



Procjena rizika sloma stakla (risk assesment)

Nebojša Buljan
Andrej Vorkapić

Nebojša Buljan, dipl.ing.građ., RI ISA d.o.o., Rijeka

Andrej Vorkapić, mag.ing.aedif., RI ISA d.o.o., Rijeka

Uvod

- Staklo je specifični materijal, različit od ostalih građevinskih materijala.
- Staklo se slomi bez prethodne najave (nema plastifikacije), zbog koncentracija naprezanja oko površinske pukotine.
- Slom stakla je probabilistička pojava i otpornost stakla je statistička vjerojatnost sloma, a staklo se može slomiti i pri djelovanju manjeg intenziteta.
- Staklo se može slomiti pri udaru tvrdog tijela male energije ili zbog površinske ogrebotine.
- Robusnost je osnovno pravilo pri projektiranju staklenih konstrukcija!
- (Robusnost je svojstvo konstrukcije da izdrži nepovoljne i nepredviđene događaje bez oštećenja i posljedica neproporcionalnih uzroku oštećenja.)



- Nemoguće je ustvrditi da neće doći do sloma stakla, bez obzira na poduzete mjere u projektiranju i izvođenju.
- Postupcima redundancije, retencije i zaostale otpornosti smanjujemo opasnosti koje nastaju pri slomu i poslije sloma stakla.



Uvod

- Što je dovoljni stupanj zaštite od posljedica sloma stakla?
- Kako osigurati dovoljni stupanj zaštite od posljedica sloma stakla?



- Potrebno je napraviti procjenu rizika - odgovornost projektanta!
- Smjernice TPSK – upućuje na procjenu rizika:

Sigurnost od pada krhotina **Članak 60.**

(1) Staklo na građevinama koje se nalazi iznad javnih površina, a gdje postoji rizik od ozljeda zbog pada krhotina, u slučaju sloma mora biti:

- laminirano (višeslojno) staklo i laminirano (višeslojno) sigurnosno staklo, ako se radi o jednostrukom staklu
- vanjska ploča laminirana, ako se radi o izolacijskom staklu.

(2) Iznimno od stavka 1. ovoga članka, ako postoji fizička zaštita od krhotina iznad javne površine (nadstrešnica, zaštitna mreža i sl.), ili je na neki drugi način spriječen rizik od ozljeda, nema posebnih ograničenja za sastav stakla.



Uvod

Analiza rizika (Risk Analysis)

- Analitički proces kojim dobivamo informacije o neželjenim događajima
- Procjena vjerojatnosti i očekivanih posljedica za utvrđene rizike
- Detaljna obrada, uključujući procjenu rizika, izračun rizika i upravljanje rizikom; sa ciljem razumijevanja prirode neželjenih ishoda.
- Koraci procesa:
 - Utvrđivanje opasnosti (Hazard identification)
 - Procjena rizika (Risk assessment)
 - Upravljanje rizikom (Risk management)

Procjena rizika (Risk Assessment)

- Postupak utvrđivanja rizika kao posljedice opasnosti
- Procjena rizika je dio cijelog procesa analize rizika
- Za staklo: procjena rizika je utvrđivanje vjerojatnosti događanja određenih scenarija sloma i posljedica sloma stakla, što uključuje i utvrđivanje opasnosti (Hazard identification)
- Nakon procjene rizika projektant mora upravljati rizikom, tj. poduzeti odgovarajuće mjere zaštite koje ovise o procijenjenom riziku.

<http://www.euronorm.net>



Uvod

- UK: Procjena rizika je sastavni dio projekta.
- CIRIA (Construction Industry Research and Information Association) dokument C632: Guidance on Glazing at Height

Opasnost (Hazard) - Bilo što, što može izazvati ozljede ili štetu.

Rizik - Mogućnost da će se ozljeda ili šteta dogoditi zbog opasnosti.

- Razlikujemo:
 - Rizik za zdravlje i sigurnost tokom cijelog životnog ciklusa zgrade
 - Ozljede i šteta nastale zbog krhotina razbijenog stakla, ali i zbog nestanka zaštite koje pruža staklo (pad s visine, ozljede i štete u zgradi tokom nevremena zbog razbijenog prozora).
 - Rizik za tehnička i oblikovna svojstva zgrade
 - Nezadovoljstvo bojom i izgledom stakla, nepostignuta energetska ili akustična zaštita, pretjerani odbljesak, pojava kondenzacije, otežano čišćenje, održavanje, zamjena ili uklanjanje
 - Financijski rizik
 - Naknadni radovi radi postizanje dovoljne zaštite, troškovi održavanja i zamjene, kašnjenje radova radi naknadnog postizanja zaštite, ometanja korisnika radi zamjene stakala, pad vrijednosti nekretnine zbog niskog stupnja zaštite, sporovi za naknadu štete



Uvod

- Procijenjeni rizik može biti prihvatljiv ili neprihvatljiv.
- Opasnost može imati malu vjerojatnost događanja, ali tada ima ozbiljne posljedice.
- Opasnost može biti učestala, ali uz male posljedice.
- Princip ALARP (As Low As Reasonably Practicable) – Rizik treba biti nizak koliko je to razumno izvedivo.
- Vrlo je teško kvantificirati ALARP princip, jer zahtjeva uspostavu odnosa između cijene života i zdravlja i troškova gradnje.
- Na primjer, UK HSE (Health and Safety Executive) dokument „Reducing risks, protecting people” postavlja granicu prihvatljivosti na vjerojatnost od jednog smrtnog ishoda na 10.000 ljudi godišnje.
- Prema tom kriteriju, procijenjeni rizik od 1 smrtnog ishoda na 1.000.000 ljudi godišnje djeluje vrlo prihvatljivo. Međutim, ukoliko ga je moguće daljnje smanjiti uz neznatni napor, on neće biti prihvatljiv, dok neki veći rizik može biti prihvatljiv ukoliko njegovo smanjenje zahtjeva nesrazmjerna sredstva.
- Projektantima bi značajno olakšalo rad ukoliko bi bili propisani parametri prihvatljivog rizika za sve dijelove zgrade, osim onih koji su već propisani (npr Tehnički propis za građevinske konstrukcije, Eurokod 0...)
- Zbog prirode stakla – krhkosti – procjena rizika je izuzetno važna.



Uvod

- TPSK-om su dopuštene različite kombinacije stakla, a odgovornost je projektanta da odabere odgovarajuću kombinaciju stakla.



Metode procjene rizika loma stakla

- Smjernice CIRIA C632
 - Deskriptivna metoda
 - Numerička metoda
- Nizozemska norma NEN 2608:2014
 - Primjenjena Fine i Kinney metoda procjene rizika



CIRIA C632

- Deskriptivna metoda proračuna
 - Koriste se izrazi: niski, srednji i visoki rizik
 - Jednostavna metoda procjene rizika, ali i subjektivna
 - Procjena rizika može varirati zbog subjektivnog načina procjenjivanja



CIRIA C632

- Numerička metoda procjene
 - Rizik se procjenjuje određivanjem faktora koji utječu na rizik
 - Faktori se dijele na:
 - vjerojatnost pojave
 - težinu ozljede
 - Krajnji rezultat se može prikazati pomoću:
 - a) Numeričke vrijednosti
 - b) Matričnog prikaza



CIRIA C632

- Numerička metoda procjene
 - Numeričke vrijednosti
 - Vrijednosti koje se pridodaju faktorima se mogu odabrati samostalno, npr. skala 0-3 ili 1-5 ili 1-10,...

Vjerojatnost pojave sloma tijekom životnog vijeka konstrukcije	Vrijednost faktora
Malo vjerojatno	1
Moguće	2
Veoma moguće	3
Vjerojatno	4
Gotovo sigurno	5

Težina ozljede tijekom životnog vijeka konstrukcije	Vrijednost faktora
Manje ozljede koje ne trebaju prvu pomoć	1
Manje ozljede koje trebaju prvu pomoć	2
Ozljeda koja uzrokuje izbivanje sa posla 3 ili više dana	3
Ozbiljna ozljeda, lom kostiju ili iščašenje	4
Smrt	5



CIRIA C632

- Ukupna vrijednost rizika dobiva se umnoškom dva faktora:
 $R = \text{„Vjerojatnost pojave“} \times \text{„Težina ozljede“}$
- Dobivena vrijednost rizika se klasificira na:
 - Prihvatljiv rizik
 - Podnošljiv rizik (reducirati ako je moguće)
 - Neprihvatljiv rizik (pronaći alternativu)

Rizik	Nivo rizika	Komentar
≥5	Nisko	Prihvatljiv rizik
6-15	Srednje	Podnošljiv rizik (reducirati rizik, ako je moguće)
16-25	Visoki	Neprihvatljiv rizik (pronaći alternativu)



CIRIA C632

- Numerička metoda procjene
 - Matrični prikaz

Vjerojatnost pojave sloma tijekom životnog vijeka konstrukcije	Gotovo sigurno	5	A5	B5	C5	D5	E5	F5
	Vjerojatno	4	A4	B4	C4	D4	E4	F4
	Veoma moguće	3	A3	B3	C3	D3	E3	F3
	Moguće	2	A2	B2	C2	D2	E2	F2
	Malo vjerojatno	1	A1	B1	C1	D1	E1	F1
	Gotovo nemoguće	0	A0	B0	C0	D0	E0	F0
			A	B	C	D	E	F
			Nema ozljede	Manje ozljede koje ne trebaju prvu pomoć	Manje ozljede koje trebaju prvu pomoć	Ozljeda koja uzrokuje izbjavanje sa posla 3 ili više dana	Ozbiljna ozljeda, lom kostiju ili iščašenje	Smrt
Težina ozljede tijekom životnog vijeka konstrukcije								

	Neprihvatljiv rizik (mora se reducirati rizik)
	Podnošljiv rizik
	Prihvatljiv rizik



Norma NEN 2608:2014

- Metoda procjene rizika je bazirana na Fine i Kinney metodi
- Procjena rizika se bazira na umnošku tri faktora:
 - WS – vjerojatnost pojave oštećenja ili ozljeda (prouzročeno namjerno ili nenamjerno)
 - BS – izloženost opasnosti
 - ES – Težina posljedica zbog sloma stakla
 - RS – Rizik od oštećenja; $RS = WS \times BS \times ES$
 - RL – Rizik od ozljeda; $RL = WS \times BS \times ES$



Prema normi NEN 2608:2014

- Tablice faktora sa pripadajućim vrijednostima

Vjerojatnost	WS
Nemoguće	0.1
Gotovo nemoguće	0.2
Moguće, ali malo vjerojatno	0.5
Moguće samo kod dugog trajanja	1
Neuobičajeno, ali moguće	3
Veoma moguće	6
Očekivano	10

Izloženost	BS
Jako rijetko	0.5
Nekoliko puta na godinu	1
Mjesečno	2
Tjedno	3
Dnevno	6
Konstantno	10

Težina ozljede/oštećenja	ES
Nije potrebna prva pomoć	0.1
Lagana ozljeda, potrebna prva pomoć, bez izostanka	1
Lagana ozljeda, potrebna prva pomoć, sa izostankom	3
Teška ozljeda, tretman doktora i dugotrajno liječenje	7
1 smrtni slučaj	15
Više od 1 smrtnog slučaja	40
Katastrofa, mnogo smrtnih slučajeva	100



Prema normi NEN 2608:2014

- Razredba rezultata:

Rizik	Oštećenje za uzeti u obzir za (strukturni) element
$RS < 70$	Lom na jednoj strani
$70 < RS < 400$	Lom na dvije strane
$RS < 400$	Potpuni lom strukturalnog elementa

- U ovisnosti od izračunatog rizika sloma staklenog elementa RS treba postići zaostalu otpornost višeslojnog (izolacijskog ili laminiranog) stakla na način:
 - Postignuta je zaostala otpornost za slomljeni jedan sloj stakla
 - Postignuta je zaostala otpornost za slomljena dva sloja stakla (sa obje strane)
 - Postignuta je zaostala otpornost za slomljeni sve slojeve stakla
- Određuje se razred posljedica (CC) staklenog elementa ovisno od rizika sloma RS.
- Za određene situacije nije potrebna provjera zaostale otpornosti ukoliko je $RS < 25$.



Općenito Fine & Kinney

- Razredba rezultata:

	Index rizika R	Ocjena	Mjere
1	≤ 21	Nebitni rizik	Nema
2	21 - 70	Mali rizik	Uzeti u obzir
3	71 - 200	Umjereni rizik	Jednostavne
4	201 - 400	Visoki Rizik	Žurna primjena značajnih mjera
5	≥ 401	Neprihvatljivi rizik	Trenutna obustava / preprojektiranje

- Predložena primjena razreda rizika R na staklene elemente:
 - 1) Dopuštena ugradba
 - 2) Dopuštena ugradba. Nije dopušteno za posebno osjetljive skupine (djeca, bolesnici, starija populacija). Nije dopušteno za posebno vrijedna materijalna dobra (npr muzejski eksponati, arhive itd.)
 - 3) Dopuštena ugradba uz zaštitne mjere
 - 4) Dopuštena ugradba samo u izuzetnim i privremenim situacijama uz zaštitne mjere
 - 5) Nije dopušteno



Primjeri

- Prikazat će se procjena rizika loma stakla za sljedeće primjere:
 1. Prozor – bez posljedica / mogućnosti ispadanja ljudi
 2. Vertikalna fasada sa monolitnim staklom
 3. Vertikalna fasada sa laminiranim staklom
 4. Staklena ograda bez rukohvata
 5. Staklena ograda sa rukohvatom
- Za potrebe analize pretpostavljeno je da su svi promatrani primjeri na visini većoj od 600 mm od vanjske razine poda



Primjeri

1. Prozor – bez posljedica / mogućnosti ispadanja ljudi - izolacijsko monolitno normalno staklo
 - CIRIA C632 – numerička metoda

Vjerojatnost pojave sloma tijekom životnog vijeka konstrukcije	Vrijednost faktora
Malo vjerojatno	1
Moguće	2
Veoma moguće	3
Vjerojatno	4
Gotovo sigurno	5

Težina ozljede tijekom životnog vijeka konstrukcije	Vrijednost faktora
Manje ozljede koje ne trebaju prvu pomoć	1
Manje ozljede koje trebaju prvu pomoć	2
Ozljeda koja uzrokuje izbivanje sa posla 3 ili više dana	3
Ozbiljna ozljeda, lom kostiju ili iščašenje	4
Smt	5



Primjeri

1. Prozor – bez posljedica / mogućnosti ispadanja ljudi - izolacijsko monolitno normalno staklo

- CIRIA C632 – numerička metoda

$R = \text{„Vjerojatnost pojave“} \times \text{„Težina ozljede“} = 2 \times 2 = 4$

Rizik	Nivo rizika	Komentar
≥5	Nisko	Prihvatljiv rizik
6-15	Srednje	Podnošljiv rizik (reducirati rizik, ako je moguće)
16-25	Visoki	Neprihvatljiv rizik (pronaći alternativu)



Primjeri

1. Prozor – bez posljedica / mogućnosti ispadanja ljudi - izolacijsko monolitno normalno staklo

- CIRIA C632 – matrična metoda

Vjerojatnost pojave sloma tijekom životnog vijeka konstrukcije	Gotovo sigurno	5	A5	B5	C5	D5	E5	F5
	Vjerojatno	4	A4	B4	C4	D4	E4	F4
	Veoma moguće	3	A3	B3	C3	D3	E3	F3
	Moguće	2	A2	B2	C2	D2	E2	F2
	Malo vjerojatno	1	A1	B1	C1	D1	E1	F1
	Gotovo nemoguće	0	A0	B0	C0	D0	E0	F0
				A	B	C	D	E
			Nema ozljede	Manje ozljede koje ne trebaju prvu pomoć	Manje ozljede koje trebaju prvu pomoć	Ozljeda koja uzrokuje izbjivanje sa posla 3 ili više dana	Ozbiljna ozljeda, lom kostiju ili iščašenje	Smrt
Težina ozljede tijekom životnog vijeka konstrukcije								

- Prihvatljiv rizik!

Primjeri

1. Prozor – bez posljedica / mogućnosti ispadanja ljudi - izolacijsko monolitno normalno staklo

- NEN 2608 :2014

Vjerojatnost	WS
Nemoguće	0.1
Gotovo nemoguće	0.2
Moguće, ali malo vjerojatno	0.5
Moguće samo kod dugog trajanja	1
Neuobičajeno, ali moguće	3
Veoma moguće	6
Očekivano	10

Izloženost	BS
Jako rijetko	0.5
Nekoliko puta na godinu	1
Mjesečno	2
Tjedno	3
Dnevno	6
Konstantno	10

Težina ozljede/oštećenja	ES
Nije potrebna prva pomoć	0.1
Lagana ozljeda, potrebna prva pomoć, bez izostanka	1
Lagana ozljeda, potrebna prva pomoć, sa izostankom	3
Teška ozljeda, tretman doktora i dugotrajno liječenje	7
1 smrtni slučaj	15
Više od 1 smrtnog slučaja	40
Katastrofa, mnogo smrtnih slučajeva	100



Primjeri

1. Prozor – bez posljedica / mogućnosti ispadanja ljudi - izolacijsko monolitno normalno staklo

- NEN 2608 :2014

$$RS = WS \times BS \times ES = 0.5 \times 6 \times 1 = 3$$

Rizik	Oštećenje za uzeti u obzir za (strukturni) element
RS < 70	Lom na jednoj strani
70 < RS < 400	Lom na dvije strane
RS < 400	Potpuni lom strukturalnog elementa

	Index rizika R	Ocjena	Mjere
1	≤ 21	Nebitni rizik	Nema
2	21 - 70	Mali rizik	Uzeti u obzir
3	71 - 200	Umjereni rizik	Jednostavne
4	201 - 400	Visoki Rizik	Žurna primjena značajnih mjera
5	≥ 401	Neprihvatljivi rizik	Trenutna obustava / preprojektiranje



Primjeri

2. Vertikalna fasada sa izolacijskim monolitnim normalnim staklom (AN/AN)

- CIRIA C632 – numerička metoda

Vjerojatnost pojave sloma tijekom životnog vijeka konstrukcije	Vrijednost faktora
Malo vjerojatno	1
Moguće	2
Veoma moguće	3
Vjerojatno	4
Gotovo sigurno	5

Težina ozljede tijekom životnog vijeka konstrukcije	Vrijednost faktora
Manje ozljede koje ne trebaju prvu pomoć	1
Manje ozljede koje trebaju prvu pomoć	2
Ozljeda koja uzrokuje izbivanje sa posla 3 ili više dana	3
Ozbiljna ozljeda, lom kostiju ili iščašenje	4
Smrt	5



Primjeri

2. Vertikalna fasada sa izolacijskim monolitnim normalnim staklom (AN/AN)

- CIRIA C632 – numerička metoda

$$R = \text{„Vjerojatnost pojave“} \times \text{„Težina ozljede“} = 3 \times 4 = 12$$

Rizik	Nivo rizika	Komentar
≥5	Nisko	Prihvatljiv rizik
6-15	Srednje	Podnošljiv rizik (reducirati rizik, ako je moguće)
16-25	Visoki	Neprihvatljiv rizik (pronaći alternativu)

- Nema razlike u izloženosti ozljedama



Primjeri

2. Vertikalna fasada sa izolacijskim monolitnim normalnim staklom (AN/AN)

- CIRIA C632 – matrična metoda

Vjerojatnost pojave sloma tijekom životnog vijeka konstrukcije	Gotovo sigurno	5	A5	B5	C5	D5	E5	F5
	Vjerojatno	4	A4	B4	C4	D4	E4	F4
	Veoma moguće	3	A3	B3	C3	D3	E3	F3
	Moguće	2	A2	B2	C2	D2	E2	F2
	Malo vjerojatno	1	A1	B1	C1	D1	E1	F1
	Gotovo nemoguće	0	A0	B0	C0	D0	E0	F0
			A	B	C	D	E	F
			Nema ozljede	Manje ozljede koje ne trebaju prvu pomoć	Manje ozljede koje trebaju prvu pomoć	Ozljeda koja uzrokuje izbjavanje sa posla 3 ili više dana	Ozbiljna ozljeda, lom kostiju ili iščašenje	Smrt
Težina ozljede tijekom životnog vijeka konstrukcije								

- Neprihvatljiv rizik!

Primjeri

2. Vertikalna fasada sa izolacijskim monolitnim normalnim staklom (AN/AN)

NEN 2608 :2014

2a – iznad javne površine sa čestim prisustvom ljudi

Vjerojatnost	WS
Nemoguće	0.1
Gotovo nemoguće	0.2
Moguće, ali malo vjerojatno	0.5
Moguće samo kod dugog trajanja	1
Neuobičajeno, ali moguće	3
Veoma moguće	6
Očekivano	10

Izloženost	BS
Jako rijetko	0.5
Nekoliko puta na godinu	1
Mjesečno	2
Tjedno	3
Dnevno	6
Konstantno	10

Težina ozljede/oštećenja	ES
Nije potrebna prva pomoć	0.1
Lagana ozljeda, potrebna prva pomoć, bez izostanka	1
Lagana ozljeda, potrebna prva pomoć, sa izostankom	3
Teška ozljeda, tretman doktora i dugotrajno liječenje	7
1 smrtni slučaj	15
Više od 1 smrtnog slučaja	40
Katastrofa, mnogo smrtnih slučajeva	100



Primjeri

2. Vertikalna fasada sa izolacijskim monolitnim normalnim staklom (AN/AN)

- NEN 2608 :2014

$$RS = WS \times BS \times ES = 3 \times 6 \times 15 = 270$$

Rizik	Oštećenje za uzeti u obzir za (strukturni) element
$RS < 70$	Lom na jednoj strani
$70 < RS < 400$	Lom na dvije strane
$RS < 400$	Potpuni lom strukturalnog elementa

	Index rizika R	Ocjena	Mjere
1	≤ 21	Nebitni rizik	Nema
2	21 - 70	Mali rizik	Uzeti u obzir
3	71 - 200	Umjereni rizik	Jednostavne
4	201 - 400	Visoki Rizik	Žurna primjena značajnih mjera
5	≥ 401	Neprihvatljivi rizik	Trenutna obustava / preprojektiranje



Primjeri

2. Vertikalna fasada sa izolacijskim monolitnim normalnim staklom (AN/AN)

NEN 2608 :2014

2b – iznad površine sa rijetkim prisustvom ljudi

Vjerojatnost	WS
Nemoguće	0.1
Gotovo nemoguće	0.2
Moguće, ali malo vjerojatno	0.5
Moguće samo kod dugog trajanja	1
Neuobičajeno, ali moguće	3
Veoma moguće	6
Očekivano	10

Izloženost	BS
Jako rijetko	0.5
Nekoliko puta na godinu	1
Mjesečno	2
Tjedno	3
Dnevno	6
Konstantno	10

Težina ozljede/oštećenja	ES
Nije potrebna prva pomoć	0.1
Lagana ozljeda, potrebna prva pomoć, bez izostanka	1
Lagana ozljeda, potrebna prva pomoć, sa izostankom	3
Teška ozljeda, tretman doktora i dugotrajno liječenje	7
1 smrtni slučaj	15
Više od 1 smrtnog slučaja	40
Katastrofa, mnogo smrtnih slučajeva	100



Primjeri

2. Vertikalna fasada sa izolacijskim monolitnim normalnim staklom (AN/AN)

- NEN 2608 :2014

$$RS = WS \times BS \times ES = 3 \times 1 \times 15 = 45$$

Rizik	Oštećenje za uzeti u obzir za (strukturni) element
RS < 70	Lom na jednoj strani
70 < RS < 400	Lom na dvije strane
RS < 400	Potpuni lom strukturalnog elementa

	Index rizika R	Ocjena	Mjere
1	≤ 21	Nebitni rizik	Nema
2	21 - 70	Mali rizik	Uzeti u obzir
3	71 - 200	Umjereni rizik	Jednostavne
4	201 - 400	Visoki Rizik	Žurna primjena značajnih mjera
5	≥ 401	Neprihvatljivi rizik	Trenutna obustava / preprojektiranje



Primjeri

3. Vertikalna fasada sa izolacijskim laminiranim normalnim staklom (AN+AN/AN+AN)

- CIRIA C632 – numerička metoda

Vjerojatnost pojave sloma tijekom životnog vijeka konstrukcije	Vrijednost faktora
Malo vjerojatno	1
Moguće	2
Veoma moguće	3
Vjerojatno	4
Gotovo sigurno	5

Težina ozljede tijekom životnog vijeka konstrukcije	Vrijednost faktora
Manje ozljede koje ne trebaju prvu pomoć	1
Manje ozljede koje trebaju prvu pomoć	2
Ozljeda koja uzrokuje izbivanje sa posla 3 ili više dana	3
Ozbiljna ozljeda, lom kostiju ili iščašenje	4
Smrt	5



Primjeri

3. Vertikalna fasada sa izolacijskim laminiranim normalnim staklom (AN+AN/AN+AN)

- CIRIA C632 – numerička metoda

$$R = \text{„Vjerojatnost pojave“} \times \text{„Težina ozljede“} = 1 \times 1 = 1$$

Rizik	Nivo rizika	Komentar
≥5	Nisko	Prihvatljiv rizik
6-15	Srednje	Podnošljiv rizik (reducirati rizik, ako je moguće)
16-25	Visoki	Neprihvatljiv rizik (pronaći alternativu)



Primjeri

3. Vertikalna fasada sa izolacijskim laminiranim normalnim staklom (AN+AN/AN+AN)

- CIRIA C632 – matrična metoda

Vjerojatnost pojave sloma tijekom životnog vijeka konstrukcije	Gotovo sigurno	5	A5	B5	C5	D5	E5	F5
	Vjerojatno	4	A4	B4	C4	D4	E4	F4
	Veoma moguće	3	A3	B3	C3	D3	E3	F3
	Moguće	2	A2	B2	C2	D2	E2	F2
	Malo vjerojatno	1	A1	B1	C1	D1	E1	F1
	Gotovo nemoguće	0	A0	B0	C0	D0	E0	F0
			A	B	C	D	E	F
			Nema ozljede	Manje ozljede koje ne trebaju prvu pomoć	Manje ozljede koje trebaju prvu pomoć	Ozljeda koja uzrokuje izbjavanje sa posla 3 ili više dana	Ozbiljna ozljeda, lom kostiju ili iščašenje	Smrt
Težina ozljede tijekom životnog vijeka konstrukcije								

- Prihvatljiv rizik!

Primjeri

3. Vertikalna fasada sa izolacijskim laminiranim normalnim staklom (AN+AN/AN+AN)

NEN 2608 :2014

– iznad javne površine sa čestim prisustvom ljudi

Vjerojatnost	WS
Nemoguće	0.1
Gotovo nemoguće	0.2
Moguće, ali malo vjerojatno	0.5
Moguće samo kod dugog trajanja	1
Neuobičajeno, ali moguće	3
Veoma moguće	6
Očekivano	10

Izloženost	BS
Jako rijetko	0.5
Nekoliko puta na godinu	1
Mjesečno	2
Tjedno	3
Dnevno	6
Konstantno	10

Težina ozljede/oštećenja	ES
Nije potrebna prva pomoć	0.1
Lagana ozljeda, potrebna prva pomoć, bez izostanka	1
Lagana ozljeda, potrebna prva pomoć, sa izostankom	3
Teška ozljeda, tretman doktora i dugotrajno liječenje	7
1 smrtni slučaj	15
Više od 1 smrtnog slučaja	40
Katastrofa, mnogo smrtnih slučajeva	100



Primjeri

3. Vertikalna fasada sa izolacijskim laminiranim normalnim staklom (AN+AN/AN+AN)

- NEN 2608 :2014

$$RS = WS \times BS \times ES = 0,2 \times 6 \times 7 = 8,4$$

Rizik	Oštećenje za uzeti u obzir za (strukturni) element
RS < 70	Lom na jednoj strani
70 < RS < 400	Lom na dvije strane
RS < 400	Potpuni lom strukturalnog elementa

	Index rizika R	Ocjena	Mjere
1	≤ 21	Nebitni rizik	Nema
2	21 - 70	Mali rizik	Uzeti u obzir
3	71 - 200	Umjereni rizik	Jednostavne
4	201 - 400	Visoki Rizik	Žurna primjena značajnih mjera
5	≥ 401	Neprihvatljivi rizik	Trenutna obustava / preprojektiranje



Primjeri

4. Staklena ograda bez rukohvata, laminirano staklo

- CIRIA C632 – numerička metoda

Vjerojatnost pojave sloma tijekom životnog vijeka konstrukcije	Vrijednost faktora
Malo vjerojatno	1
Moguće	2
Veoma moguće	3
Vjerojatno	4
Gotovo sigurno	5

Težina ozljede tijekom životnog vijeka konstrukcije	Vrijednost faktora
Manje ozljede koje ne trebaju prvu pomoć	1
Manje ozljede koje trebaju prvu pomoć	2
Ozljeda koja uzrokuje izbivanje sa posla 3 ili više dana	3
Ozbiljna ozljeda, lom kostiju ili iščašenje	4
Smrt	5



Primjeri

4. Staklena ograda bez rukohvata, laminirano staklo

- CIRIA C632 – numerička metoda

$R = \text{„Vjerojatnost pojave“} \times \text{„Težina ozljede“} = 2 \times 5 = 10$

Rizik	Nivo rizika	Komentar
≥5	Nisko	Prihvatljiv rizik
6-15	Srednje	Podnošljiv rizik (reducirati rizik, ako je moguće)
16-25	Visoki	Neprihvatljiv rizik (pronaći alternativu)



Primjeri

4. Staklena ograda bez rukohvata, laminirano staklo

- CIRIA C632 – matrična metoda

Vjerojatnost pojave sloma tijekom životnog vijeka konstrukcije	Gotovo sigurno	5	A5	B5	C5	D5	E5	F5
	Vjerojatno	4	A4	B4	C4	D4	E4	F4
	Veoma moguće	3	A3	B3	C3	D3	E3	F3
	Moguće	2	A2	B2	C2	D2	E2	F2
	Malo vjerojatno	1	A1	B1	C1	D1	E1	F1
	Gotovo nemoguće	0	A0	B0	C0	D0	E0	F0
			A	B	C	D	E	F
			Nema ozljede	Manje ozljede koje ne trebaju prvu pomoć	Manje ozljede koje trebaju prvu pomoć	Ozljeda koja uzrokuje izbijanje sa posla 3 ili više dana	Ozbiljna ozljeda, lom kostiju ili iščašenje	Smrt
Težina ozljede tijekom životnog vijeka konstrukcije								

- Podnošljiv rizik!

Primjeri

4. Staklena ograda bez rukohvata, laminirano staklo

- NEN 2608 :2014

Vjerojatnost	WS
Nemoguće	0.1
Gotovo nemoguće	0.2
Moguće, ali malo vjerojatno	0.5
Moguće samo kod dugog trajanja	1
Neuobičajeno, ali moguće	3
Veoma moguće	6
Očekivano	10

Izloženost	BS
Jako rijetko	0.5
Nekoliko puta na godinu	1
Mjesečno	2
Tjedno	3
Dnevno	6
Konstantno	10

Težina ozljede/oštećenja	ES
Nije potrebna prva pomoć	0.1
Lagana ozljeda, potrebna prva pomoć, bez izostanka	1
Lagana ozljeda, potrebna prva pomoć, sa izostankom	3
Teška ozljeda, tretman doktora i dugotrajno liječenje	7
1 smrtni slučaj	15
Više od 1 smrtnog slučaja	40
Katastrofa, mnogo smrtnih slučajeva	100



Primjeri

4. Staklena ograda bez rukohvata, laminirano staklo

- NEN 2608 :2014

$$RS = WS \times BS \times ES = 0,5 \times 6 \times 15 = 45$$

Rizik	Oštećenje za uzeti u obzir za (strukturni) element
RS < 70	Lom na jednoj strani
70 < RS < 400	Lom na dvije strane
RS < 400	Potpuni lom strukturalnog elementa

	Index rizika R	Ocjena	Mjere
1	≤ 21	Nebitni rizik	Nema
2	21 - 70	Mali rizik	Uzeti u obzir
3	71 - 200	Umjereni rizik	Jednostavne
4	201 - 400	Visoki Rizik	Žurna primjena značajnih mjera
5	≥ 401	Neprihvatljivi rizik	Trenutna obustava / preprojektiranje



Primjeri

5. Staklena ograda sa rukohvatom

- CIRIA C632 – numerička metoda

Vjerojatnost pojave sloma tijekom životnog vijeka konstrukcije	Vrijednost faktora
Malo vjerojatno	1
Moguće	2
Veoma moguće	3
Vjerojatno	4
Gotovo sigurno	5

Težina ozljede tijekom životnog vijeka konstrukcije	Vrijednost faktora
Manje ozljede koje ne trebaju prvu pomoć	1
Manje ozljede koje trebaju prvu pomoć	2
Ozljeda koja uzrokuje izbivanje sa posla 3 ili više dana	3
Ozbiljna ozljeda, lom kostiju ili iščašenje	4
Smrt	5



Primjeri

5. Staklena ograda sa rukohvatom

- CIRIA C632 – numerička metoda

$R = \text{„Vjerojatnost pojave“} \times \text{„Težina ozljede“} = 2 \times 1 = 2$

Rizik	Nivo rizika	Komentar
≥5	Nisko	Prihvatljiv rizik
6-15	Srednje	Podnošljiv rizik (reducirati rizik, ako je moguće)
16-25	Visoki	Neprihvatljiv rizik (pronaći alternativu)



Primjeri

5. Staklena ograda sa rukohvatom

- CIRIA C632 – matrična metoda

Vjerojatnost pojave sloma tijekom životnog vijeka konstrukcije	Gotovo sigurno	5	A5	B5	C5	D5	E5	F5
	Vjerojatno	4	A4	B4	C4	D4	E4	F4
	Veoma moguće	3	A3	B3	C3	D3	E3	F3
	Moguće	2	A2	B2	C2	D2	E2	F2
	Malo vjerojatno	1	A1	B1	C1	D1	E1	F1
	Gotovo nemoguće	0	A0	B0	C0	D0	E0	F0
			A	B	C	D	E	F
			Nema ozljede	Manje ozljede koje ne trebaju prvu pomoć	Manje ozljede koje trebaju prvu pomoć	Ozljeda koja uzrokuje izbjavanje sa posla 3 ili više dana	Ozbiljna ozljeda, lom kostiju ili iščašenje	Smrt
Težina ozljede tijekom životnog vijeka konstrukcije								

- Prihvatljiv rizik!

Primjeri

5. Staklena ograda sa rukohvatom

- NEN 2608 :2014

Vjerojatnost	WS
Nemoguće	0.1
Gotovo nemoguće	0.2
Moguće, ali malo vjerojatno	0.5
Moguće samo kod dugog trajanja	1
Neuobičajeno, ali moguće	3
Veoma moguće	6
Očekivano	10

Izloženost	BS
Jako rijetko	0.5
Nekoliko puta na godinu	1
Mjesečno	2
Tjedno	3
Dnevno	6
Konstantno	10

Težina ozljede/oštećenja	ES
Nije potrebna prva pomoć	0.1
Lagana ozljeda, potrebna prva pomoć, bez izostanka	1
Lagana ozljeda, potrebna prva pomoć, sa izostankom	3
Teška ozljeda, tretman doktora i dugotrajno liječenje	7
1 smrtni slučaj	15
Više od 1 smrtnog slučaja	40
Katastrofa, mnogo smrtnih slučajeva	100



Primjeri

5. Staklena ograda sa rukohvatom

- NEN 2608 :2014

$$RS = WS \times BS \times ES = 0,5 \times 6 \times 0,1 = 0,3$$

Rizik	Oštećenje za uzeti u obzir za (strukturni) element
RS < 70	Lom na jednoj strani
70 < RS < 400	Lom na dvije strane
RS < 400	Potpuni lom strukturalnog elementa

	Index rizika R	Ocjena	Mjere
1	≤ 21	Nebitni rizik	Nema
2	21 - 70	Mali rizik	Uzeti u obzir
3	71 - 200	Umjereni rizik	Jednostavne
4	201 - 400	Visoki Rizik	Žurna primjena značajnih mjera
5	≥ 401	Neprihvatljivi rizik	Trenutna obustava / preprojektiranje



Hvala na pažnji.

