

EN 1990 - OSNOVE PRORAČUNA KONSTRUKCIJA

Prof. dr Nebojša Đuranović, dipl. ing. građ. ¹

REZIME

Evropski standard EN 1990 ili EUROCODE EC0 se bavi pitanjima sigurnosti, upotrebljivosti i trajnosti konstrukcija, daje osnove za njihov proračun i definiše aspekte pouzdanosti objekata. On je zasnovan na konceptu graničnih stanja i primjeni parcijalnih koeficijenata sigurnosti. Primjenjuje se zajedno sa EUROCODE-ovima 1 do 9. Na taj način, unifikacijom proračuna svih vrsta konstrukcija, pored primjene istih principa i metoda, obezbjeđuje se i korišćenje iste terminologije i oznaka.

Parcijalni koeficijenti i ostali parametri pouzdanosti određeni u skladu sa njim, obezbeđuju prihvatljiv nivo pouzdanosti, pod pretpostavkom da su praćeni i odgovarajućim nivoom ostalih faza građenja, uključujući i faze projektovanja, revizije, izvođenja i nadzora.

Kvalitetnu implementaciju EC0 mogu obezbijediti samo lica sa odgovarajućim kvalifikacijama, vještinama i iskustvom, i to uz kvalitetan nadzor i kontrolu kvaliteta - koji pri tome upotrebljavaju materijale i proizvode koji su u skladu sa EUROCODE-ovima i standardima za izvođenje. Sem toga nakon izgradnje mora se obezbijediti adekvatno održavanje i upotreba konstrukcije.

SUMMARY

EN 1990 i.e. EUROCODE EC0 deals with the principles of safety, serviceability and durability of structures, describes the basis for design and verification, and defines aspects of structural reliability. This code is based on ultimate limit state concept and implementation of partial safety factors. It is implemented together with EC1 to EC9. Apart from unification of design of all kinds of structures, this approach ensures usage of common definitions and terms.

When defined in accordance to EC0, partial factors and other relevant parameters provide acceptable level of reliability. It is assumed that they are followed with the appropriate quality of other building phases, including design and its control, erection and site supervision.

EC0 could be fully implemented only by qualified, skilled and experienced persons, together with the good supervision and quality control. In the process of implementation only quality materials could be used. After the building process adequate maintenance and usage must be secured.

¹ Univerzitet Crne Gore, Građevinski fakultet, Cetinjski put bb, Podgorica, Crna Gora, nebojsadj@hotmail.com

1. OSNOVNI ZAHTJEVI

Konstrukcija mora tokom svog predviđenog vijeka, sa odgovarajućim stepenom pouzdanosti i ekonomično, da prihvati sva dejstva i uticaje za koje je vjerovatno da mogu da nastanu u toku izvođenja i eksploatacije, i da, pri tome, ostane podobna za upotrebu koja je zahtijevana, tj. da posjeduje adekvatnu nosivost, upotrebljivost i trajnost.

U slučaju požara, nosivost konstrukcije mora da bude adekvatna tokom zahtijevanog perioda vremena. Uslijed eksplozije, udara i t.sl., ona može biti oštećena samo do stepena koji je proporcionalan sa osnovnim uzrokom.

Ovo se postiže izborom pogodnih materijala, odgovarajućim proračunom, oblikovanjem i konstruisanjem detalja, kao i propisivanjem postupaka kontrole proračuna, proizvodnje, izvođenja i eksploatacije, koji su relevantni za odgovarajući projekat.

Nacionalni izbor u EC0, dopušten je samo u pojedinim odredbama aneksa označenih slovom A.

2. OSNOVNA TERMINOLOGIJA I OZNAKE

Proračunska situacija predstavlja uslove u kojima se konstrukcija može naći, i za koje treba dokazati da granična stanja nisu prekoračena.

Stalna proračunska situacija ima trajanje istog reda veličine kao **proračunski eksploatacioni vijek konstrukcije** (dat u tabeli 1.), za razliku od **prolazne proračunske situacije** koja traje mnogo kraće od toga. **Incidentna proračunska situacija** tretira izuzetne uslove u kojima se može naći konstrukcija (požar, eksploziju, udar, lokalni lom i t. sl.), a **seizmička**, kako joj i ime kaže, seizmički događaj.

Kategorija	Trajanje objekta (godina)	Primjeri
1	10	Privremene konstrukcije
2	10 do 25	Zamenljivi delovi konstrukcije (recimo, kranski nosači i ležišta)
3	15 do 30	Poljoprivredne i slične konstrukcije
4	50	Konstrukcije zgrada i druge jednostavne konstrukcije
5	100	Konstrukcije monumentalnih zgrada, mostovi, kao i konstrukcije drugih građevinskih objekata

Tabela 1.: Kategorije proračunskog eksploatacionog vijeka (Kategorija) i indikativni proračunski eksploatacioni vijek (Trajanje objekta)

Pouzdanost (metodama vjerovatnoće i statistike) sagledava sposobnost konstrukcije, ili **konstrukcijskog** elementa, da ispuni propisane zahtjeve. Ona mora da bude dostignuta kroz proračun, odgovarajuće izvođenje i kroz mjere upravljanja kvalitetom. Zato, mjere upravljanja kvalitetom obuhvataju definisanje zahtjeva pouzdanosti, organizacione mjere, i kontrolu u fazama proračuna, izvođenja, eksploatacije i održavanja.

Dejstva F prema porijeklu mogu biti **direktna** (sile i opterećenja) i **indirektna** - prinudne deformacije (recimo uslijed promjena temperature, nivoa vlage, nejednakih slijeganja oslonaca) i ubrzanja (na primer od zemljotresa). Ona mogu biti i **stalna G** , (direktna, kao što su sopstvena težina, nepokretna oprema, kolovozni zastor, ili indirektna, recimo uslijed skupljanja i nejednakih slijeganja itd) **promjenljiva Q** , (korisna opterećenja, dejstva vjetra, opterećenja od snijega itd.) **incidentna A** , (eksplozije, udar vozila, itd) **seizmička A_E** i **geotehnička**.

U principu, ako promjena G ne može da bude smatrana kao mala (varijacija do 5 – 10%), u proračunu moraju da se koriste gornja vrijednost $G_{k,sup}$ i donja vrijednost $G_{k,inf}$. Takođe, kada je konstrukcija veoma osjetljiva na promjene G (na primjer, neke vrste prethodno napregnutih betonskih konstrukcija), treba da budu korišćene dvije vrijednosti, čak iako je koeficijent varijacije mali. Tada $G_{k,inf}$ odgovara fraktilu od 5%, a $G_{k,sup}$ fraktilu od 95% Gauss-ove statističke raspodjele za G .

Sopstvena težina konstrukcije može da bude predstavljena jednom karakterističnom vrijednošću.

Prethodno naprezanje P klasifikovano je kao stalno dejstvo.

Isto dejstvo (na primjer: seizmičko, udar, snijeg, vjetar i t.sl.) može da budu tretirano ili kao promjenljivo ili kao incidentno - u zavisnosti od vjerovatnoće njegove pojave na konkretnoj lokaciji. Takođe, dejstvo vode može da bude razmatrano kao stalno i/ili promjenljivo.

Prema položaju u prostoru dejstva mogu biti **nepokretna** (koja imaju nepromjenljivu raspodjelu i položaj) ili **slobodna** (koja mogu da budu promjenljive prostorne raspodjele).

Pojedinačno dejstvo je nezavisno u vremenu i prostoru od bilo kog drugog dejstva koje djeluje na konstrukciju.

Kvazi-statičko je u stvari **dinamičko** dejstvo, predstavljeno ekvivalentnim **statičkim** dejstvom.

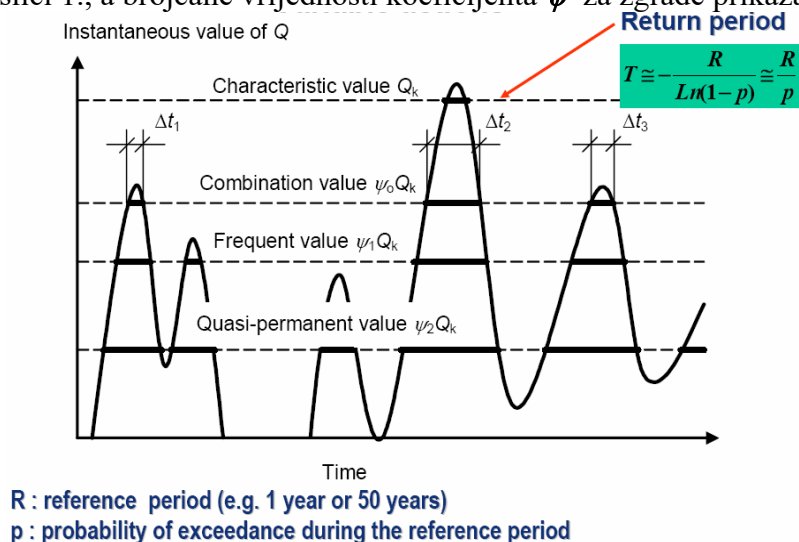
Reprezentativna vrijednost dejstva je, bilo njegova **karakteristična vrijednost** F_k , bilo neka od ostalih vrijednosti ψF_k , o čemu će više riječi biti dalje u tekstu.

Karakteristična vrijednost F_k je glavna reprezentativna vrijednost dejstva. Ona se određuje kao srednja, gornja ili donja vrijednost, ili kao nominalna vrijednost.

Nominalna vrijednost određenog parametra utvrđuje se na nestatističkoj osnovi – recimo iskustveno.

Karakteristična vrijednost promjenljivog dejstva Q_k po veličini odgovara gornjoj vrijednosti (sa određenom vjerovatnoćom da ne bude prekoračena), tj. donjoj vrijednosti (sa određenom vjerovatnoćom da bude dostignuta) ili propisanoj nominalnoj vrijednosti promjenljivog dejstva.

Primjenom različitih vrijednosti koeficijenta ψ karakteristična vrijednost promjenljivog dejstva Q_k može se eventualno i umanjiti - tako da postane **vrijednost za kombinacije** opterećenja $\psi_0 Q_k$, **česta vrijednost** $\psi_1 Q_k$, **kvazi-stalna vrijednost** $\psi_2 Q_k$ ili **vrijednosti ostalih promjenljivih dejstava** ψQ_k . Kvantitativni i odnos trajanja promjenljivih dejstava prikazani su na slici 1., a brojčane vrijednosti koeficijenta ψ za zgrade prikazane su u tabeli 2



Slika 1.: Kvantitativni i vremenski odnos reprezentativnih promjenljivih dejstava

Dejstvo	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Korisna opterećenja u zgradama, prema kategoriji (videti EN 1991-1-1)			
Kategorija A: prostorije za domaćinstvo i stanovanje	0,7	0,5	0,3
Kategorija B: kancelarijske prostorije	0,7	0,5	0,3
Kategorija C: prostorije za okupljanje ljudi	0,7	0,7	0,6
Kategorija D: trgovačke prostorije	0,7	0,7	0,6
Kategorija E: skladišne prostorije	1,0	0,9	0,8
Kategorija F: saobraćajne površine, težina vozila ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
Kategorija G: saobraćajne površine, $30 \text{ kN} < \text{težina vozila} \leq 160 \text{ kN}$	0,7	0,5	0,3
Kategorija H: krovovi	0	0	0
Opterećenja od snega na zgrade (videti EN 1991-1-3) ¹⁾			
Finska, Island, Norveška, Švedska	0,70	0,50	0,20
Ostale države članice CEN, za lokacije na nadmorskoj visini $H > 1000 \text{ m}$	0,70	0,50	0,20
Ostale države članice CEN, za lokacije na nadmorskoj visini $H \leq 1000 \text{ m}$	0,50	0,20	0
Opterećenja od vetra na zgrade (videti EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Temperatura (osim od požara) u zgradama (videti EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0

Tabela 2.: Preporučene vrijednosti ψ koeficijenata za zgrade, iz Aneksa A1

Vrijednost za kombinacije koristi se za proračunski dokaz graničnih stanja nosivosti i **nepovratnih** graničnih stanja upotrebljivosti, **česta vrijednost** za dokaz graničnih stanja nosivosti koja obuhvataju **incidentna dejstva**, kao i **povratnih** graničnih stanja upotrebljivosti. Ona se za zgrade, na primer, određuje tako da je vreme kada je ona prekoračena reda veličine 1% od trajanja referentnog perioda; za drumska saobraćajna opterećenja na mostovima na bazi povratnog perioda od jedne sedmice i t.sl.. **Kvazi-stalna vrijednost** služi za dokaz graničnih stanja nosivosti koja obuhvataju **incidentna dejstva**, kao i za dokaz **povratnih** graničnih stanja upotrebljivosti. Ista se koristi se i za proračun **dugotrajnih dejstava**. Za potrebe definisanja opterećenja tavanica zgrada, **kvazi-stalna vrijednost** uobičajeno se bira tako da vreme kada je prekoračena iznosi oko 50% od dužine referentnog perioda. Eventualno, ona može biti određena i kao osrednjena vrijednost tokom izabranog perioda vremena.

U zavisnosti od namjene zgrade, njenog oblika i lokacije, kombinacije dejstava mogu da budu bazirane na najviše dva promjenljiva dejstva.

Reprezentativna vrijednost dejstva zavisi, znači, od vrste dejstva, vidi Tabelu 3.

<i>Reprezentativna vrijednost dejstva</i>	Stalno dejstvo	Promjenljivo dejstvo	Incidentno dejstvo	Seizmičko dejstvo
Karakteristična vrijednost	G_k	Q_k	-	A_{Ek} ili
Nominalna vrijednost	-	-	A_d	$A_{Ed} = \gamma_1 A_{Ek}$
Vrijednost za kombinacije	-	$\psi_0 Q_k$	-	-
Česta vrijednost	-	$\psi_1 Q_k$	-	-
Kvazi - stalna vrijednost	-	$\psi_2 Q_k$	-	-

γ_1 - koeficijent značaja, dat u EC8.

Tabela 3.: Reprezentativne vrijednosti dejstava

Sa γ su označeni **parcijalni koeficijenti**. Njima se uvijek dopisuju i indeksi, koji definišu na koja se dejstva, tj. materijale odnose. Ako su im indeksi velika slova, onda

parcijalni koeficijenti obuhvataju ne samo vjerovatnoću nepovoljnih odstupanja vrijednosti dejstava od **reprezentativnih vrijednosti** već i nepouzdanosti modela i odstupanja dimenzija

Proračunska vrijednost dejstva F_d se dobija množenjem **reprezentativne vrijednosti dejstva** sa parcijalnim koeficijentom:

$$F_d = \gamma_f F_{rep} \quad F_{rep} = \psi F_k$$

gdje su:

- F_k karakteristična vrijednost dejstva;
 - F_{rep} relevantna reprezentativna vrijednost dejstva;
 - γ_f parcijalni koeficijent za dejstvo, kojim se uzima u obzir mogućnost nepovoljnih odstupanja vrijednosti dejstava od reprezentativnih vrijednosti;
 - ψ koeficijent, bilo da je jednak **1,00**, ili, pak, ψ_ω , ψ_L , ili ψ_2 .
- Proračunska vrijednost svojstva materijala** X_d definiše se kao:

$$X_d = \eta \frac{X_k}{\gamma_m}$$

gdje su:

- X_k karakteristična vrijednost svojstva materijala
- η srednja vrijednost koeficijenta konverzije, kojom se uzimaju u obzir uticaji veličine, razmjere, vlage, temperature itd;
- γ_m parcijalni koeficijent svojstva materijala ili proizvoda, kojim se uzimaju u obzir mogućnost nepovoljnog odstupanja svojstva materijala od njegove karakteristične vrijednosti i slučajni dio koeficijenta konverzije η ;

Kada je proračun osjetljiv na promjenljivost svojstva materijala, u obzir treba da budu uzete **gornja i donja karakteristična vrijednost svojstva materijala**. Kada je donja vrijednost mjerodavna, **karakteristična vrijednost** treba da bude definisana kao vrijednost sa fraktilom od 5%; a kada je gornja vrijednost mjerodavna, ona treba da bude definisana kao vrijednost sa fraktilom od 95%.

Proračunske vrijednosti geometrijskih podataka a_d , kao što su dimenzije elemenata, mogu da budu određene preko svojih nominalnih vrijednosti:

$$a_d = a_{nom}$$

Proračunske vrijednosti uticaja od dejstava E_d dobijaju se iz:

$$E_d = \gamma_{sd} E \{ \gamma_{f,i} F_{rep,i}; a_d \}$$

gdje su:

- a_d proračunske vrijednosti geometrijskih podataka;
- γ_{sd} parcijalni koeficijent kojim se uzimaju u obzir nepouzdanosti u modeliranju uticaja od dejstava i, ponekad, u modeliranju dejstava.

Ovo, obično, može biti napisano i kao:

$$E_d = E \{ \gamma_{f,i} F_{rep,i}; a_d \} \quad \text{gdje je:} \quad \gamma_{f,i} = \gamma_{s,d} \gamma_{f,i}$$

Kada razmatramo povoljni i nepovoljni uticaj od stalnih dejstava, moramo primijeniti odgovarajuće parcijalne koeficijente $\gamma_{G,inf}$ i $\gamma_{G,sup}$.

3. GRANIČNA STANJA

Proračunom prema graničnim stanjima dokazuje se da, uz korišćenje relevantnih proračunskih vrijednosti za dejstva, svojstva materijala i/ili proizvoda, i geometrijskih podataka, ni jedno granično stanje nije prekoračeno.

Nakon dostizanja **graničnog stanja** konstrukcija više ne ispunjava proračunske kriterijume **nosivosti** i/ili **upotrebljivosti**.

Proračunski dokaz jednog od dva granična stanja može da bude izostavljen ukoliko je obezbijeđen kroz dokaz drugog.

3.1 Granična stanja nosivosti

Granična stanja nosivosti se tiču sigurnosti ljudi i/ili sigurnosti konstrukcije.

Granično stanje nosivosti, tj. loma, dostiže se na jedan od sledećih načina:

- kao lom uslijed gubitka statičke ravnoteže – **EQU**,
- kao unutrašnji lom, ili prevelika deformacija – **STR**,
- kao lom ili prevelika deformacija tla – **GEO**,
- kao lom uslijed zamora, ili drugih uticaja zavisnih od vremena (koji na ovom mjestu neće biti tretiran) – **FAT**,

pa čemu se njegovim dokazom mora obezbijediti da je:

$$E_{d,dst} \leq E_{d,sth} \quad \text{za } EQU \quad \text{tj.: } E_d \leq R_d \quad \text{za } STR \text{ i/ili } GEO$$

gdje su:

$E_{d,dst}$ proračunska vrijednost uticaja od destabilizujućih dejstava;

$E_{d,sth}$ proračunska vrijednost uticaja od stabilizujućih dejstava;

E_d proračunska vrijednost uticaja od dejstava, kao što su unutrašnja sila i momenat, ili **vektor** koji predstavlja nekoliko unutrašnjih sila ili momenata;

R_d proračunska vrijednost odgovarajuće nosivosti.

Pobrojana GSN (sem FAT-a) treba dokazati za **kombinacije dejstava** koje obuhvataju:

- **stalne ili prolazne proračunske situacije** (tzv. **osnovne kombinacije**);
- **incidentne proračunske situacije**;
- **seizmičke proračunske situacije**.

Tako, recimo, za **stalne ili prolazne proračunske situacije (osnovne kombinacije)** opšti oblik uticaja od dejstava glasi:

$$E_d = E \{ \gamma_{G,j} G_{k,j}; \gamma_P P; \gamma_{Q,i} Q_{k,i}; \gamma_{Q,i} \psi_{o,i} Q_{k,i} \} \quad j \geq 1; i > 1$$

što znači da (za ovu proračunsku situaciju) E_d - proračunski uticaji od dejstava zavise od $G_{k,j}$ - karakteristične vrijednosti stalnog dejstva j ; P - relevantne reprezentativne vrijednosti dejstva prethodnog naprezanja; $Q_{k,i}$ - karakteristične vrijednosti dominantnog promjenljivog dejstva 1 , $Q_{k,i}$ - karakteristične vrijednosti ostalih promjenljivih dejstava i , pripadajućih parcijalnih koeficijenata γ_i , konačno, vrijednosti koeficijenata ψ kojima se definišu reprezentativna promjenljiva opterećenja.

Pri tome kombinacija dejstava u velikoj zagradi može da bude izražena kao:

$$\Sigma \gamma_{G,j} G_{k,j} "+" \gamma_P P "+" \gamma_{Q,1} Q_{k,1} "+" \Sigma \gamma_{Q,i} \psi_{o,i} Q_{k,i} \quad j \geq 1; i > 1$$

gdje "+" znači "da bude kombinovana sa", a Σ znači "kombinovani uticaj od".

Za potrebe GSN vrijednosti koeficijenata γ i ψ za dejstva, određeni su u aneksima A standarda EC0 i u EC1, a parcijalni koeficijenti za materijale određeni su u EC2 do EC9.

Upotrebom (preporučenih) vrijednosti iz Aneksa A1 - za konstrukcije zgrada, direktno se dolazi do parcijalnih koeficijenata i kombinacija dejstava koje treba koristiti za proračun GSN. To su:

- za stalne ili prolazne proračunske situacije (osnovne kombinacije):

$$EQU: \quad 1.10 G_{k,j,sup} "+" 0.90 G_{k,j,inf} "+" 1.50 Q_{k,1} "+" 1.50 \psi_{0,2} Q_{k,2}$$

$$STR: \quad 1.35 G_{k,j,sup} "+" G_{k,j,inf} "+" 1.50 Q_{k,1} "+" 1.50 \psi_{0,2} Q_{k,2}$$

$$GEO \quad G_{k,j,sup} "+" G_{k,j,inf} "+" 1.30 Q_{k,1} "+" 1.30 \psi_{0,2} Q_{k,2}$$

- za incidentnu proračunsku situaciju:

$$G_{k,j,sup} "+" G_{k,j,inf} "+" A_d "+" \psi_{1,1} Q_{k,1} \text{ ili } \psi_{2,1} Q_{k,1} "+" \psi_{2,2} Q_{k,2}$$

- za seizmičku proračunsku situaciju:

$$G_{k,j,sup} "+" G_{k,j,inf} "+" \gamma_i A_{Ek} \text{ ili } A_d "+" \psi_{2,1} Q_{k,1} "+" \psi_{2,2} Q_{k,2}$$

Vidi se da za incidentne i seizmičke proračunske situacije GSN parcijalni koeficijenti za dejstva treba da budu **1,0**.

3.2 Granična stanja upotrebljivosti

Granična stanja upotrebljivosti se tiču funkcionisanja konstrukcije pri normalnoj eksploataciji, komfora ljudi i izgleda građevinskog objekta, pri čemu se pojam " **izgled** " odnosi na kriterijume kao što su ugibi i pojava prslina, a ne na estetiku. **Kriterijumi graničnog stanja upotrebljivosti** se određuju u odnosu na uticaj **deformacija** na izgled objekta, komfor korisnika, funkcionisanje i eventualna oštećenja sekundarnih elemenata; **vibracija** na komfor ljudi i funkcionalnost konstrukcije; i **oštećenja** na izgled, trajnost i funkcionalnost konstrukcije.

Dostizanjem **nepovratnih graničnih stanja upotrebljivosti** posledice po konstrukciju ostaju čak i kada se dejstva uklone, za razliku od **povratnih** GSU posle kojih posledice ne ostaju.

Za potrebe GSU uzeto je da su svi parcijalni koeficijenti, kako za dejstva tako i za materijale, jednaki **1**, (osim ako je drugačije određeno u EC1 do EC9)

Dokazom graničnih stanja upotrebljivosti treba obezbediti da je:

$$E_d \leq C_d$$

gdje su:

- C_d granična (projektovana) vrijednost relevantnog kriterijuma upotrebljivosti,
 E_d proračunska vrijednost efekta koji je propisan kao kriterijum upotrebljivosti i određena na osnovu najnepovoljnije od sledećih kombinacija dejstava:
 a) **Karakteristična kombinacija**, koja služi za dokaz **nepovratnih** GSU, a koja je simbolično definisana izrazom:

$$E_d = E \{ G_{k,j}; P; Q_{k,1}; \psi_{0,i} Q_{k,i} \} \quad j \geq 1; i > 1$$

u kojoj kombinacija dejstava u velikoj zagradi može da bude izražena kao:

$$\Sigma G_{k,j} "+" P "+" Q_{k,1} "+" \Sigma \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad j \geq 1; i > 1$$

Za zgrade, ovaj simbolički izraz može se napisati i kao:

$$G_{kj,sup} "+" G_{kj,inf} "+" Q_{k,1} "+" Q_{k,i}$$

- b) **Česta kombinacija**, koja služi za dokaz **povratnih** GSU, može se napisati kao:

$$G_{kj,sup} "+" G_{kj,inf} "+" \psi_{1,1} Q_{k,1} "+" \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- c) **Kvazi-stalna kombinacija**, koja služi za dokaz **GSU za dugotrajna dejstva** (skupljanja, relaksacije ili tečenja) i **izgled konstrukcije**, može se napisati kao:

$$G_{kj,sup} "+" G_{kj,inf} "+" \psi_{2,1} Q_{k,1} "+" \psi_{2,2} Q_{k,i}$$

3.2.1. Kriterijumi upotrebljivosti

Granični **vertikalni ugibi** i **horizontalna pomjeranja** šematski su prikazani u Tabelama 4. i 5., koje obuhvataju i kriterijume upotrebljivosti po pomjeranjima.

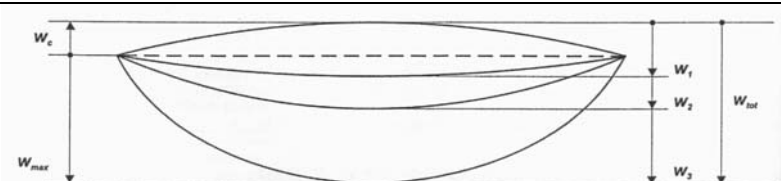
Dio konstrukcije	Granične vrijednosti vertikalnih ugiba pri karakterističnoj kombinaciji dejstava	
	w_{max}	$w_2 + w_3$
Krovovi, uopšte	$L/200^{*)}$	$L/250$
Prohodni krovovi (ne samo u smislu održavanja)	$L/250$	$L/300$
Tavanice, uopšte	$L/250$	$L/300$
Krovovi i tavanice koji nose lake obloge (npr. gips) i veoma lake pregradne zidove	$L/300$	$L/350$
Tavanice direktno oslonjene na stubove, osim u slučajevima gdje su deformacije izračunate globalnom analize cijele konstrukcije	$L/300$	$L/500$
^{*)} u slučaju da je w_{max} bitno za izgled konstrukcije	$L/250$	-
L rastojanje među osloncima ili dvostruka dužina konzole		
		
w_c prethodno nadvišenje neopterećenog konstrukcijskog elementa; w_1 inicijalni dio ugiba, uslijed stalnih opterećenja, za relevantnu kombinaciju dejstava; w_2 dugotrajni dio ugiba, uslijed stalnih opterećenja; w_3 dodatni dio ugiba, uslijed promjenljivih dejstava, za relevantnu kombinaciju dejstava; w_{tot} ukupni ugib, zbir w_1, w_2 i w_3; w_{max} preostali ukupni ugib, sa uzimanjem u obzir prethodnog nadvišenja..		

Tabela 4.: Vertikalni ugibi kao kriterijum upotrebljivosti, onako kako su usvojeni u slovenačkom Nacionalnom aneksu za EC 0

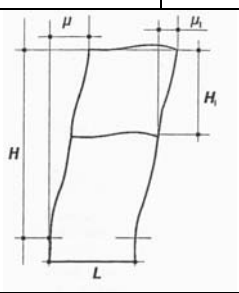
Vrsta zgrade	Granične vrijednosti horizontalnih pomjeranja pri karakterističnoj kombinaciji dejstava	
	μ_i	μ
Prizemne industrijske zgrade bez kranskih staza	$H_i/150$	-
Prizemne zgrade	$H_i/300$	-
Više etažne zgrade	$H_i/300$	$H/500$
		
μ ukupno horizontalno pomjeranje po visini zgrade H		
μ_i horizontalno pomeranje po visini sprata H_i		

Tabela 5.: Horizontalna pomjeranja, onako kako su usvojena u slovenačkom Nacionalnom aneksu za EC 0

Dokaz graničnog stanje upotrebljivosti kontrolom **vibracija** obezbeđuje udobnost korisnika i funkcionisanje konstrukcije.

Da granično stanje upotrebljivosti preko vibracija ne bi bilo prekoračeno, sopstvena frekvencija vibracija, konstrukcije ili konstrukcijskog elementa, treba da bude veća od graničnih vrijednosti - koje zavise od funkcije zgrade i izvora vibracije, vidi Tabelu 6. Ako je ona manja od granične vrijednosti, treba sprovesti detaljniju analizu dinamičkog odgovora konstrukcije, koja treba da obuhvati i efekte prigušenja.

Vrsta pobude	Frekvencija	Amplituda w_{tot}
Hodanje	3 Hz	28 mm
Plesanje ili vježbanje	5 Hz	10 mm

Tabela 6.: Granične vrijednosti frekvencije i amplitude oscilovanja w_{tot} pri karakterističnoj kombinaciji dejstava, onako kako su usvojeni u slovenačkom Nacionalnom aneksu za EC 0

Izvori vibracija koje treba analizirati su, recimo, hodanje, sinhronizovano kretanje ljudi, rad mašinske opreme, saobraćaj, dejstvo vjetra itd.

Kriterijume upotrebljivosti koji nisu detaljnije razmatrani na ovom mjestu, kao što su **širina prslina, ograničenje napona ili dilatacija, otpornost na klizanje** i t.sl. definišu, tamo gdje je to značajno, EC1 do EC9.

4. OSTALO

Aneks A1: Primjena na zgrade je obavezan za primjenu i njime su, sem ostalog, definisane kombinacije dejstava, proračunske vrijednosti za stalna, promjenljiva i incidentna dejstva, koeficijenti sigurnosti kao i ψ koeficijenti koji treba da budu korišćeni u proračunu zgrada.

Aneks B: Upravljanje pouzdanošću konstrukcije za građevinski objekat je informativan, i on pouzdanost konstrukcije uvodi u fazu **proračuna** kroz određivanje reprezentativnih vrijednosti dejstava i izbor parcijalnih koeficijenata, (za što su uvedene klase pouzdanosti, koje su bazirane na pretpostavljenim poslasticama loma i na izloženosti građevinskih objekata rizičnom slučaju); a u fazu **upravljanja kvalitetom i smanjenje grešaka pri projektovanju i izvođenju** konstrukcije, preko propisanih nivoa **revizije** tehničke dokumentacije i **nadzora** nad izvođenjem vidi tabele 7. i 8.

Nivoi revizije proračuna	Karakteristika	Minimalni preporučeni zahtjevi za kontrolu proračuna, crteža i specifikacija
DSL3 odgovara RC3	proširena revizija	kontrola nezavisnog pravnog lica
DSL2 odgovara RC2	normalna revizija	nezavisna interna revizija
DSL1 odgovara RC1	normalna revizija	samokontrola

Tabela 7.: Nivoi revizije proračuna

Nivoi nadzora	Karakteristike	Zahtjevi
IL3 odgovara RC3	prošireni nadzor	nadzor nezavisnog pravnog lica
IL2 odgovara RC2	normalni nadzor	nezavisni interni nadzor
IL1 odgovara RC1	normalni nadzor	samonadzor

Tabela 8.: Nivoi nadzora nad izvođenjem

Zanimljivo je da, teoretski gledano, parcijalni koeficijenti mogu da budu i redukovani,

ako se primijeni klasa nadzora viša od zahtijevane u prethodnoj tabeli.

Što se tiče **nivoa pouzdanosti** koji se uvodi kroz **proračun**, on se obezbjeđuje preko **klasa prema pouzdanosti** RC1, RC2 i RC3 - koje mogu da se povežu sa tri **klase prema posledicama** CC1, CC2 i CC3, i da budu definisane preko **indeksa pouzdanosti β** , vidi tabelu 9.

Klasa prema pouzdanosti	Klasa prema posledicama	Koeficijent za dejstva K_{FI}	Minimalne vrijednosti (GSN) za β , za referentni period od:		Opis ¹⁾ nivoa posledica	Primjeri zgrada i drugih građ. objekata
			1 god	50 god.		
RC3	CC3	1.1	5,2	4,3	Velike	tribine, koncertne dvorane, javne zgrade
RC2	CC2	1.0	4,7 (2.9) ²⁾	3,8 (1.5)	Srednje	stambene i administrativne zgrade, javne zgrade
RC1	CC1	0.9	4,2	3,3	Male	zgrade gdje ljudi u principu provode malo vremena, npr. poljoprivredne zgrade, skladišta, staklene bašte

1) Opis nivoa posledica odnosi se na nivoe posledica po ljudske živote i/ili ekonomska i socijalna dobra i/ili životnu sredinu

2) Vrijednosti u zagradama odnose se na GSU

Tabela 9. : Veza klasa i indeksa pouzdanosti β

Parcijalni koeficijenti dati u EC0 do EC9, u principu, odnose se na konstrukciju sa β vrijednošću većom od 3.8, za referentni period od 50 godina.

Klase prema pouzdanosti iznad RC3, zahtijevaju individualno razmatranje.

Mogući način za definisanje nivoa pouzdanosti predstavlja i primjena γ_F koeficijenata, koji se koriste u **osnovnim kombinacijama za stalne proračunske situacije**. Tako, za iste nivoe **revizije i nadzora**, na parcijalne koeficijente može da bude primjenjen **multiplikacioni koeficijent za dejstva K_{FI}** . Za ove potrebe koeficijent K_{FI} može biti primijenjen samo za nepovoljna dejstva, ali u princip, ovaj način definisanja pouzdanosti se ne preporučuje, posebno ne za klasu RC3.

Aneks C: Osnove za proračun po metodi parcijalnih koeficijenata i analiza pouzdanosti je informativan, i, sem ostalog, sadrži informacije i teorijsku podlogu za metodu parcijalnih koeficijenata i za proračun uz korišćenje rezultata ispitivanja, a relevantan je i za upravljanje pouzdanošću.

Aneks D: Proračun uz korišćenje rezultata ispitivanja je takođe informativan, i sem za tu namjenu, koristi se još za potrebe definisanja svojstava materijala. To znači da proračun može biti baziran i na rezultatima ispitivanja, i to obično u situacijama kada nisu na raspolaganju adekvatni proračunski modeli, ako treba koristiti veliki broj sličnih komponenata, kao i za potvrđivanje pretpostavki učinjenih u proračunu.