

# OPTEREĆENJA

---

Djelovanje	Hrvatske norme	Europske norme
Prostorne težine, vlastite težine, uporabna opterećenja	HRN ENV 1991-2-1	EN 1991-1-1
Požarno djelovanje	HRN ENV 1991-2-2	EN 1991-1-2
Opterećenje snijegom	HRN ENV 1991-2-3	EN 1991-1-3
Opterećenje vjetrom	HRN ENV 1991-2-4	EN 1991-1-4
Toplinska djelovanja	HRN ENV 1991-2-5	EN 1991-1-5
Djelovanja tijekom izvedbe	HRN ENV 1991-2-6	EN 1991-1-6
Izvanredna djelovanja uzrokovana udarom i eksplozijom	HRN ENV 1991-2-7	EN 1991-1-7
Prometna opterećenja mostova	HRN ENV 1991-3	EN 1991-2
Djelovanja na silose i spremnike tekućina	HRN ENV 1991-4	EN 1991-3
Djelovanja uzrokovana kranovima i drugim strojevima	HRN ENV 1991-5	EN 1991-4
Potresno djelovanje	nHRN ENV 1998-1-1	prEN 1998-1

### Tipovi djelovanja:

<b>STALNA DJELOVANJA</b>
Vlastita težina konstrukcije Vlastita težina nekonstruktivnih dijelova, obloge ili nepomične opreme Sile od djelovanja tlaka tla, koje nastaju od težine tla Deformacije uslijed načina izgradnje konstrukcije Sile uslijed hidrostatičkog tlaka vode Sile nastale uslijed slijeganja ostonaca Sile prednapinjanja
<b>PROMJENJIVA DJELOVANJA</b>
Opterećenja uslijed aktivnog i pasivnog korištenja objekta (uporabno/korisno opterećenje) Prometno opterećenje Pojedini dijelovi težine konstrukcije koji djeluju samo u pojedinim fazama izgradnje Montažna opterećenja Opterećenja vjetrom Opterećenja snijegom Opterećenja ledom Posljedice promjenjive razine površine vode (ako je potrebno) Promjena temperature Opterećenje valovima
<b>IZVANREDNA DJELOVANJA</b>
Udari vozila ili plovila Eksplozije Slijeganje i kizanje terena Ekstremno jaki vjetar (Tornado) Potres Požar

### Uporabna opterećenja zgrada:

Promjenjivo djelovanje	$q_b$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]
<b>A. Stambeni prostori, odjeli u bolnicama, hotelske sobe</b>		
Uobičajene prostorije	2.0	2.0
Stubišta	3.0	2.0
Balkoni	4.0	2.0
<b>B. Uredi</b>		
Uredi	3.0	2.0
<b>C. Prostorije u kojima je moguće okupljanje ljudi</b>		
Prostorije sa stolovima, škole, kavana, restorani, čitaonice, recepcije	3.0	4.0
Prostorije s nepomičnim sjedalima, crkve, kina, prodavaonice, čekaonice, konferencijske dvorane	4.0	4.0
Prostorije bez prepreka za kretanje ljudi, izložbeni prostori, pristupi u javnim zgradama, hotelima i sl.	5.0	4.0
Športske prostorije i prostori za igru, plesne dvorane, gimnastičke dvorane	5.0	7.0
Prostorije za velika okupljanja ljudi, zgrade za javne priredbe, koncertne dvorane, športske dvorane	5.0	4.0
<b>D. Prodajne prostorije</b>		
Prostorije u trgovinama	5.0	4.0
Prostorije u robnim kućama i trgovinama na veliko	5.0	7.0
<b>E. Prostorije s mogućnošću gomilanja robe i stvari</b>		
Skladišta uključujući i knjižnice	6.0	7.0

## Koeficijenti sigurnosti – granična stanja nosivosti

Koeficijenti sigurnosti na materijal

Kombinacija \ Materijal	Beton	Čelik
	( $\gamma_c$ )	( $\gamma_s$ )
Uobičajena komb.	1.50	1.15
Izvanredna komb.	1.30	1.00

Koeficijenti sigurnosti za opterećenje

Djelovanje	Stalno ( $\gamma_G$ )	Pokretno ( $\gamma_Q$ )	Prednap. ( $\gamma_P$ )
Nepovoljno	1.35	1.50	1.0-1.2
Povoljno	1.00	0.00	0.9-1.0

Koeficijenti kombinacije ( $\psi$ )

Promjenljivo djelovanje	Vrijednost u kombinaciji $\psi_0$	Česta vrijednost $\psi_1$	Kvazistalna vrijednost $\psi_2$
<b>Uporabna opterećenja u zgradama</b>	0.7	0.5	0.3
-Stambeni prostori	0.7	0.5	0.3
-Uredi	0.7	0.5	0.3
-Prostori za veće skupove ljudi	0.7	0.7	0.6
-Trgovine	0.7	0.7	0.6
-Skladišta	1.0	0.9	0.8
<b>Prometna opterećenja u zgradama</b>	0.7	0.7	0.6
-Težine vozila $\leq 30$ kN	0.7	0.5	0.3
-Težine vozila $\leq 30$ kN	0.0	0.0	0.0
-Krovovi	0.0	0.0	0.0
Opterećenje vjetrom na zgrade	0.6	0.5	0.0
Opterećenje snijegom	0.6	0.2	0.0
Temperatura u zgradama (ne požar)	0.6	0.5	0.0

Uobičajena (stalna) proračunska kombinacija

$$S_{sd} = \sum_i (\gamma_{G_i} \cdot G_{k,i}) + \gamma_Q \cdot Q_{k,1} + \sum_{i>1} (\gamma_Q \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}) + \gamma_P \cdot P_k$$

Napomena: Znak "+" znači: "kombinira se sa"

## Koeficijenti sigurnosti – granična stanja nosivosti

Koeficijenti sigurnosti na materijal

Kombinacija \ Materijal	Beton	Čelik
	( $\gamma_c$ )	( $\gamma_s$ )
Uobičajena komb.	1.50	1.15
Izvanredna komb.	1.30	1.00

Koeficijenti sigurnosti za opterećenje

Djelovanje	Stalno ( $\gamma_G$ )	Pokretno ( $\gamma_Q$ )	Prednap. ( $\gamma_P$ )
Nepovoljno	1.35	1.50	1.0-1.2
Povoljno	1.00	0.00	0.9-1.0

Koeficijenti kombinacije ( $\psi$ )

Promjenljivo djelovanje	Vrijednost u kombinaciji $\psi_0$	Česta vrijednost $\psi_1$	Kvazistalna vrijednost $\psi_2$
<b>Uporabna opterećenja u zgradama</b>	0.7	0.5	0.3
-Stambeni prostori	0.7	0.5	0.3
-Uredi	0.7	0.5	0.3
-Prostori za veće skupove ljudi	0.7	0.7	0.6
-Trgovine	0.7	0.7	0.6
-Skladišta	1.0	0.9	0.8
<b>Prometna opterećenja u zgradama</b>	0.7	0.7	0.6
-Težine vozila $\leq 30$ kN	0.7	0.5	0.3
-Težine vozila $\leq 30$ kN	0.0	0.0	0.0
-Krovovi	0.0	0.0	0.0
Opterećenje vjetrom na zgrade	0.6	0.5	0.0
Opterećenje snijegom	0.6	0.2	0.0
Temperatura u zgradama (ne požar)	0.6	0.5	0.0

Primjer: Nepovoljno djelovanje opterećenja:

Stalno opterećenje: (G) | Prednaprezanje (P)

Pokretno opterećenje: Korisno ( $Q_k$ ), Vjetar ( $Q_w$ ), Snijeg ( $Q_s$ )

Vodeće pokretno opterećenje: Korisno  $S_{sd} = 1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q_k + 1.5 \cdot (0.6 \cdot Q_w + 0.6 \cdot Q_s) + 1.0 \cdot P$

Vodeće pokretno opterećenje: Vjetar  $S_{sd} = 1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q_w + 1.5 \cdot (0.7 \cdot Q_k + 0.6 \cdot Q_s) + 1.0 \cdot P$

## Koeficijenti sigurnosti – granična stanja nosivosti - pojednostavljeni postupak

Koeficijenti sigurnosti na materijal

Kombinacija	Materijal	
	Beton ( $\gamma_c$ )	Čelik ( $\gamma_s$ )
Uobičajena komb.	1.50	1.15
Izvanredna komb.	1.30	1.00

Koeficijenti kombinacije ( $\psi$ )

Promjenjivo djelovanje	Vrijednost u kombinaciji $\psi_0$	Česta vrijednost $\psi_1$	Kvazistalna vrijednost $\psi_2$
<b>Uporabna opterećenja u zgradama</b>			
-Stambeni prostori	0.7	0.5	0.3
-Uredi	0.7	0.5	0.3
-Prostori za veće skupove ljudi	0.7	0.7	0.6
-Trgovine	0.7	0.7	0.6
-Skladišta	1.0	0.9	0.8
<b>Prometna opterećenja u zgradama</b>			
-Težine vozila $\leq 30$ kN	0.7	0.7	0.6
-Težine vozila $\leq 30$ kN	0.7	0.5	0.3
-Krovovi	0.0	0.0	0.0
<b>Opterećenje vjetrom na zgrade</b>	0.6	0.5	0.0
<b>Opterećenje snijegom</b>	0.6	0.2	0.0
<b>Temperatura u zgradama (ne požar)</b>	0.6	0.5	0.0

Koeficijenti sigurnosti za opterećenje

Djelovanje	Stalno ( $\gamma_G$ )	Pokretno ( $\gamma_Q$ )	Prednap. ( $\gamma_P$ )
Nepovoljno	1.35	1.50	1.0-1.2
Povoljno	1.00	0.00	0.9-1.0

Uobičajena (stalna) proračunska kombinacija kada je prisutno više jednakovrijednih pokretnih opterećenja

$$S_{sd} = \sum_i (\gamma_G \cdot G_{k,i}) + 0.9 \cdot \sum_{j \geq 1} \gamma_Q \cdot Q_{k,j}$$

Napomena: Znak "+" znači: "kombinira se sa"

## Koeficijenti sigurnosti – granična stanja nosivosti

Koeficijenti sigurnosti na materijal

Kombinacija	Materijal	
	Beton ( $\gamma_c$ )	Čelik ( $\gamma_s$ )
Uobičajena komb.	1.50	1.15
Izvanredna komb.	1.30	1.00

Koeficijenti kombinacije ( $\psi$ )

Promjenjivo djelovanje	Vrijednost u kombinaciji $\psi_0$	Česta vrijednost $\psi_1$	Kvazistalna vrijednost $\psi_2$
<b>Uporabna opterećenja u zgradama</b>			
-Stambeni prostori	0.7	0.5	0.3
-Uredi	0.7	0.5	0.3
-Prostori za veće skupove ljudi	0.7	0.7	0.6
-Trgovine	0.7	0.7	0.6
-Skladišta	1.0	0.9	0.8
<b>Prometna opterećenja u zgradama</b>			
-Težine vozila $\leq 30$ kN	0.7	0.7	0.6
-Težine vozila $\leq 30$ kN	0.7	0.5	0.3
-Krovovi	0.0	0.0	0.0
<b>Opterećenje vjetrom na zgrade</b>	0.6	0.5	0.0
<b>Opterećenje snijegom</b>	0.6	0.2	0.0
<b>Temperatura u zgradama (ne požar)</b>	0.6	0.5	0.0

Koeficijenti sigurnosti za opterećenje

Djelovanje	Stalno ( $\gamma_G$ )	Pokretno ( $\gamma_Q$ )	Prednap. ( $\gamma_P$ )
Nepovoljno	1.35	1.50	1.0-1.2
Povoljno	1.00	0.00	0.9-1.0

Izvanredna proračunska kombinacija

$$S_{sd} = \sum_i (\gamma_G \cdot G_{k,i}) + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} + A_d \cdot \gamma_P \cdot P_k$$

Napomena: Znak "+" znači: "kombinira se sa"

## Koeficijenti sigurnosti – granična stanja nosivosti

Koeficijenti sigurnosti na materijal

Kombinacija	Materijal	
	Beton ( $\gamma_c$ )	Čelik ( $\gamma_s$ )
Uobičajena komb.	1.50	1.15
Izvanredna komb.	1.30	1.00

Koeficijenti sigurnosti za opterećenje

Djelovanje	Stalno ( $\gamma_G$ )	Pokretno ( $\gamma_Q$ )	Prednap. ( $\gamma_P$ )
Nepovoljno	1.35	1.50	1.0-1.2
Povoljno	1.00	0.00	0.9-1.0

Koeficijenti kombinacije ( $\psi$ )

Promjenjivo djelovanje	Vrijednost u kombinaciji $\psi_0$	Česta vrijednost $\psi_1$	Kvazistalna vrijednost $\psi_2$
<b>Uporabna opterećenja u zgradama</b>			
-Stambeni prostori	0.7	0.5	0.3
-Uredi	0.7	0.5	0.3
-Prostori za veće skupove ljudi	0.7	0.7	0.6
-Trgovine	0.7	0.7	0.6
-Skladišta	1.0	0.9	0.8
<b>Prometna opterećenja u zgradama</b>			
-Težine vozila $\leq 30$ kN	0.7	0.7	0.6
-Težine vozila $\leq 30$ kN	0.7	0.5	0.3
-Krovovi	0.0	0.0	0.0
<b>Opterećenje vjetrom na zgrade</b>	0.6	0.5	0.0
<b>Opterećenje snijegom</b>	0.6	0.2	0.0
<b>Temperatura u zgradama (ne požar)</b>	0.6	0.5	0.0

Seizmička proračunska kombinacija

$$S_{sd} = \sum_i G_{k,i} + \sum_i (\psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}) + \gamma_i \cdot A_d + P_k$$

$\gamma_i$  - Koeficijenti važnosti: = 0.7 – građevina niže važnosti  
 = 1.0 – građevina normalne važnosti  
 = 1.3 – građevina povećane važnosti

## Koeficijenti sigurnosti – granična stanja uporabe

Koeficijenti sigurnosti na materijal

Kombinacija	Materijal	
	Beton ( $\gamma_c$ )	Čelik ( $\gamma_s$ )
Uobičajena komb.	1.50	1.15
Izvanredna komb.	1.30	1.00

Koeficijenti sigurnosti za opterećenje

Djelovanje	Stalno ( $\gamma_G$ )	Pokretno ( $\gamma_Q$ )	Prednap. ( $\gamma_P$ )
Nepovoljno	1.35	1.50	1.0-1.2
Povoljno	1.00	0.00	0.9-1.0

Koeficijenti kombinacije ( $\psi$ )

Promjenjivo djelovanje	Vrijednost u kombinaciji $\psi_0$	Česta vrijednost $\psi_1$	Kvazistalna vrijednost $\psi_2$
<b>Uporabna opterećenja u zgradama</b>			
-Stambeni prostori	0.7	0.5	0.3
-Uredi	0.7	0.5	0.3
-Prostori za veće skupove ljudi	0.7	0.7	0.6
-Trgovine	0.7	0.7	0.6
-Skladišta	1.0	0.9	0.8
<b>Prometna opterećenja u zgradama</b>			
-Težine vozila $\leq 30$ kN	0.7	0.7	0.6
-Težine vozila $\leq 30$ kN	0.7	0.5	0.3
-Krovovi	0.0	0.0	0.0
<b>Opterećenje vjetrom na zgrade</b>	0.6	0.5	0.0
<b>Opterećenje snijegom</b>	0.6	0.2	0.0
<b>Temperatura u zgradama (ne požar)</b>	0.6	0.5	0.0

Rijetka kombinacija – koristi se kod proračuna širine pukotina i progiba – trajna lokalna oštećenja i deformacije

$$S_{sd} = \sum_i G_{k,i} + Q_{k,i} + \sum_{i>1} (\psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}) + P_k$$

## Koeficijenti sigurnosti – granična stanja uporabe

Koeficijenti sigurnosti na materijal

Kombinacija \ Materijal	Beton ( $\gamma_c$ )	Čelik ( $\gamma_s$ )
Uobičajena komb.	1.50	1.15
Izvanredna komb.	1.30	1.00

Koeficijenti sigurnosti za opterećenje

Djelovanje	Stalno ( $\gamma_G$ )	Pokretno ( $\gamma_Q$ )	Prednap. ( $\gamma_P$ )
Nepovoljno	1.35	1.50	1.0-1.2
Povoljno	1.00	0.00	0.9-1.0

Koeficijenti kombinacije ( $\psi$ )

Promjenljivo djelovanje	Vrijednost u kombinaciji $\psi_0$	Česta vrijednost $\psi_1$	Kvazistalna vrijednost $\psi_2$
<b>Uporabna opterećenja u zgradama</b>			
-Stambeni prostori	0.7	0.5	0.3
-Uredi	0.7	0.5	0.3
-Prostori za veće skupove ljudi	0.7	0.7	0.6
-Trgovine	0.7	0.7	0.6
-Skladišta	1.0	0.9	0.8
<b>Prometna opterećenja u zgradama</b>			
-Težine vozila $\leq 30$ kN	0.7	0.7	0.6
-Težine vozila $\leq 30$ kN	0.7	0.5	0.3
-Krovovi	0.0	0.0	0.0
<b>Opterećenje vjetrovom na zgrade</b>	0.6	0.5	0.0
<b>Opterećenje snijegom</b>	0.6	0.2	0.0
<b>Temperatura u zgradama (ne požar)</b>	0.6	0.5	0.0

Česta kombinacija – koristi se kod proračuna širine pukotina i progiba – privremena lokalna oštećenja i deformacije, te kod proračuna ograničenja napreznjanja

$$S_{sd} = \sum_i G_{k,i} + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{2,i} Q_{k,i} + P_k$$

## Koeficijenti sigurnosti – granična stanja uporabe

Koeficijenti sigurnosti na materijal

Kombinacija \ Materijal	Beton ( $\gamma_c$ )	Čelik ( $\gamma_s$ )
Uobičajena komb.	1.50	1.15
Izvanredna komb.	1.30	1.00

Koeficijenti sigurnosti za opterećenje

Djelovanje	Stalno ( $\gamma_G$ )	Pokretno ( $\gamma_Q$ )	Prednap. ( $\gamma_P$ )
Nepovoljno	1.35	1.50	1.0-1.2
Povoljno	1.00	0.00	0.9-1.0

Koeficijenti kombinacije ( $\psi$ )

Promjenljivo djelovanje	Vrijednost u kombinaciji $\psi_0$	Česta vrijednost $\psi_1$	Kvazistalna vrijednost $\psi_2$
<b>Uporabna opterećenja u zgradama</b>			
-Stambeni prostori	0.7	0.5	0.3
-Uredi	0.7	0.5	0.3
-Prostori za veće skupove ljudi	0.7	0.7	0.6
-Trgovine	0.7	0.7	0.6
-Skladišta	1.0	0.9	0.8
<b>Prometna opterećenja u zgradama</b>			
-Težine vozila $\leq 30$ kN	0.7	0.7	0.6
-Težine vozila $\leq 30$ kN	0.7	0.5	0.3
-Krovovi	0.0	0.0	0.0
<b>Opterećenje vjetrovom na zgrade</b>	0.6	0.5	0.0
<b>Opterećenje snijegom</b>	0.6	0.2	0.0
<b>Temperatura u zgradama (ne požar)</b>	0.6	0.5	0.0

Nazovistalna (Kvazistalna) kombinacija – koristi se kod proračuna ograničenja napreznjanja u elementima

$$S_{sd} = \sum_i G_{k,i} + \sum_i \psi_{2,i} Q_{k,i} + P_k$$