ m, utor stakla najmanje 15 mm, ivice se moraju moći osušiti! Vertikalna ostakljenja (samo propisi izvedbe): - Visina ugradnje > 4 m: grubo lomljive vrste stakla moraju se sa svih strana postavljati na profile. ESG se izvodi kao ESG-H (i pri MIG).																										
Dio 3: Točkasto učvršćena ostakljenja	Propisi izvedbe za horizontalna ostakljenja: - Pri upotrebi tanjurastih nosača dozvoljeno je samo jednostavno VSG-ostakljenje iz 2 x TVG (a ne IZO ostakljenje). - Najmanja dozvoljena debljina pojedinačnog stakla iznosi 6 mm. - Najmanja dozvoljena debljina PVB-folije iznosi $d = 1,52$ mm. - Nisu dozvoljeni rezovi između nosača - Slobodan rub smije najviše 300 mm prelaziti visinu nosača. - Dozvoljeno je kombinirati tanjuraste nosače i linijsko učvršćena ostakljenja, što je točno regulirano normom DIN 18008-3. - Kod sljedećih sistema polazimo od dovoljne preostale nosivosti pod uvjetom da nije potrebno ispunjavati nikakve dodatne zahtjeve (kao npr. prohodnost u svrhu čišćenja). <table border="1"> <thead> <tr> <th>Promjer tanjura (mm)</th><th>Debljina stakla TVG</th><th>Razmak potpore Smjer 1 (mm)</th><th>Razmak potpore Smjer 2 (mm)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>70</td><td>2 x 6</td><td>900</td><td>750</td></tr> <tr> <td>60</td><td>2 x 8</td><td>950</td><td>750</td></tr> <tr> <td>70</td><td>2 x 8</td><td>1100</td><td>750</td></tr> <tr> <td>60</td><td>2 x 10</td><td>1000</td><td>900</td></tr> <tr> <td>70</td><td>2 x 10</td><td>1400</td><td>1000</td></tr> </tbody> </table> Točkasto stezanje dozvoljeno je u slučaju postavljanja u predjelu iznad glave samo u kombinaciji sa linijskim učvršćenjem zbog opterećenja pritiskom. Stezni nosači djeluju na provjetravanje, maksimalni razmak iznosi 300 mm, površina stezaljki po nosaču mora biti veća od 1000 mm^2 a maksimalni utor stakla da iznosi 25 mm. Najmanja staklena gradnja i maksimalni razmaci nalaze se u navedenoj tabeli. Ne postoje pravila učvršćenja za jednostavne stezne nosače pri horizontalnom ostakljenju, tako da bi u tom slučaju bilo potrebno priložiti odobrenje za svaki pojedinačni slučaj sa ispitivanjem preostale nosivosti! Pravila izvedbe za vertikalna ostakljenja: VSG iz ESG, ESG-H ili TVG (bušeno ili pričvršćeno stezaljkama) Stezni nosač: ESG-H $d_{\min} = 6$ mm, MIG iz ESG-H, TVG, Float staklo ili VSG od prije navedenih proizvoda, VSG iz Float stakla Kombinacija linijskog prema dijelu 2 i točkastog: Unutrašnji ugao max. 120°			Promjer tanjura (mm)	Debljina stakla TVG	Razmak potpore Smjer 1 (mm)	Razmak potpore Smjer 2 (mm)	70	2 x 6	900	750	60	2 x 8	950	750	70	2 x 8	1100	750	60	2 x 10	1000	900	70	2 x 10	1400	1000
Promjer tanjura (mm)	Debljina stakla TVG	Razmak potpore Smjer 1 (mm)	Razmak potpore Smjer 2 (mm)																								
70	2 x 6	900	750																								
60	2 x 8	950	750																								
70	2 x 8	1100	750																								
60	2 x 10	1000	900																								
70	2 x 10	1400	1000																								
Tabela 17: Propisi norme DIN 18008 kao dokaz o preostaloj nosivosti u zavisnosti od primjene (Dio I)																											

Dio norme	Računsko dokazivanje prema „scenariju pada“, Ispitivanje i dodatna pravila izvedbe
Dio 4: Dodatni zahtjevi za ostakljenja koja je potrebno osigurati u slučaju pada	Računsko dokazivanje (samo za kategoriju B): Neuobičajeno djelovanje u pogledu norme DIN EN 1990 i DIN EN 1990/NA Ispadanje proizvoljnog elementa staklene ograde: a) Nezaštićeni uglovi: Scenario „Cijela staklena površina je oštećena“ b) Zaštićeni uglovi: Scenario „Jedna ploha VSG-stakla je oštećeno“ Rukohvat mora biti u mogućnosti da prenese opterećenje nosača na susjedne elemente, krajnje stupove i učvršćenje na građevinu. Propisi izvedbe: Kategorije A i C: Dostupne slobodne staklene ivice moraju biti zaštićene mehaničkom zaštitom („profilom za zaštitu ivica“), susjednim elementima (zidovima, stropovima, susjednim staklima, gdje je razmak manji od 30 mm). U slučaju stakla pričvršćenog tanjurastim nosačima ove mjere nisu potrebne jer oni garantiraju dobru preostalu nosivost. U normi DIN 18008-4 Prilog D, opisana je zaštita ivica. Ukoliko dođe do njenog odstupanja norma DIN 18008-4 Prilog E sadrži postupak ispitivanja za provjeru funkcionalnosti zaštite ivica. Zahtjevi za zaštitu ivica nalaze se u normi DIN 18008-4. 
Dio 5: Dodatni zahtjevi prohodnih ostakljenja	Računski dokaz: Neuobičajene kombinacije djelovanja u slučaju da je slomljeno gornje staklo. Dokaz o preostaloj nosivosti: a) Ispitivanje sa građevnim elementima (vidi dio 5, prilog A) b) Poštovanje uvjeta izvedbe rubova (vidi dio 5, prilog B) c) Konstruktivne mjere (npr. dodatne konstrukcije za osiguranje od pada, koje sprječavaju padanje staklenih krhotina na prometne površine .
	Tabela 18: Propisi norme DIN 18008 kao dokaz o preostaloj nosivosti u zavisnosti od primjene (Dio II)

10.0 Postupak dimenzioniranja

Na osnovu postupka iz tabele 16 može uslijediti postepeno dimenzioniranje prema normi DIN 18008. Kao što je i opisano ovo dimenzioniranje ne sadrži samo proračun statički potrebne debljine, nego i dokaze za osiguranje u slučaju udara i preostalu nosivost.

	Postupak
Upotreba je opisana: - Postavljanje - Ugradnja - Dodatni zahtjevi (osiguranje u slučaju pada ili prohodnost)	Određivanje važećih dijelova normi: - DIN 18008-1 je uvijek važeća. - DIN 18008-2 se primjenjuje kod linijskog učvršćenja, DIN 18008-3 važi za tačkasto ili kombinovano (tačkasto i linijsko) postavljanje. - Ostali dijelovi norme se poštuju pri dodatnim zahtjevima kao npr. osiguranje u slučaju pada i prohodnost (DIN 18008-4 ili DIN 18008-5).
Izbor vrste stakla i ležaja	Dimenzioniranje ležaja i izbor stakla prema: - Tabeli 3: Opće osnove izvedbe - Tabeli 13: Dodatni zahtjevi kao dokaz o osigurnju u slučaju udara - Tabeli 14: Konstruktivna pravila u zavisnosti od ugla ugradnje kao dokaz o preostaloj nosivosti
Opterećenje	Vlastita težina g, snijeg s, vjetar w i prometno opterećenje prema Eurocode 1 – djelovanja na nosače [13] Klimatsko opterećenje kod MIG prema normi DIN 18008-1: Vrijednosti opterećenja potrebno je eventualno provjeriti (npr. pri upotrebi na velikim nadmorskim visinama ili čak pri visokoj absorpciji toplote kod ostakljenja) Pojednostavljeni postupak izračunavanja važi prema normi DIN 18008-2 samo za pravougaona dvostruka MIG stakla.
Mogućnost A) Geometrijski linearno proračunavanje napetosti i deformacije	Raspodjela opterećenja Za monolitna stakla: nije potrebno Za laminirana stakla: a) bez folije: Raspodjela opterećenja srazmjerna je krutosti stakla b) sa folijom: nema raspodjele opterećenja pošto se stakla računaju u paketu sa svim spojevima. Za IZO stakla: Posmatranja u graničnim slučajevima za stakla sa i bez punog spoja; raspodjela opterećenja slijedi prema normi DIN 18008-2 za pravougaone dvostruka MIG stakla u suprotnom prema Feldmeieru [8, 9]. Kombinacije djelovanja Za pojedinačne udjele opterećenja odvojeno se izračunaju napetosti i deformacije. Na osnovu toga se proračunaju kombinacije djelovanja. Ukoliko se radi npr. samo o površinskom opterećenju, moguće je unaprijed izračunati kombinacije djelovanja na osnovu opterećenja. Za ne termički prenapregnuta stakla one se moraju izračunati za sve tri trajanja djelovanja: stalno, srednje i kratko. Primjer za laminirano staklo postavljeno u području iznad glave kao dokaz u graničnom stanju nosivosti vrijedi (uporedi poglavlje 4): $E_d \text{ stalno} = 1,35 g$ $E_d \text{ srednje} = 1,35 g + 1,5 s$ $E_d \text{ kratko} = \max 1,35 g + 1,5 s + 1,5 \cdot 0,6 \cdot w_{\text{pritisak}} 1,35 g + 1,5 w_{\text{pritisak}} + 1,5 \cdot 0,5 s$

	Postupak
Mogućnost B) Geometrijski nelinearni proračun napetosti i deformacija	Za nelinearni proračun moraju se računati napetosti i deformacije za kombinacije djelovanja na osnovu opterećenja pošto ovdje linearno preklapanje opterećenja nije moguće.
Proračun otpornosti sastavnih elemenata	R_d se računa na osnovu tabele 8
Dokaz u Graničnoj vrijednosti nosivosti $E_d < R_d$	$E_d < R_d$
Proračun graničnih kriterija i dokaz u graničnoj vrijednosti iskoristivosti	C_d se računa na osnovu tabele 12: $E_d < C_d$ Ukoliko ne bude ispunjen dokaz o deformacijama koji se računa linearnom teorijom ploča, moguće je za odgovarajuće kombinacije djelovanja provesti nelinearni dokaz. Linearno preklapanje svakog pojedinačnog udjela ovdje nije moguće. Ovdje se računaju napetosti i deformacije pri istovremenom djelovanju svakog udjela opterećenja. Za MIG je korisno ovaj dokaz provesti za cjelokupni paket stakala uz pomoć odgovarajućeg softvera, jer tada može doći do izračunavanja klimatskih opterećenja i povezivanja opterećenja na osnovu nelinearne teorije proračuna.
Dokaz o preostaloj nosivosti	Ukoliko se pored ispunjavanja uvjeta izvedbe iz tabele 15 zahtijeva se i računski dokaz, onda se on mora provesti posebno.
Dokaz o sigurnosti u slučaju udara	Ukoliko izvedba nije pokrivena dokazanom staklo gradnjom mora se provesti dokazivanje sigurnosti u slučaju udara kroz ispitivanje ili proračune (usporedi tabelu 13).
Tabela 19: Postupak dimenzioniranja prema normi DIN 18008 (Dio II)	

Proračun klimatskog opterećenja za ostakljenje sa trostrukom izolacijom postavljenom linijski četverostrano	
Dimenzioniranje stakla	
Staklo gradnja	4 mm Float staklo – 16 mm SZR – 4 mm Float staklo – 16 mm SZR – 4 mm Float staklo
Volumen SZR	
Omjer strana	– => tabelarna vrijednost
Promjena volumena [m³ / kN/m²]	0,001007 m³/(kN/m²)
Relativna promjena volumena pojedinačnih stakala	
Faktori izolacionog stakla	
Pomoćna vrijednost	
Razlike u pritisku u međuprostoru	
	Razlike u pritisku u unutrašnjim staklima djeluju suprotno tako da na njih ne utječu klimatska opterećenja. Pošto je cijeli sistem simetričan, promatrat ćemo samo jedno staklo.
Klima stalno	
Klima srednje	
Dokazi u graničnom stanju nosivosti	
TRLV	DIN 18008
Klimatsko opterećenje	
Proračun napetosti (sistem se ponaša kao nosač sa dvije potpore) $a/b = 0,25 > 0$	
Dokaz $25,8 / 18,0 = 1,43 > 1,0$	Dokaz $36,9 / 18 = 2,05 > 1,0$

Više uputa vezanih za korišteni postupak, tabelarne vrijednosti itd. nalazi se u [14], [17] i [18]

13.4. Prijava reklamacije

U nastavku je prikazan proces prijave reklamacije koji će kupac trebati poštivati prema Kristalu ukoliko dođe do reklamiranja stakla.

Prije popunjavanja adekvatnog obrasca potrebno je pažljivo pročitati smjernice, upute i tolerancije opisane u prethodnom tekstu.

Za sve opravdane reklamacije Kristal će zamijeniti proizvod novim ili vratiti novac. U cilju što jasnije ocjene reklamacije uz obrazac je potrebno priložiti i fotografije reklamiranog komada. U slučaju potrebe uvida u reklamaciju Kristal ima pravo zatražiti povrat reklamiranog proizvoda ili utvrditi reklamaciju na licu mjesta. Proizvodi koji se reklamiraju, a njihove greške su dozvoljene propisanim smjernicama neće biti predmet daljnjeg razmatranja reklamacije.

Na obrascu će biti potrebno kratko opisati oštećenja koja se vide na staklu. Pri tome je važna napomena da se prema smjernicama stakla ocjenjuju sa udaljenosti od najmanje 3 m.

13.4.1. Obrazac za prijavu reklamacije

kristal
Vaš svijet stakla

PRIJAVA REKLAMACIJE KUPCA
 Molimo Vas da prije popunjavanja ovog obrasca pažljivo pročitate SMJERNICE ZA OCJENJIVANJE VIZUALNE KVALITETE, TOLERANCIJU DIMENZIONIRANJA STAKLA.
 Za sve opravdane reklamacije Kristal će izvršiti popravku, zamjenu proizvoda ili obešteti kupca. U cilju što jasnije ocjene reklamacije molimo Vas da uz obrazac priložite i fotografije reklamacije. U slučaju potrebe uvida u reklamaciju Kristal ima pravo zatražiti povrat reklamiranog proizvoda ili utvrditi reklamaciju na licu mjesta. Proizvodi koji se reklamiraju, a njihove greške su dozvoljene propisanim smjericama, neće biti predmet daljnjeg razmatranja.

POPUNJAVA KUPAC

Naziv firme / Ime kupca Adresa
 Kontakt osoba / telefon
 Mjesto ugradnje (popunjava se ako je proizvod ugrađen na drugoj adresi)
 Ugradnja od strane Kristala ☐ DA ☐ NE
 Broj računa Datum računa
 Molimo Vas da kratko opišete oštećenja koja vidite i zbog čega reklamirate proizvod.

Naziv proizvoda koji se reklamira- šifra proizvoda	Dimenzija u mm	Opis reklamacije

Imajte na umu da se stakla trebaju ocjenjivati sa udaljenosti od najmanje 3m. Nejednakost u refleksiji se ocjenjuje sa udaljenosti od 5m. U slučaju da ne reklamirate proizvod već uslugu (uzimanje mjera, montaža, strukturno silikoniiranje, dizajniranje i sl.) molimo Vas da što detaljnije opišete reklamaciju:

Potpis kupca

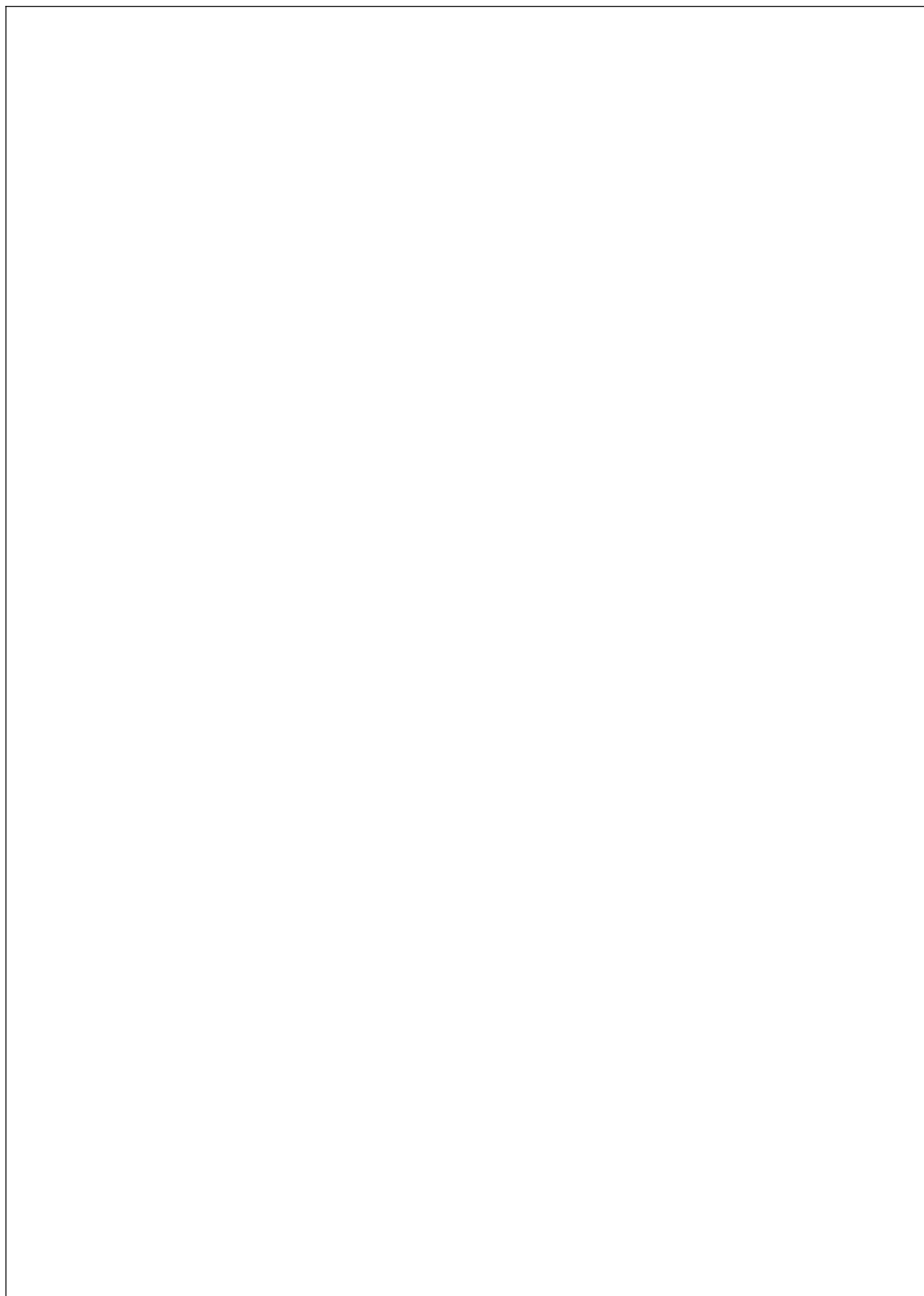
Povrat robe / proizvoda ☐ DA ☐ NE Datum

Ovaj dokument se smatra validnim i kao povratnicom od kupca.

POPUNJAVA KRISTAL

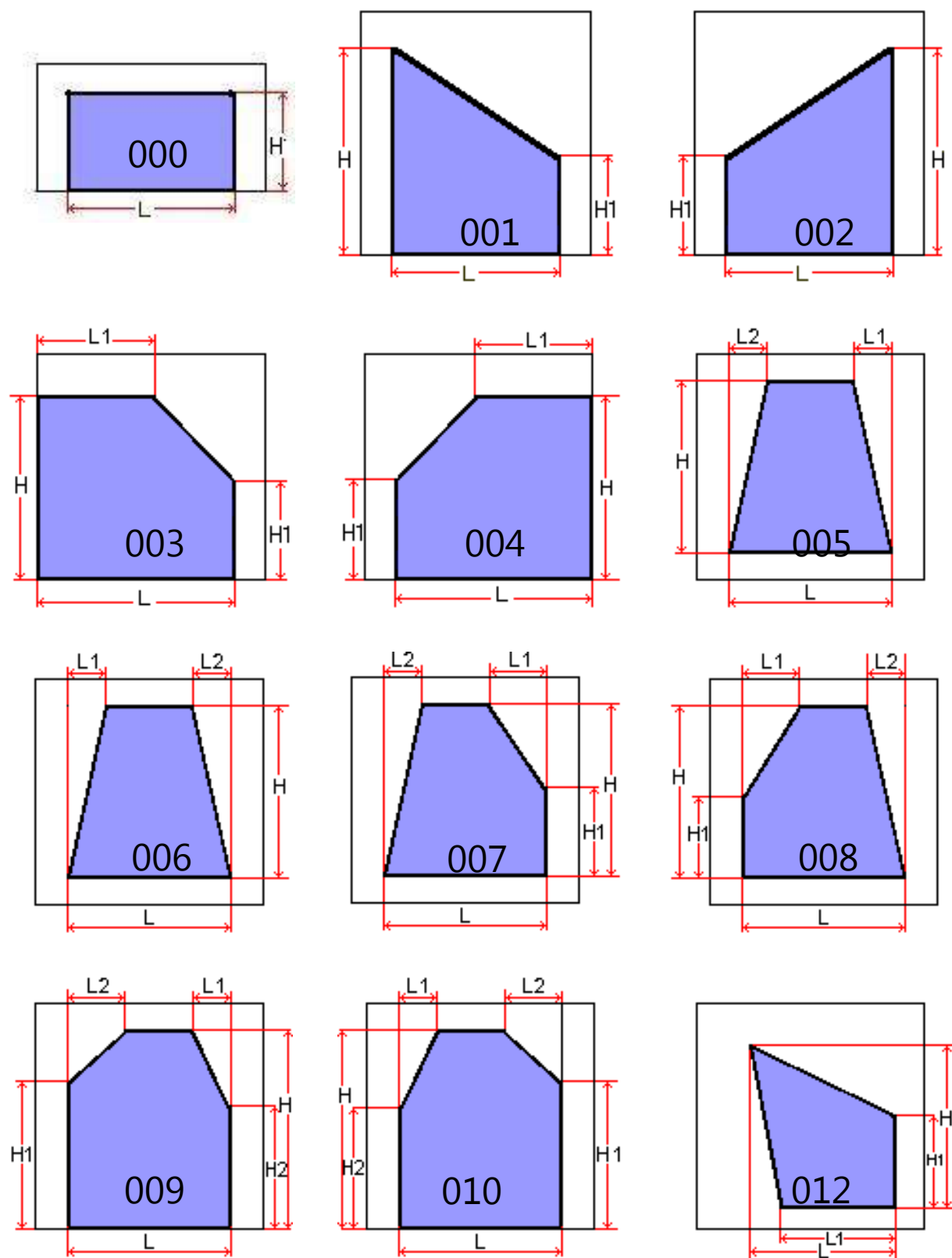
Reklamacijski list broj Datum prijema
 Reklamaciju primio
 Napomena

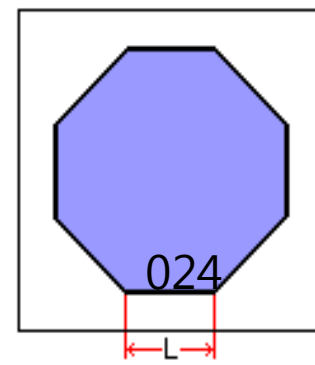
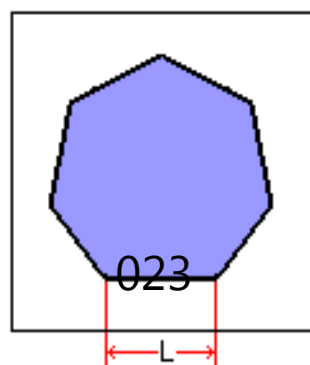
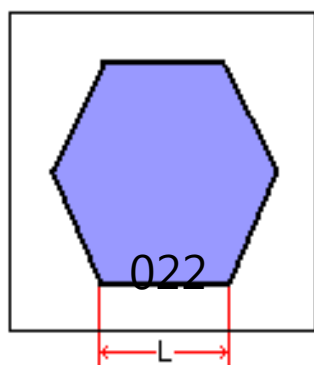
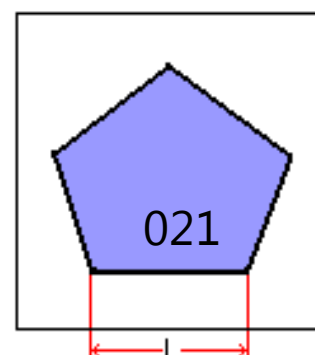
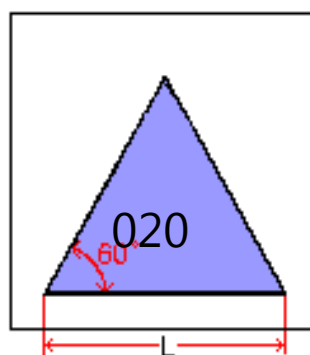
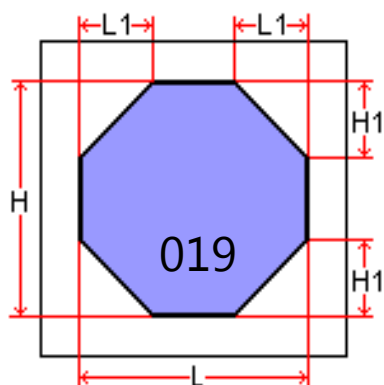
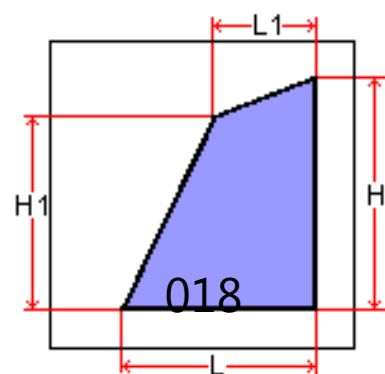
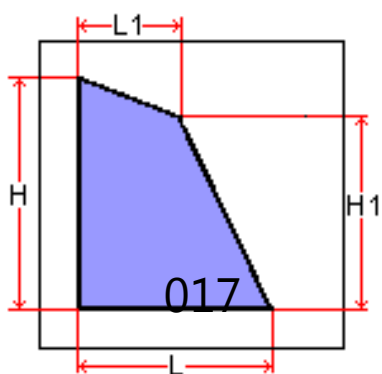
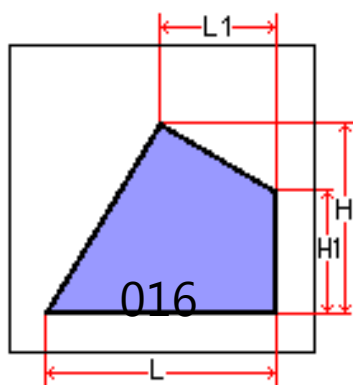
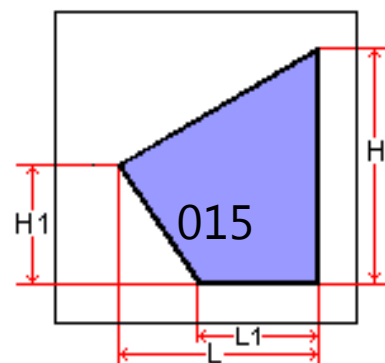
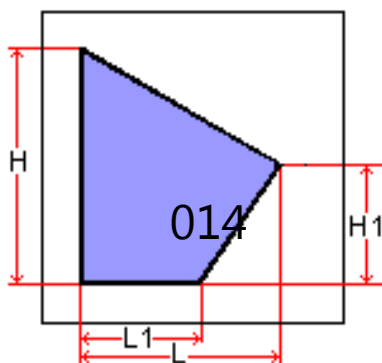
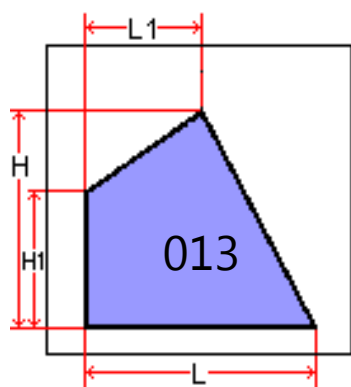
Reklamacija prihvaćena ☐ DA ☐ NE

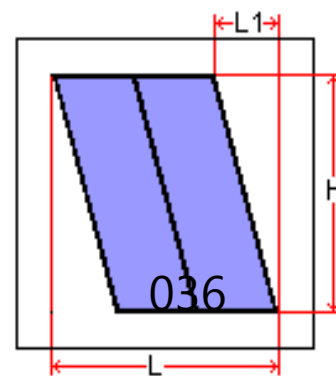
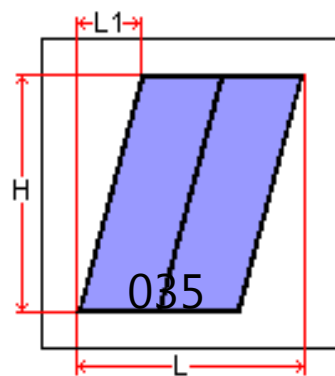
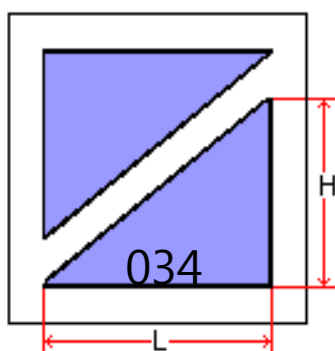
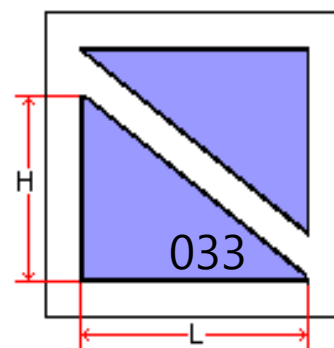
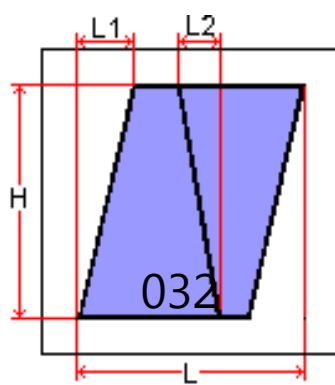
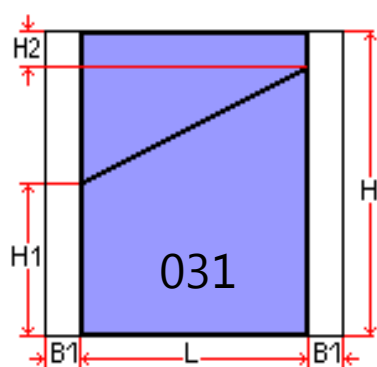
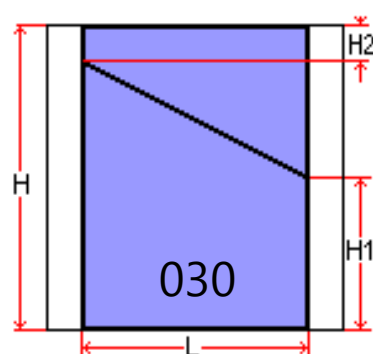
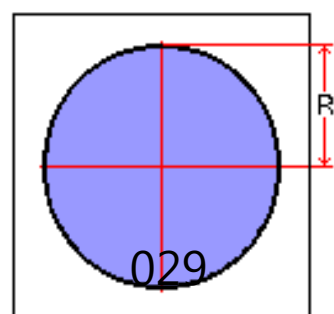
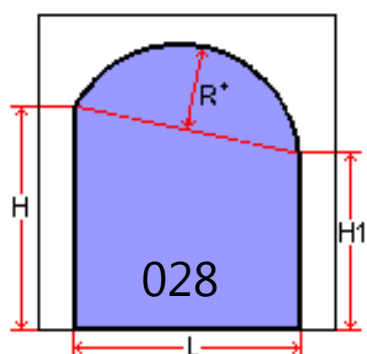
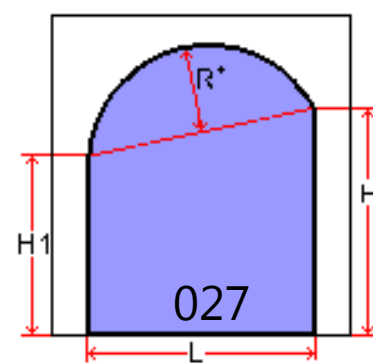
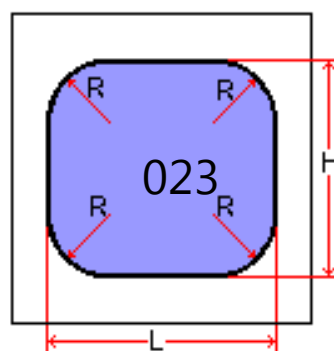
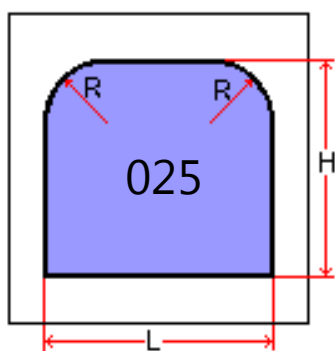


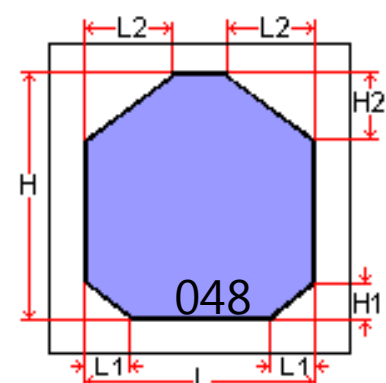
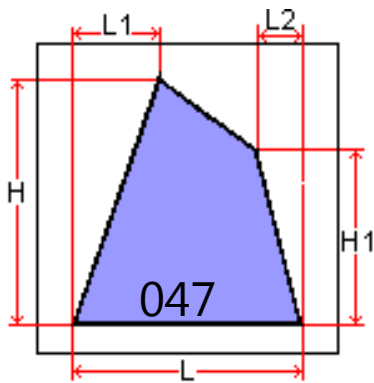
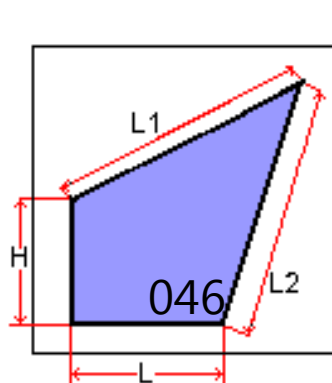
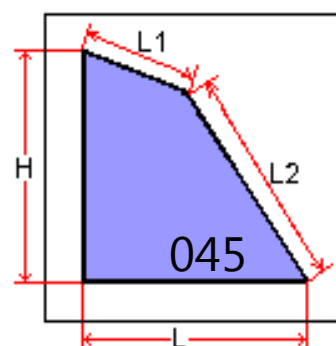
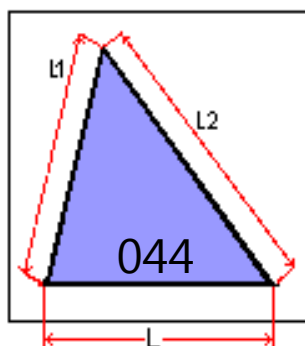
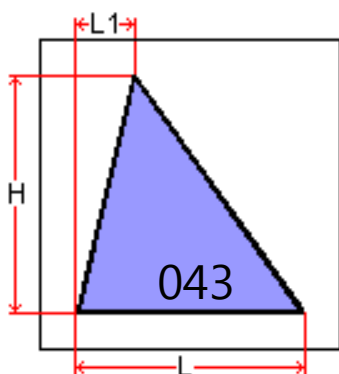
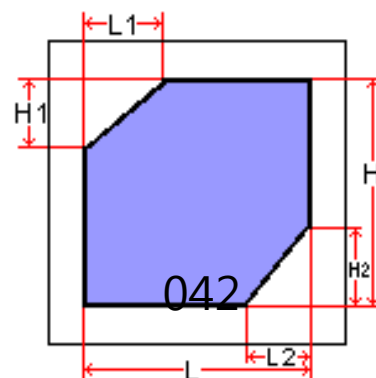
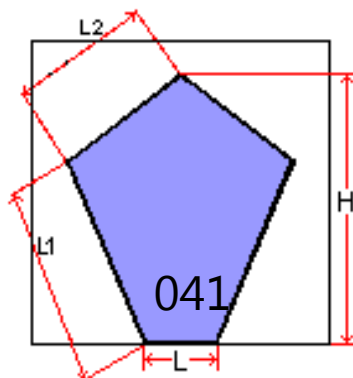
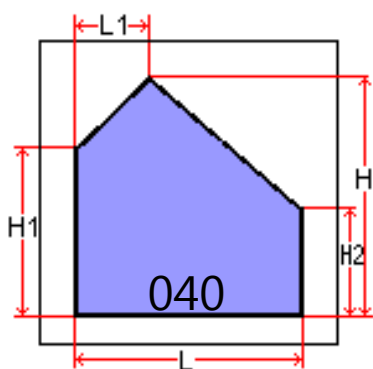
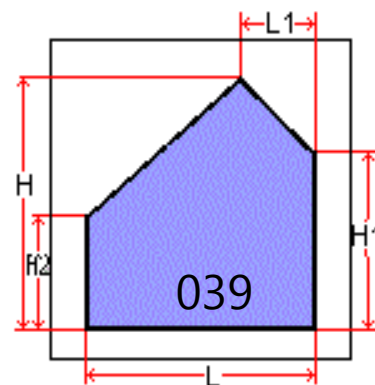
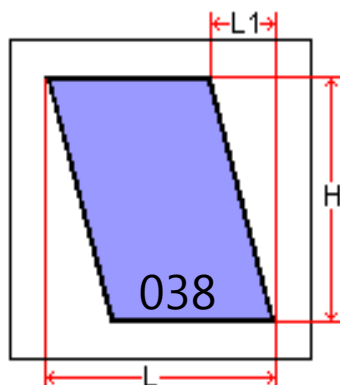
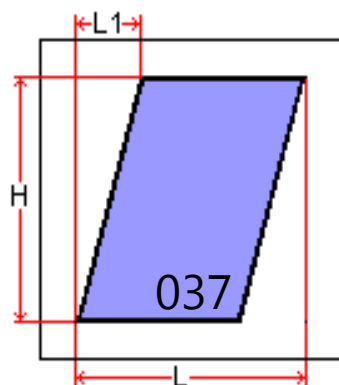
Katalog oblika:

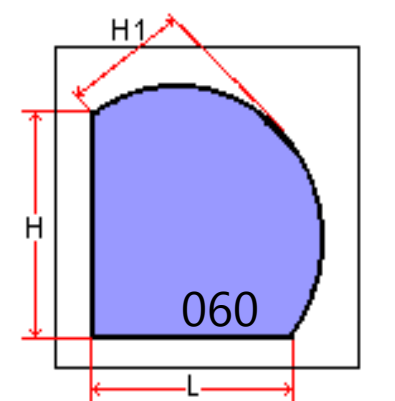
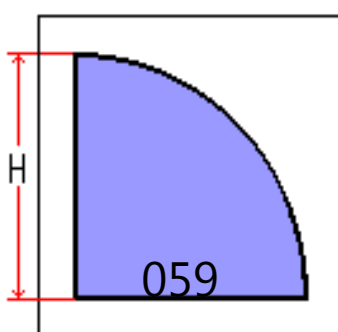
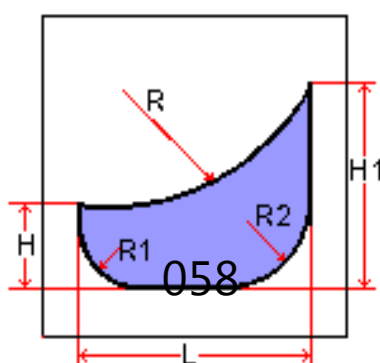
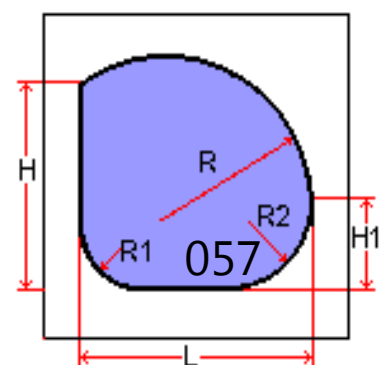
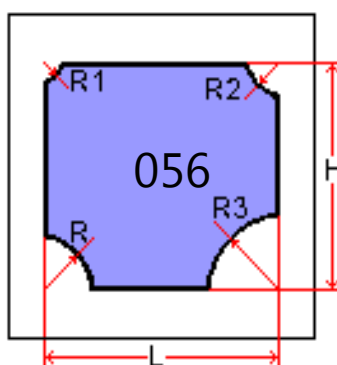
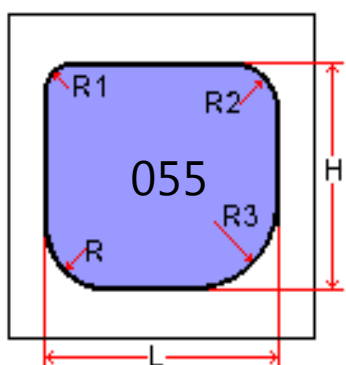
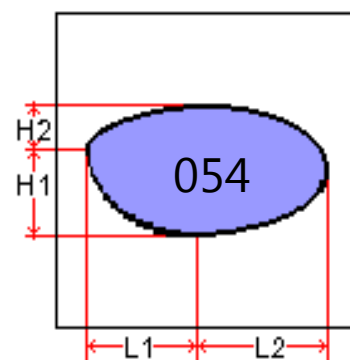
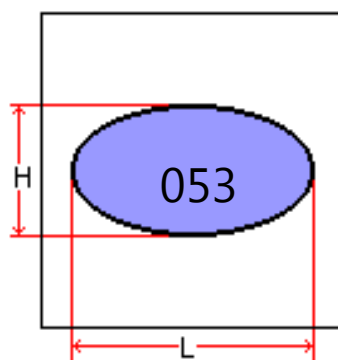
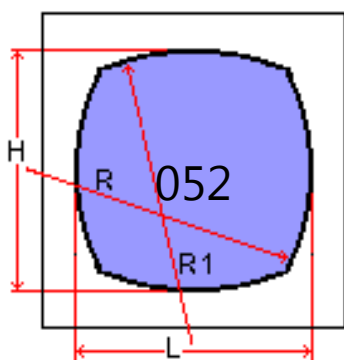
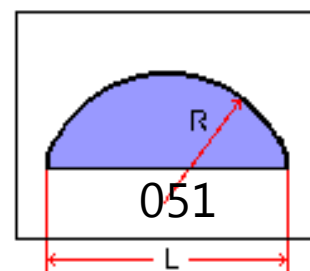
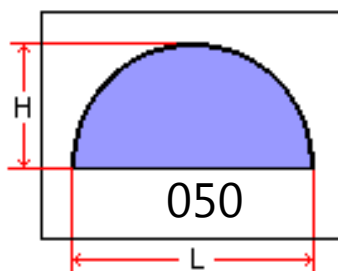
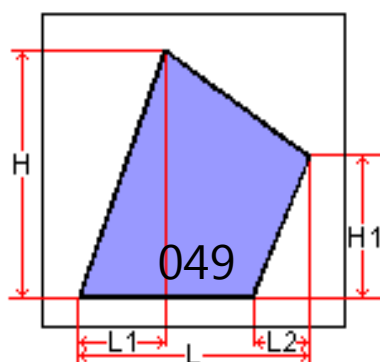
Kliknuti mišem na površini i odabrati jedan od formata jpg; gif; png; tif:

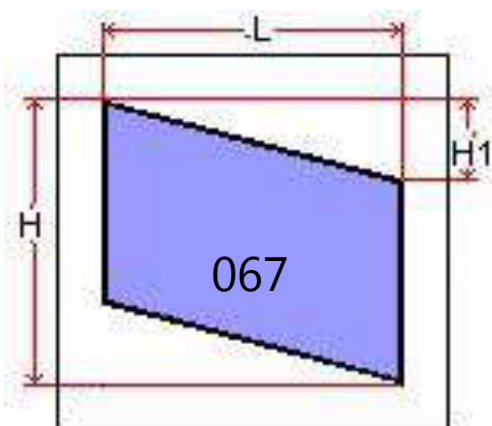
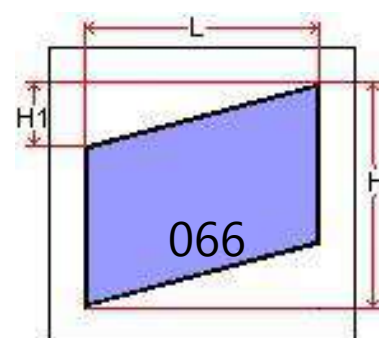
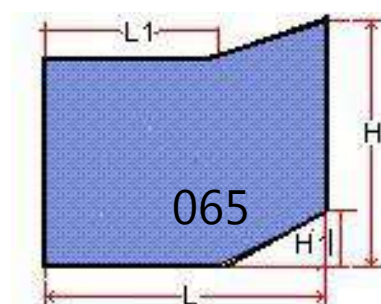
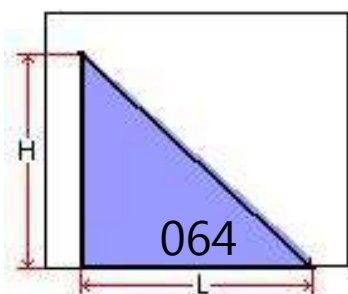
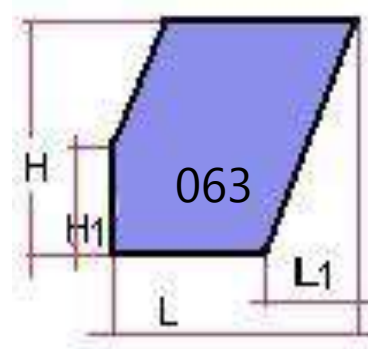
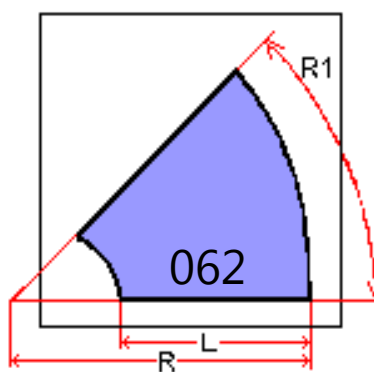
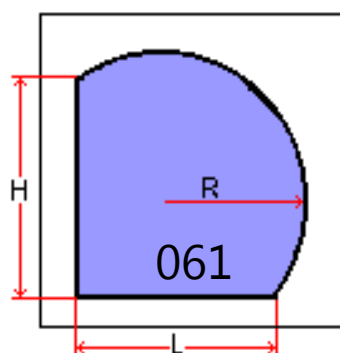












13.6. Jamstveni list za izo staklo

kristal

Poslovni Centar 96
72250 Vitez
Bosnia and Herzegovina
T +387 (0) 30 717 733
F +387 (0) 30 713 111
info@kristal.eu
www.kristal.eu

JAMSTVENI LIST Izolacijsko staklo

Ovim jamstvom Prodavatelj jamči da će izolacijsko staklo, ako se skladišti i koristi u skladu s priloženim uputama, u periodu od **5 godina** pravilno funkcionirati, tj. da se u jamstvenom roku staklene površine u međuprostoru (unutrašnja strana izo-stakla) neće orošavati i da se u istim neće pojaviti kondenzacija vodene pare.

Jamstveni rok počinje teći od dana preuzimanja izolacijskog stakla od strane Kupca.

Prodavatelj se obvezuje da će, na pismeni zahtjev Kupca, podnesen u jamstvenom roku i odmah po uočavanju nedostatka, o vlastitom trošku otkloniti nedostatke ili izvršiti zamjenu izolacijskog stakla u razumnom roku i u dogovoru s Kupcem.

Prodavatelj neće moći uvažiti jamstvo u sljedećim slučajevima :

1. Ako kupac ne priloži ispravan jamstveni list i račun o kupnji
2. Ako se Kupac nije pridržavao uputa o skladištenju i korištenju proizvoda
3. Ako se Kupac nije pridržavao opće priznatih zakonitosti i standarda u staklarstvu
4. Ako je Kupac na proizvodu naknadno vršio određenu doradu ili preradu
5. Ako je Kupac proizvod ugradio u mobilna sredstva (npr. zamrzivači i sl.)
6. Ako je proizvod popravljan ili prepravljivan od drugih osoba
7. Ako su nedostaci na proizvodu nastali kao posljedica djelovanja više sile.

Jamstvo se ne odnosi na izolacijsko staklo proizvedeno u kombinaciji s nekim ornamentnim staklima s vrlo jakim ili vrlo slabim ornamentnim uzorkom, te za armirano staklo.

BROJ RAČUNA PRODAVATELJA	
DATUM PRODAJE	
POTPIS I PEČAT PRODAVATELJA	



ISO 9001 CERTIFICATE OF QUALITY

13.7. Jamstveni list za kaljeno staklo

kristal

Poslovni Centar 96
72250 Vitez
Bosnia and Herzegovina
T +387 (0) 30 717 733
F +387 (0) 30 713 111
info@kristal.eu
www.kristal.eu

JAMSTVENI LIST

Kaljeno staklo

Proizvod 'kaljeno staklo' koji je prodala firma Kristal d.o.o. na osnovu navedene fakture jamči ispunjavanje zahtjeva za kvalitetom i sigurnosti prema europskom standardu EN 12 150 za razdoblje od pet godina (5 godina). Kaljeno staklo uslijed termičke obrade dobiva znatno povećanu otpornost na udar, šok i promjenu temperature. Jamstveni rok počinje teći od dana isporuke kaljenog stakla.

Jamstvo se odnosi na stakla na kojima je rađen Heat Soak Test prema standardu EN 14 179. Ovaj test sprječava pojavu spontanog loma na kaljenom staklu (nastao djelovanjem molekule Ni – S).

Toplinski ojačano staklo (polukaljeno) ne zadovoljava uvjete sigurnosnih zahtjeva. Kupac je dužan koristiti sigurnosna stakla na opasnim mjestima (kaljeno ili laminirano staklo). Kupac svojom narudžbom odlučuje je li proizvod kupljen u Kristalu prikladan za namijenjenu aplikaciju. Kristal d.o.o. u svakom trenutku može dati informaciju, mišljenje, savjet o mogućim problemima i sugerirati drugo rješenje (samo ukoliko to kupac traži).

Prilikom isporuke gotovog proizvoda Kristal d.o.o. garantira za njegovu kvalitetu, sigurnost i prihvatljivost kroz procese kontrole i praćenje proizvoda u svom pogonu.

Prodavatelj se obvezuje da će, na pismeni zahtjev Kupca, podnesen u jamstvenom roku i odmah po uočavanju nedostataka, otkloniti iste ili izvršiti zamjenu kaljenog stakla u razumnom roku i u dogovoru s Kupcem.

Kristal d.o.o. zadržava pravo provjeriti navodne neispravne proizvode, te na osnovu toga prihvatiti ili odbiti reklamaciju.

S obzirom da se proizvodnja sirovina, materijala i tehnologija može promijeniti, nova zamjenska stakla ne moraju odgovarati izvornim.

Prodavatelj neće moći uvažiti jamstvo u sljedećim slučajevima:

1. Ako kupac ne priloži ispravan račun o kupnji.
2. Ako se kupac nije pridržavao opće priznatih zakonitosti i standarda u staklarstvu (pogledati pravila i smjernice u uputi koja

IFT CERTIFIED TÜV CERT ISO 9001 CERTIFICATE OF QUALITY

PIB: 23603550903 JIB: 4256030550603 PS: 1970006

Održivo je upisano u sudski registar pod br.: 1-243 Rješenje br.: U/I - 121/01 u Županijskom sudu Tvrniti
Za: 154260200021106 INTESA SANPAOLO BANK IBAN: BA39154260200021106 - SWIFT: UPRKBA22 Za: 3060410000026091 HYPO GROUP ALPE ADRIA BANK IBAN: BA393060203700080771 - SWIFT: HAABBA22
Za: 1610700000270024 RAIFFEISEN BANK IBAN: BA391611550000362665 - SWIFT: RZBA2A25 Za: 3381502200014538 UNICREDIT ZAGREBAČKA BANKA IBAN: BA393380604604616028 - SWIFT: UNCRBA22

kristal

Poslovni Centar 96
72250 Vitez
Bosnia and Herzegovina
T +387 (0) 30 717 733
F +387 (0) 30 713 111
info@kristal.eu
www.kristal.eu

se nalazi na stranici Kristala –
www.kristal.eu).

3. Ako su nedostaci na proizvodu nastali kao posljedica djelovanja više sile.
4. Ako su puknuća na proizvodu nastala uslijed nestručnog rukovanja, te nepropisne i nekvalitetne ugradnje koja nije u skladu s proizvodnim uputama.
5. Ako su na proizvodu naknadno rađeni pokušaji bojenja, lijepljenja ili presvlačenja s folijama ili tapetama, a koje ne obavlja Kristal ili ovlašteni izvođač na montaži.
6. Ako su nastala oštećenja kao što su ogrebotine, oštećenja nastala topljenjem, pjeskarenjem, varenjem, otvorenim plamenom i korištenjem abrazivnih

sredstava za čišćenje (pranje je potrebno vršiti otopinom vode i blagih sredstava, a krpe i alat ne smiju grebati staklenu površinu).

7. Ako su na proizvodu blage valovite nesavršenosti ili nepravilnosti koje su u skladu s tolerancijama iz standarda, a ne narušavaju integritet proizvoda.
8. Sitne točkice i ogrebotine koje nisu vidljive s udaljenosti od 3 m, prema pravilima za ocjenu vizualne kvalitete stakla.
9. Ako je kaljeno staklo izloženo toplini većoj od dozvoljenih 200 K uslijed čega dolazi do oštećenja i eventualnog pucanja stakla.
10. Ako proizvod proizveden u Kristalu nije plaćen.

BROJ RAČUNA PRODAVATELJA	
DATUM PRODAJE	
POTPIS I PEČAT PRODAVATELJA	

PRAVNE NAPOMENE:

Kristal d.o.o. neće biti odgovoran za posebne, indirektne ili slučajne štete. Niti jedan distributer, prodavač ili predstavnik Kristal-a Vitez nema ovlast da mijenja, podešava ili proširuje ovu garanciju. Kupac ovog proizvoda se izjašnjava da je pročitao ovu garanciju, razumio ju i da je vezan njenim uvjetima. Originalni nabavljač ovog proizvoda se slaže da će dostaviti ovu garanciju originalnom vlasniku strukture u koju će ovaj proizvod biti montiran.

IFT CERTIFIED TÜV CERT ISO 9001 CERTIFICATE OF QUALITY

PIB: 23603050003 JIB:423603050003 PIB: 1970006

Zr.: 1562602000521106 INTESA SANPAOLO BANK IBAN: BA391542602000621166 - SWIFT: UPBKBA22 Društvo je upisano u sudski registar pod br.: 1-243 Rješenje br.: U/I - 121/01 u Županijskom sudu Travnik
Zr.: 1610700050270024 RAIFFEISEN BANK IBAN: BA391611350000362665 - SWIFT: RZBABA25 Zr.: 3060415000026691 HYPO GROUP ALPE ADRIA BANK IBAN: BA393006203700080771 - SWIFT: HAA0BA22
Zr.: 3382562100014558 UNICREDIT ZAGREBAČKA BANKA IBAN: BA39338664804616028 - SWIFT: UNCRBA22

13.8. Jamstveni list za laminirano staklo

kristal

Poslovni Centar 96
72250 Vitez
Bosnia and Herzegovina
T+387 (0) 30 717 733
F+387 (0) 30 713 111
info@kristal.eu
www.kristal.eu

JAMSTVENI LIST

Laminirano staklo

Proizvod 'laminirano staklo' koji je prodala firma Kristal d.o.o. na osnovu navedene fakture jamči ispunjavanje zahtjeva za kvalitetom i sigurnosti prema europskim standardima EN 14449 i EN 12543 za razdoblje od pet godina (5 godina). Jamstveni rok počinje teći od dana preuzimanja laminiranog stakla.

Jamstveni list je garancija da laminirano staklo ne sadrži defekte nastale u proizvodnji a koji mogu rezultirati delaminacijom i izobličenjima kod pogleda kroz staklo (bez pojave mjehurića, delaminacije i nečistoća).

Prodavatelj se obvezuje da će, na pismeni zahtjev Kupca, podnesen u jamstvenom roku i odmah po uočavanju nedostataka, o vlastitom trošku otkloniti nedostatke ili izvršiti zamjenu laminiranog stakla u razumnom roku i u dogovoru s Kupcem.

Kristal d.o.o. zadržava pravo provjeriti navodne neispravne proizvode, te na osnovu toga prihvatiti ili odbiti reklamaciju.

S obzirom da se proizvodnja sirovina, materijala i tehnologija može promijeniti, nova zamjenska stakla ne moraju odgovarati izvornim.

Prodavatelj neće moći uvažiti jamstvo u sljedećim slučajevima:

1. Ako kupac ne priloži ispravan račun o kupnji.
2. Ako se kupac nije pridržavao opće priznatih zakonitosti i standarda u staklarstvu

(pogledati pravila i smjernice u uputi koja se nalazi na stranici Kristala – www.kristal.eu).

3. Ako su nedostaci na proizvodu nastali kao posljedica djelovanja više sile (ako su površine ili ploče stakla slomljene).
4. Ako su puknuća na proizvodu nastala uslijed nestručnog rukovanja, te nepropisne i nekvalitetne ugradnje koja nije u skladu s proizvodnim uputama ili općim industrijskim standardima koji pokrivaju područje staklarstva).
5. Ako su na proizvodu naknadno rađeni pokušaji bojenja, lijepljenja ili presvlačenja s folijama ili tapetama, a koje ne obavlja Kristal ili ovlašteni izvođač na montaži.
6. Ako su nastala oštećenja kao što su ogrebotine, oštećenja nastala topljenjem, pjeskarenjem, varenjem, otvorenim plamenom koji je uzrokovao temperaturne razlike na površinskim rubovima i korištenjem abrazivnih sredstava za čišćenje (Pranje je potrebno vršiti otopinom vode i blagih sredstava, a krpe i alat ne smiju grebati staklenu površinu).
7. Ako proizvodi nisu zaštićeni od kretanja građevinske konstrukcije, ili su montirani bez odredbi koje zahtijevaju adekvatnu dilataciju okvira/profila.
8. Ako je laminirano sigurnosno staklo tretirano neprikladnim sredstvima za ostakljivanje (neadekvatna brtvila za

IFT CERTIFIED TÜV CERT ISO 9001 CERTIFICATE OF QUALITY

PIB: 236030550003 JIB:4236030550003 PS: 1970006

Za: 1542602000021106 INTESA SANPAOLO BANK IBAN: BA391542602000021106 - SWIFT: UPKRBA22 Društvo je upisano u sudski registar pod br: 1-243 Rješenje br: U/R - 121/01 u Županijskom sudu Travnik
Za: 1610700000270024 RAIFFEISEN BANK IBAN: BA391611550000362665 - SWIFT: RZBABA25 Za: 3382502200014558 UNICREDIT ZAGREBAČKA BANKA IBAN: BA39338604804016028 - SWIFT: UNCRBA22

kristal

Poslovni Centar 96
72250 Vitez
Bosnia and Herzegovina
T +387 (0) 30 717 733
F +387 (0) 30 713 111
info@kristal.eu
www.kristal.eu

zastakljivanje), izloženost vlazi, izlaganje otapalima ili kemijskim parama, izlaganje kiselinama ili lužinama ili nekompatibilnim sredstvima za čišćenje kao što su korozivni ili abrazivni spojevi ili kontakt s abrazivnim predmetima, te upotreba bilo kojeg čistača koji sadrži amonijak.

9. Ako je laminirano staklo ugrađeno u vodu, solarne kolektore ili komercijalne rashladne proizvode.

10. Ako se vrši laminiranje sa staklima/folijom Kupca.

11. Ako se desio spontani lom (uzrokovan molekulom niki-sulfid) na lamistalu koji je izrađen od kaljenih stakala na kojima nije rađen HST test.

12. Ako proizvod nije plaćen.

BROJ RAČUNA PRODAVATELJA	
DATUM PRODAJE	
POTPIS I PEČAT PRODAVATELJA	

PRAVNE NAPOMENE:

Kristal d.o.o. neće biti odgovoran za posebne, indirektno ili slučajne štete. Niti jedan distributer, prodavač ili predstavnik Kristal-a Vitez nema ovlast da mijenja, podešava ili proširuje ovu garanciju. Kupac ovog proizvoda se izjašnjava da je pročitao ovu garanciju, razumio ju i da je vezan njenim uvjetima. Originalni nabavljač ovog proizvoda se slaže da će dostaviti ovu garanciju originalnom vlasniku strukture u koju će ovaj proizvod biti montiran.

IFT CERTIFIED TÜV CERT ISO 9001 CERTIFICATE OF QUALITY

PIB: 236030550003 JIB: 4236030550003 PB: 1970906
Zr: 1542602000521106 INTESA SANPAOLO BANK IBAN: BA391542602000521106 - SWIFT: UPBKBA22
Zr: 1610700000270024 RAIFFEISEN BANK IBAN: BA391611350000362665 - SWIFT: RZBABA25

Društvo je upisano u sudski registar pod br.: 1.243 Rješenje br.: U/R - 121/01 u Županijskom sudu Travnik
Zr: 3060419000020091 NYPO GROUP ALPE ADRIA BANK IBAN: BA393060419000020091 - SWIFT: HAABBA22
Zr: 338392200014558 UNICREDIT ZAGREBAČKA BANKA IBAN: BA393386604804016028 - SWIFT: UNCRBA22

13.9. Jamstveni list za tuš kabine

kristal[®]
Vaš svijet stakla

Tuš kabine

Jamstveni list



Preporučujemo:

Tekućina protiv zadržavanja kapljica vode na staklenim površinama.

Nanošenjem ovog sredstva postiže se lotus efekat.

Uporaba: Prije nanošenja površina mora biti čista i suha. Špricaljkom se nanosi sredstvo. Papirnim ubrusom ili mikrofiber krpom utrljati sredstvo dok površina ponovo ne bude čista i suha.

Proizvod je namijenjen za profesionalnu i kućnu uporabu.

100 + 500 ml

Tehničke karakteristike

Kombinacije:

- Staklo bez rama, fiksiranje na zid putem šarki i fiksni držača
- Staklo bez rama, fiksiranje na zid putem šarki i ALU profila

Staklo:

Kaljeno sigurnosno staklo (ESG), 8 ili 10mm

Okovi:

Mesing, završna obrada polirani krom

Postoje tri klase dihtanja:

KLASA A: samo s PVC brtvama (vertikalno i horizontalno). Karakteristika ove klase dihtanja je da dihtanje nije idealno, voda mora izaći u manjoj ili većoj mjeri.

KLASA B: dihtanje pomoću seta za dihtanje (prag ispod vrata). Voda uopće ne prolazi ili prolazi u minimalnim količinama.

KLASA C: idealno dihtanje (akvarij).

Klasa okova:

KLASA A: kada se voda usmjeri u šarku – voda prolazi kroz šarku.

Održavanje:

Staklo se tretira pamučnom krpom i tečnim sredstvima koja ne sadrže abrazive, alkohol, acetone i druge agresivne supstance kako se ne bi oštetila glazura stakla i polirani krom na okovima.

Kromirane površine se mogu čistiti vodom, sapunicom i nježnom pamučnom krpom. Također pomoću sredstva za kamenac (možete ga kupiti kod nas) koje ćete naprskati na šarke izbjeci ćete eventualnu škripu izazvanu nagomilavanjem kamenca u predjelu šarki.

JAMSTVENI LIST
Tuš kabine po mjeri

Izjava davaoca jamstva:

KRISTAL d.o.o., PC 96, 72 250 Vitez-BIH, izjavljuje:

*da će proizvod u jamstvenom roku funkcionirati u okviru deklariranih tehničkih mogućnosti propisanih od strane proizvođača, pod uvjetom da se koristi u skladu s njegovom namjenom i da je ugrađen poštujući uputstva za montažu proizvođača;

*da će na Vaš pismeni/usmeni zahtjev otkloniti kvar ili nedostatak na proizvodu, naravno ako nas obavijestite u roku u kojemu važi jamstvo. Kvar ćemo otkloniti besplatno u razumnom roku po prijavi kvara. Ako se proizvod ne može popraviti u tom roku proizvod će biti zamijenjen novim.

Jamstveni rok počinje teći od dana kupnje proizvoda i traje:

*12 (Dvanaest) mjeseci za okove

*12 (Dvanaest) mjeseci za britve (potrošni materijal)

*12 (Dvanaest) mjeseci na kvalitetu radova (montažu)

Prodavatelj neće moći uvažiti jamstvo u sljedećim slučajevima:

1. Ako kupac ne predoči ispravan jamstveni list ili originalni račun o kupnji.
2. Ako se kupac nije pridržavao uputa o održavanju i korištenju proizvoda.
3. Ako se kupac nije pridržavao opće priznatih zakonitosti i standarda u staklarstvu.
4. Ako je kupac na proizvodu naknadno vršio određenu doradu ili preradu.
5. Ako je proizvod popravljen ili prepravlján od drugih osoba.
6. Ako su nedostaci na proizvodu nastali kao posljedica djelovanja više sile.
7. Ako je kupac izvršio nepravilnu montažu proizvoda.

MODEL	
BROJ RAČUNA PRODAVATELJA	
DATUM PRODAJE	
POTPIS I PEČAT PRODAVATELJA	

Napomena: Jamstvo se daje isključivo na ispravnost proizvoda, a ne na njegovu funkcionalnost jer se podrazumijeva da je kupac upoznat s tehničkim karakteristikama proizvoda.

14. LITERATURA

- 1) *EN 1279 -1 Opći principi, dopuštena odstupanja dimenzija i pravila za označavanje sistema*
- 2) *EN 1279-1(izdanje 2018.) Staklo u građevinarstvu-Izolaciono staklo*
- 3) *EN 1279-2 Izolaciono staklo-Testne metode i zahtjevi za vlagu propusnost*
- 4) *EN 1279-3 Izolaciono staklo-Testne metode i zahtjevi za propuštanje plina i tolerancije koncentracije plina*
- 5) *EN 1279-4 Izolaciono staklo-Metode ispitivanja za fizičke attribute*
- 6) *EN 1279-5 Izolaciono staklo-Ocjena usklađenosti sa standardom*
- 7) *EN 1279-6 Izolaciono staklo-Fabrička kontrola proizvodnje i periodična ispitivanja*
- 8) *EN 12150-1 Staklo u graditeljstvu- termički kaljeno natrij-kalcijevo silikatno staklo - 1. dio: Definicije i opis*
- 9) *EN 14179-1 Tehnički obrađeno kaljeno staklo Dio 1: Definicije i opis*
- 10) *EN 14179-1 Tehnički obrađeno kaljeno staklo Dio 2: Ocjena usklađenosti*
- 11) *EN 572-2 Proizvodi od natrij-kalcij-silikatnog stakla-Float staklo*
- 12) *EN 357 Staklo u građevinarstvu – Vatrootporni elementi ostakljenja od prozirnih ili providnih staklenih elemenata - Klasifikacija vatrootpornosti*
- 13) *EN 1863-1 Staklo u građevinarstvu-Djelomično kaljeno natrij-kalcij-silikatno staklo*
- 14) *EN ISO 12543 -1 Staklo u građevinarstvu-Lijepljeno i sigurnosno lijepljeno staklo*
- 15) *EN ISO 12543-5 Laminirano i laminirano sigurnosno staklo-Dimenzije i završna obrada ivica*
- 16) *EN ISO 12543-6 Laminirano i laminirano sigurnosno staklo-Izgled*
- 17) *Tolerancije za kontrolu ogledala prema standardu EN 1036:1999 Glass in building - Mirrors from silver – coated float glass for internal use*
- 18) *GlassTime, Priručnik o staklu, Guardian*
- 19) *Tvornički standard, Press Glass, prosinac 2014.god.*
- 20) *Zahtjevi koji se odnose na zdravlje, sigurnost i uštedu energije - CEN/TC 129/AH 2/N /tehnički komitet koji daje preporuke u pogledu zdravlja i sigurnost - Standard EN 675 (za U vrijednost)*

- 21) *Zahtjevi koji se odnose na optičku vizualnu kvalitetu stakla - EN 527 staklo u građevinarstvu - CEN/TC 129/AH 2/N /tehnički komitet koji daje preporuke u pogledu zdravlja i sigurnosti*
- 22) *Direktiva za procjenu vizualne kvalitete emajliranim i zaslonom tiskanim staklima- Izdavač: Bundesverband Flachglas Grosshandel, Isolierglasherstellung, Veredlung e.V.; Fachverband Konstruktiver Glasbau e.V., ožujak, 2002. Prijevod: Federalno udruženje veletrgovaca ravnog stakla, proizvođača izo stakla, obrađivača stakla (upisano udruženje); Udruga stručnjaka konstruktivne gradnje od stakla (upisano udruženje ožujak 2002)*
- 23) *Smjernice proizvođača boje za emajliranje stakla (Float glass, Technical Information, System 140)*
- 24) *Priručnik za dimenzioniranje stakla prema DIN 18008*
- 25) *Čišćenje i održavanje stakla; 'Pravilnici, smjernice i uputstva za staklo'-Kristal Vitez,2010.god'*
- 26) <http://www.xinology.com/Glass-Processing-Equipments-Supplies-Consumables/glass-laminating/EVA-interlayer/overview/EVA-Vs-PVB.html>
- 27) <https://www.linkedin.com/pulse/glass-laminated-structures-eva-pvb-comparison-analysis-christina-nie>
- 28) *EN 1036-1:2009 Staklo u građevinarstvu – Ogledala od srebrom presvučenog float stakla za unutarnju upotrbu – Dio 1: Definicije, zahtjevi i metode ispitivanja*
- 29) *EN 16477-1:2018 Glass in building-Painted glass for internal use*
- 30) *ISO 11485-1:2013, IDT; Staklo u građevinarstvu – Zakrivljeno staklo – Dio 1: Terminologija i definicije*
- 31) *ISO 11485-2 :2013, IDT; Staklo u građevinarstvu – Zakrivljeno staklo – Dio 2: Zahtjevi kvalitete*



Poslovni centar 96
72250 Vitez BiH
T +387 30 717 733
F +387 30 713 111
info@kristal.eu
www.kristal.eu