

# Sadašnje stanje i smjernice razvoja norme EN 1993-1-1

---

**Matejčić, Azra**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:157:423234>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-20**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering - FCERI Repository](#)



image not found or type unknown

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Azra Matejčić**

**Sadašnje stanje i smjernice razvoja norme EN 1993-1-1**

**Završni rad**

**Rijeka,2020.**

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
GRAĐEVINSKI FAKULTET**

**Preddiplomski sveučilišni studij  
Građevinarstvo  
Osnove čeličnih konstrukcija**

**Azra Matejčić  
JMBAG: 0114029380**

**Sadašnje stanje i smjernice razvoja norme EN 1993-1-1**

**Završni rad**

**Rijeka, lipanj 2020.**



Naziv studija: **Sveučilišni preddiplomski studij Građevinarstvo**  
Znanstveno područje: Tehničke znanosti  
Znanstveno polje: Građevinarstvo  
Znanstvena grana: Nosive konstrukcije

Tema završnog rada

**SADAŠNJE STANJE I SMJERNICE RAZVOJA NORME EN 1993-1-1**  
**CURRENT SITUATION AND FURTHER DEVELOPMENTS OF EN 1993-1-1**

Kandidat: **AZRA MATEJČIĆ**

Kolegij: **OSNOVE ČELIČNIH KONSTRUKCIJA**

Završni rad broj: **20-P-25**

**Zadatak:**

Predstaviti smjernice razvoja norme EN 1993-1-1, odnosno napraviti pregled predloženih izmjena i dopuna norme koje će biti usvojene u novoj generaciji eurokodova te usporediti sa sadašnjim stanjem te norme.

**Tema rada je uručena:** 24. veljače 2020.

**Mentor:**

izv. prof. dr. sc. Mladen Bulić  
dipl. ing. građ.



## **IZJAVA**

Završni rad sam izradila samostalno, u suradnji s mentorom uz poštivanje pozitivnih građevinskih propisa i znanstvenih dostignuća iz područja građevinarstva. Građevinski fakultet u Rijeci je nositelj prava intelektualnog vlasništva u odnosu na ovaj rad.



---

Azra Matejčić

U Rijeci, 28. kolovoza 2020.





## Zahvala

Zahvaljujem se mentoru izv.prof.dr.sc. Mladenu Buliću dipl.ing. građ. na pomoći tijekom izrade i pisanja ovog završnog rada te mojoj obitelji na velikom strpljenu i iznimnoj moralnoj podršci koju su mi pružili tijekom studija.

Posebno hvala mojoj ljubavi E.F. koji je od prve godine studija bio uz mene i pružao mi pomoć prilikom učenja.

♡ *A. M.*



## SAŽETAK

Višegodišnji rad s Eurokodovima zahtjevao je prijedloge za promjene i moguće poboljšanje istog. Prijedlozi za izmjene pristigli su uglavnom putem nacionalnih tijela za standardizaciju pa se na taj način kroz godine strukturirao prijedlog nove norme EN 1993-1-1 čija je verzija sada dostupna svima.

Tema ovog rada je usporediti trenutno važeću normu EN 1993-1-1 s novom predloženom. Kroz rad su se obuhvatile izmjene i dodaci redosljedom kojim je pisana norma na način da je sadašnja norma paralelno uspoređivana s prijedlogom nove norme EN 1993-1-1.

Ključne riječi: Eurokod 3, EN 1993-1-1, čelične konstrukcije, CEN/TC 250/SC3.

## ABSTRACT

Years of working with Eurocodes have required changes and possible improvements. Proposals for changes came mainly through *National Standardization Bodies*, so over the years came a proposal for a new standard EN 1993-1-1, a version which is now available for everyone.

The topic of this work is to compare the old standard EN 1993-1-1 with the new one. This work includes amendments and additions in which the standard was written in a way that the old standard was compared with the proposal of the new standard EN 1993-1-1.

Key words: Eurocode 3, EN 1993-1-1, Steel constructions, CEN/TC 250/SC3.



# SADRŽAJ

POPIS OZNAKA I KRATICA.....	1
POPIS SLIKA.....	2
1. UVOD .....	3
2. OPĆENITO .....	4
2.1. Smjernice razvoja norme EN 1993-1-1.....	11
2.2. Simboli .....	19
2.3. Poprečni presjeci .....	21
3. IZMJENE I DOPUNE OSNOVA PRORAČUNA.....	23
5. GLOBALNA ANALIZA .....	27
6. GRANIČNA STANJA NOSIVOSTI.....	29
7. DODACI .....	33
7.1. Dodatak A.....	34
7.2. Dodatak B.....	35
7.3 Dodatak C.....	35
7.4 Dodatak D .....	35
7.5 Dodatak E.....	36
8. ZAMOR.....	38
9. ZAKLJUČAK.....	39
10. LITERATURA.....	40

## **POPIS OZNAKA I KRATICA**

EN – European Standards

CEN/TC 250 – European Committee for Standardization/Technical Committee 250

CENELEC – European Committee for Electrotechnical Standardization

NDP – Nationally Determined Parameters

EAD – European Assessment Document

ETA – European Technical Assessment

ETAG – European Technical Approval Guidelines

ISO – International Organization for Standardization

BSI – British Standards Institution

## POPIS SLIKA

Slika 1: Struktura organizacija koje sudjeluju u izradi norme [6]

Slika 2: Naslovnica Hrvatskog nacionalnog dodatka [7]

Slika 3: Naslovnica norme EN 1993-1-1 [2]

Slika 4: Struktura vršenja sustavnog pregleda [6]

Slika 5: Revizija i daljni razvoj Eurokoda 3 (stanje gledano u 2014. godini) [6]

Slika 6: Bočno torzijsko izvijanje profila [6]

Slika 7: Sadašnje stanje za izračun faktora međudjelovanja potrebnog za izraze elemenata koji su izloženi kombiniranom savijanju i osnom tlaku [3]

Slika 8: Sadašnje stanje za izračun faktora međudjelovanja potrebnog za izraze elemenata koji su izloženi kombiniranom savijanju i osnom tlaku – nastavak formula [3]

Slika 9: Izmjene u tablici za klasifikacije poprečnog presjeka [3]

Slika 10: Poprečni presjeci [2]

Slika 11: Tablica s propisanim vrstama čelika [2]

Slika 12: Tablica s propisanim vrstama čelika [2]

Slika 13: Dijagram toka [2]

Slika 14: Tablica sa svojstvima profila [2]

Slika 15: Tablica za izbor klase izvođenja [2]

Slika 16: Tablica pretpostavljenih vrijednosti promjenjivosti svojstva materijala [2]

Slika 17: Pretpostavljene vrijednosti promjenjivosti dimenzijskih parametra te uputstva za očitavanje istih [2]

## 1. UVOD

Eurokodovi su europski standardi za proračun različitih vrsta građevinskih konstrukcija te predstavljaju pravila potrebna za projektiranje, a primjenjuju se u različitim zemljama članicama Europske unije.

Eurokod 3 sadrži pravila potrebna za projektiranje čeličnih konstrukcija te dopunske odredbe konstrukcijskog proračuna čeličnih zgrada.

Dio 1-1 Eurokoda 3 primjenjuje se pri proračunu čeličnih konstrukcija s debljinama materijala  $t \geq 3$  mm.

Višegodišnji rad s Eurokodovima zahtjeva je prijedloge za promjene i moguće poboljšanje istog. Prijedlozi za izmjene pristigli su uglavnom putem nacionalnih tijela za standardizaciju pa se na taj način kroz godine strukturirao prijedlog nove norme EN 1993-1-1 čija je verzija sada dostupna svima.

Svakih pet godina se vrši sustavni pregled kojim se traže komentari *Nacionalnih tijela za standardizaciju* s ciljem da se norma pojednostavi te skрати ili proširi na područje primjene. Komentari su se mogli predati do kraja rujna 2014. godine te su se do sada proučili i realizirali u novi prijedlog norme koja bi se uskoro trebala usvojiti.

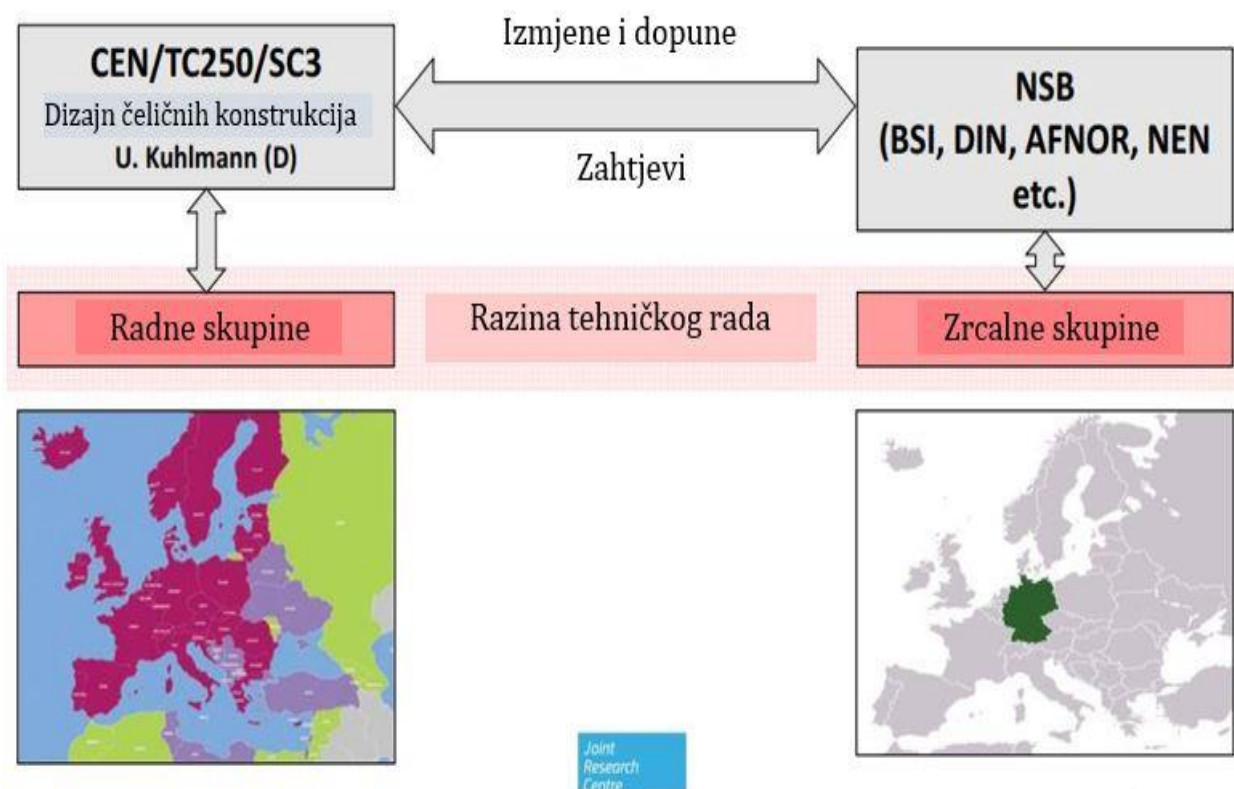
Ovim radom cilj je usporediti trenutno važeću normu EN 1993-1-1 s novom predloženom na način da se istaknu promjene i dodaci redosljedom kojim je norma sastavljena te omogućiti lakši i brži uvid u novu normu.



## 2. OPĆENITO

Europsku normu EN 1993, Eurokod 3: Projektiranje čeličnih konstrukcija pripremio je tehnički odbor CEN/TC 250, „*Structural Eurocodes*“ čije se tajništvo nalazi u BSI-ju.

U skladu s unutrašnjim propisima CEN/CENELEC-a ovu su normu obavezne primijeniti nacionalne normirane organizacije ovih zemalja: Austrije, Belgije, Cipra, Češke Republike, Danske, Estonije, Finske, Francuske, Grčke, Hrvatske, Irske, Islanda, Italije, Latvije, Litve, Luksemburga, Mađarske, Malte, Nizozemske, Norveške, Njemačke, Poljske, Portugala, Slovačke, Slovenije, Španjolske, Švedske, Švicarske i Ujedinjenog Kraljevstva.



Slika 1: Struktura organizacija koje sudjeluju u izradi norme [6]

Program konstrukcijskih eurokodova sadrži sljedeće norme koje se sastoje od više djelova:

EN 1990, Eurokod: Osnove projektiranja konstrukcija

EN 1991, Eurokod 1: Djelovanja na konstrukcije

EN 1992, Eurokod 2: Projektiranje betonskih konstrukcija

EN 1993, Eurokod 3: Projektiranje čeličnih konstrukcija

EN 1994, Eurokod 4: Projektiranje spregnutih čelično-betonskih konstrukcija

EN 1995, Eurokod 5: Projektiranje drvenih konstrukcija

EN 1996, Eurokod 6: Projektiranje zidanih konstrukcija

EN 1997, Eurokod 7: Geotehničko projektiranje

EN 1998, Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija

EN 1999, Eurokod 9: Projektiranje aluminijskih konstrukcija

Eurokodovi potvrđuju odgovornost upravnih tijela za donošenje propisa svake države članice i osiguravaju njihovo pravo određivanja vrijednosti koje se odnose na propisivanje sigurnosnih pitanja na nacionalnoj razini kada se ona mijenjaju od države do države.

Nacionalne norme kojima se primjenjuju eurokodovi sadrže cijelovit tekst eurokodova kako ih je CEN objavio te im smije prihoditi nacionalna naslovna stranica i predgovor iza kojih smije slijediti nacionalni dodatak.

Nacionalni dodatak smije sadržavati samo podatke o parametrima koji su u eurokodu ostavljeni na slobodan odabir na nacionalnoj razini koji se također nazivaju "nacionalno određeni parametri" (NDP), a koji se primjenjuju za proračun zgrada te inženjerskih građevina koje se grade u toj državi.

Oni služe za sigurnost građevinskih konstrukcija i mogu se odnositi na klimatske i geografske podatke specifične za neku zemlju, stoga bi svaka država trebala biti u mogućnosti da donese svoj vlastiti izbor s obzirom na razinu sigurnosti kroz vrijednosti NDP-ova.

Norma EN 1993 predviđena je za upotrebu s normama EN 1990 do EN 1999 kada se one odnose na čelične konstrukcije ili dijelove.

Norma EN 1993-1 sadrži dodatna pravila primjenjiva samo na zgrade te je prva od ukupno šest dijelova norme EN 1993 – Projektiranje čeličnih konstrukcija. Također, sadrži opća pravila proračuna koja su predviđena za upotrebu s drugim dijelovima norma EN 1993-2 do EN 1993-6.

Norma EN 1993-1 sadrži dvanaest poddijelova EN 1993-1-1 do EN 1993-1-12 od kojih svaki obrađuje posebne čelične dijelove, granična stanja ili materijale.

Norma se smije upotrijebiti i za proračune koji nisu obuhvaćeni eurokodovima te poslužiti kao referentni dokument drugim tehničkim odborima CEN-a koji obrađuju konstrukcijska pitanja.

Norma EN 1993-1-1 sadrži temeljna pravila za proračun čeličnih konstrukcijama s debljinama materijala  $t \geq 3$  mm te dopunske odredbe konstrukcijskog proračuna čeličnih zgrada. Te su dodatne odredbe označene slovom „B” iza broja stavke, ( ) B.

Norma EN 1993-1-1 predviđena je za upotrebu:

- odborima koji pripremaju norme za proračun konstrukcija i norme za ispitivanja i izvođenje
- investitorima (npr. za definiranje njihovih posebnih zahtjeva)
- projektantima i izvođačima
- odgovarajućim upravnim tijelima.

Vezano za nacionalni dodatak uz normu EN 1993-1-1, ona daje vrijednosti u napomenama, označavajući gdje se smije koristiti odabir na nacionalnoj razini. Zato nacionalna norma kojom se primjenjuje norma EN 1993-1-1 mora imati nacionalni dodatak koji sadrži sve nacionalno određene parametre koji će se koristiti pri proračunu čeličnih konstrukcija i inženjerskih građevina građenih u toj zemlji.

**NACRT HRVATSKE NORME**  
**nHRN EN 1993-1-1:2008/NA**

ICS: 91.010.30;  
91.080.30  
Prvo izdanje,  
veljača 2013.

**Eurokod 3: Projektiranje čeličnih konstrukcija – Dio 1-1: Opća pravila  
i pravila za zgrade – Nacionalni dodatak**

Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings –  
National Annex

Referencijski broj: nHRN EN 1993-1-1:2008/NA:2013 hr



Hrvatski zavod za norme  
Croatian Standards Institute

Zabranjeno je umnožavanje hrvatskih norma ili njihovih dijelova

Slika 2: Naslovnica Hrvatskog nacionalnog dodatka [7]

CEN/TC 250

Date: 2019-01

**prEN 1993-1-1:2019**

CEN/TC 250

Secretariat: BSI

## **Eurocode 3 — Design of steel structures — Part 1-1: General rules and rules for buildings**

*Eurocode 3 — Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*

*Eurocode 3 — Calcul des structures en acier — Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments*

ICS:

Descriptors:

Document type: European Standard

Document subtype:

Document stage: CEN Enquiry

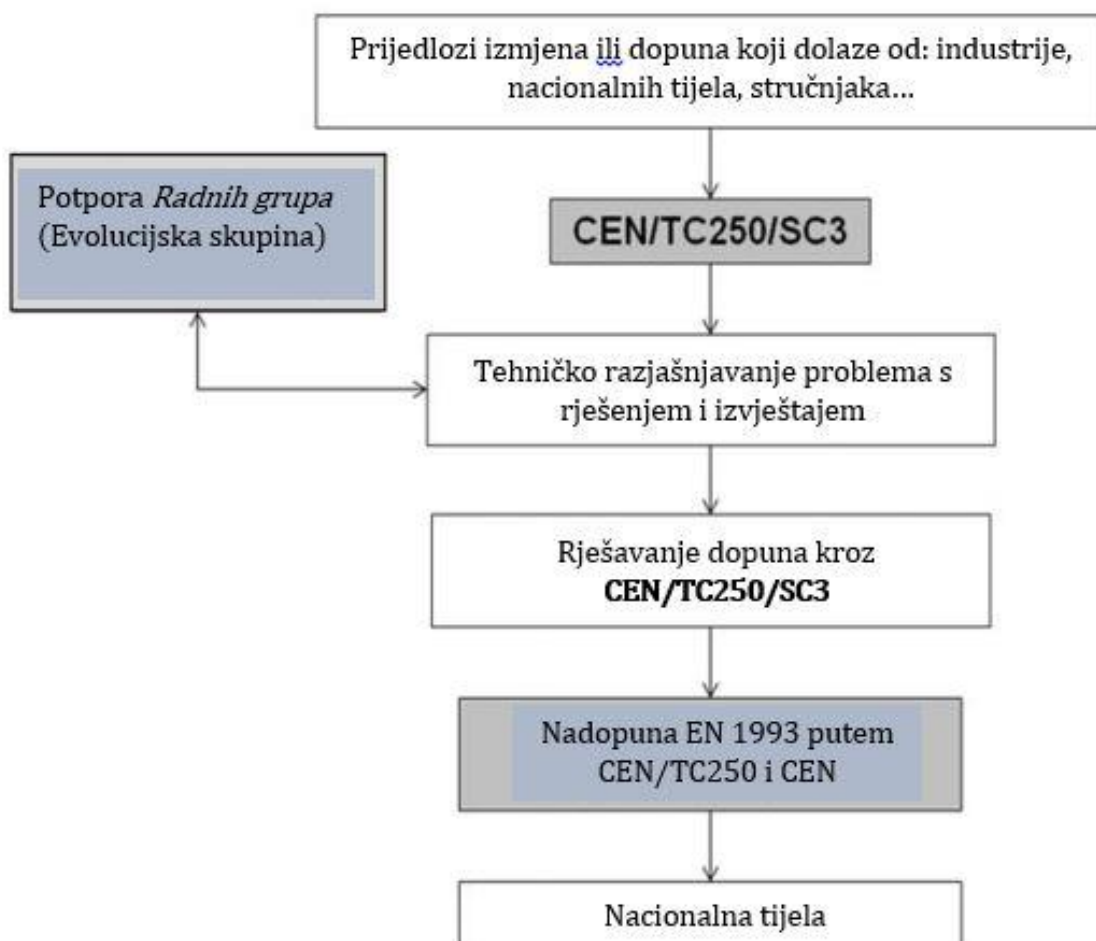
Document language: E

STD Version 2.9p

Slika 3: Naslovnica norme EN 1993-1-1 [2]

Rad s Eurokodovima te stjecanje iskustva tijekom godina proračuna i projektiranja s njima doveli su do prijedloga za promjene i moguće poboljšanje. Te su prijedloge uglavnom donijela nacionalna tijela za normizaciju.

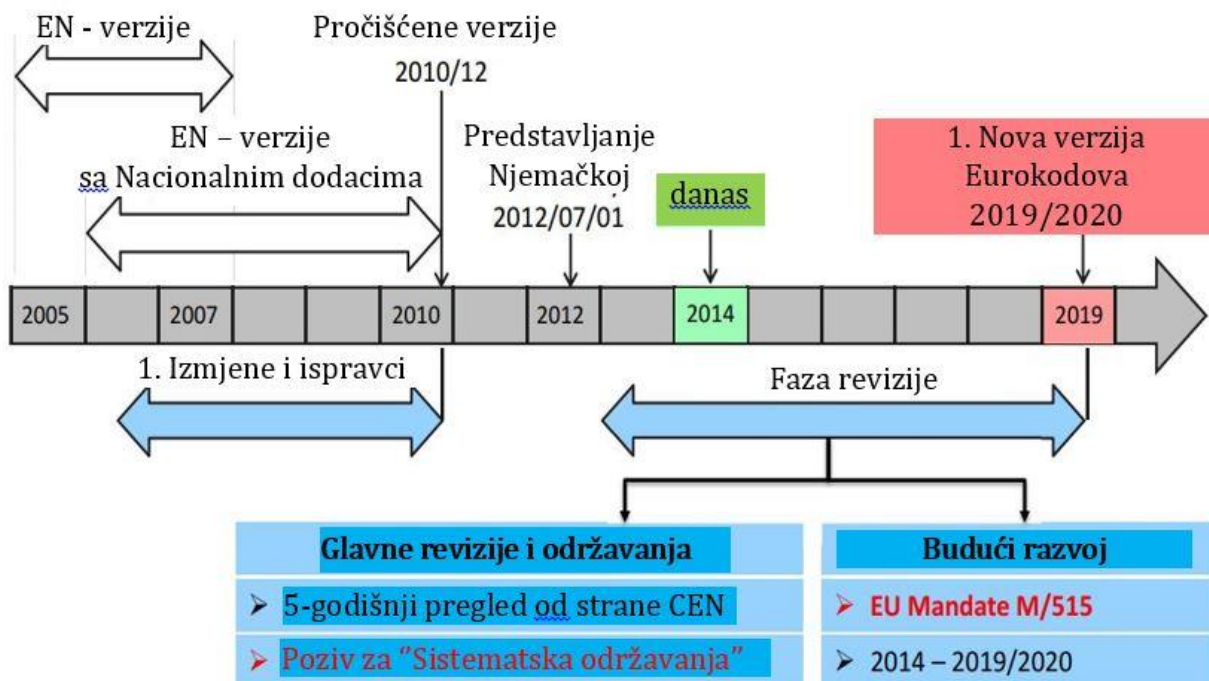
Eurokodom 3: Projektiranje čeličnih konstrukcija upravlja pododbor CEN/TC 250/SC3 dok je radna skupina WG1 odgovorna za EN 1993-1-1, a dio 1-1 se odnosi na opća pravila i pravila za zgrade.



Slika 4: Struktura vršenja sustavnog pregleda [6]

Svaki pet godina se vrši sustavni pregled kada se od nacionalnih tijela za standardizaciju traži da daju prijedloge za pojednostavljenje uporabe norme i njihovo mišljenje o mogućem skraćanju ili proširenju te utvrđivanje pravila proračuna.

## Revizija i daljni razvoj Eurokoda 3

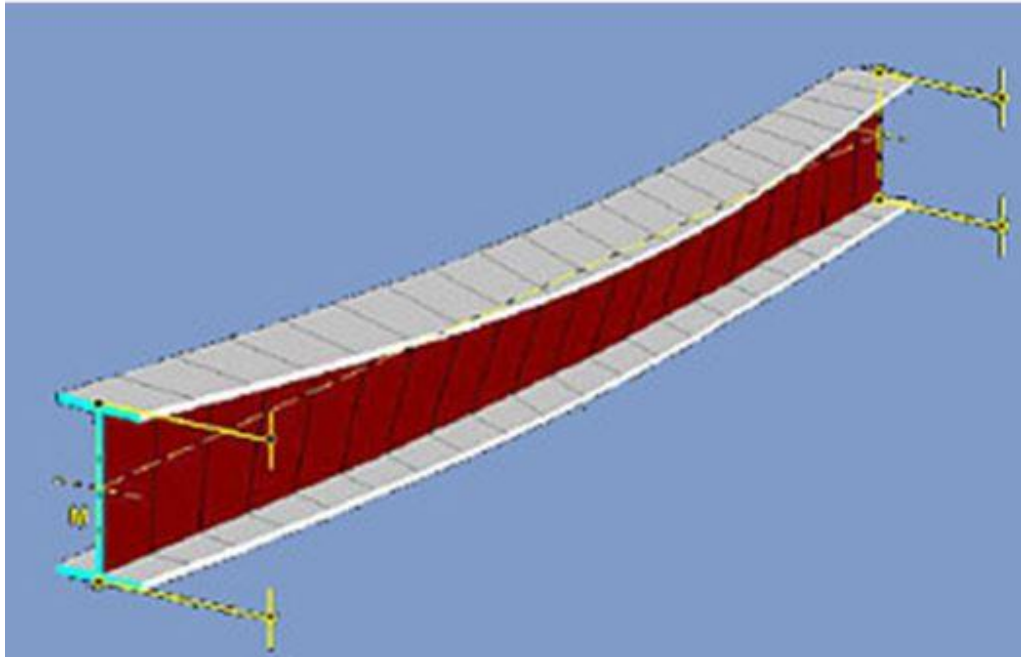


Slika 5: Revizija i daljni razvoj Eurokoda 3 (stanje gledano u 2014. godini) [6]

## 2.1. Smjernice razvoja norme EN 1993-1-1

Razvoj buduće norme EN 1993-1-1 uključuje:

- Pojednostavljenje pravila stabilnosti
- Objedinjavanje pravila između općih i primjenjivih dijelova
- Smanjenje pravila za bočna torzijska izvijanja



Slika 6: Bočno torzijsko izvijanje profila [6]



**Dodatak A**

(obavijesni)

**Metoda 1: Faktor međudjelovanja  $k_{ij}$  u izrazu za međudjelovanje u točki 6.3.3(4)**

**Tablica A.1 - Faktori međudjelovanja  $k_{ij}$  (točka 6.3.3(4))**

**AC: U prvom stupcu, sedmi redak, u formuli za  $n_{pl}$  umjesto  $\gamma_{M1}$  stavi  $\gamma_{M0}$ .**

**AC: U sedmom retku, drugi stupac formulu za  $C_{zz}$  zamijeni ovom formulom:**

$$C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \left[ 2 - \frac{1,6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \bar{\lambda}_{\max} - \frac{1,6}{w_z} \cdot C_{mz}^2 \bar{\lambda}_{\max}^2 - e_{LT} \right] n_{pl} \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$$

Faktor međudjelovanja	Pretpostavke proračuna	
	Svojstva elastičnog poprečnog presjeka razred 3, razred 4	Svojstva plastičnog poprečnog presjeka razred 1, razred 2
$k_{yy}$	$C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$	$C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \frac{1}{C_{yy}}$
$k_{yz}$	$C_{mz} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$	$C_{mz} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \frac{1}{C_{yz}} 0,6 \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}$
$k_{zy}$	$C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$	$C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}} \frac{1}{C_{zy}} 0,6 \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}$
$k_{zz}$	$C_{mz} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$	$C_{mz} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}} \frac{1}{C_{zz}}$
Dodatni izrazi:		
$\mu_y = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}{1 - \chi_y \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}}$	$C_{yy} = 1 + (w_y - 1) \left[ \left( 2 - \frac{1,6}{w_y} C_{my}^2 \bar{\lambda}_{\max} - \frac{1,6}{w_y} C_{my}^2 \bar{\lambda}_{\max}^2 \right) n_{pl} - b_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$	
$\mu_z = \frac{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}{1 - \chi_z \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}}$	uz $b_{LT} = 0,5 a_{LT} \bar{\lambda}_0^2 \frac{M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{pl,y,Rd}} \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,z,Rd}}$	
$w_y = \frac{W_{pl,y}}{W_{el,y}} \leq 1,5$	$C_{yz} = 1 + (w_z - 1) \left[ \left( 2 - 14 \frac{C_{mz}^2 \bar{\lambda}_{\max}^2}{w_z^5} \right) n_{pl} - c_{LT} \right] \geq 0,6 \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$	
$w_z = \frac{W_{pl,z}}{W_{el,z}} \leq 1,5$	uz $c_{LT} = 10 a_{LT} \frac{\bar{\lambda}_0^2}{5 + \bar{\lambda}_z^4} \frac{M_{y,Ed}}{C_{my} \chi_{LT} M_{pl,y,Rd}}$	
	$C_{zy} = 1 + (w_y - 1) \left[ \left( 2 - 14 \frac{C_{my}^2 \bar{\lambda}_{\max}^2}{w_y^5} \right) n_{pl} - d_{LT} \right] \geq 0,6 \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \frac{W_{el,y}}{W_{pl,y}}$	

Slika 7: Sadašnje stanje za izračun faktora međudjelovanja potrebnog za izraze elemenata koji su izloženi kombiniranom savijanju i osnom tlaku [3]

$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk} / \gamma_{M1}}$ $C_{my} \text{ vidjeti tabl. A.2}$ $a_{LT} = 1 - \frac{I_T}{I_y} \geq 0$	$\text{uz } d_{LT} = 2 a_{LT} \frac{\bar{\lambda}_0}{0,1 + \bar{\lambda}_z^4} \frac{M_{y,Ed}}{C_{my} \chi_{LT} M_{pl,y,Rd}} \frac{M_{z,Ed}}{C_{mz} M_{pl,z,Rd}}$ $C_{zz} = 1 + (w_z - 1) \left[ \left( 2 - \frac{1,6}{w_z} C_{mz}^2 \bar{\lambda}_{max} - \frac{1,6}{w_z} C_{mz}^2 \bar{\lambda}_{max}^2 \right) n_{pl} - e_{LT} \right] \geq \frac{W_{el,z}}{W_{pl,z}}$ $\text{uz } e_{LT} = 1,7 a_{LT} \frac{\bar{\lambda}_0}{0,1 + \bar{\lambda}_z^4} \frac{M_{y,Ed}}{C_{my} \chi_{LT} M_{pl,y,Rd}}$
---	---

Tablica A.1 (nastavak)

$\bar{\lambda}_{max} = \max \left\{ \begin{array}{l} \bar{\lambda}_y \\ \bar{\lambda}_z \end{array} \right.$	
$\bar{\lambda}_0 = \text{bezdimenzijska vitkost za bočno-torzijsko izvijanje zbog jednolikog momenta savijanja, tj. } \psi_y = 1,0 \text{ u tablici A.2}$	
$\bar{\lambda}_{LT} = \text{bezdimenzijska vitkost za bočno-torzijsko izvijanje}$	
<p>Ako je <math>\bar{\lambda}_0 \leq 0,2\sqrt{C_1}</math> <math>\sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,TF}}\right)}</math> :</p>	
$C_{my} = C_{my,0}$	
$C_{mz} = C_{mz,0}$	
$C_{mLT} = 1,0$	
<p>Ako je <math>\bar{\lambda}_0 &gt; 0,2\sqrt{C_1}</math> <math>\sqrt[4]{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,TF}}\right)}</math> :</p>	
$C_{my} = C_{my,0} + (1 - C_{my,0}) \frac{\sqrt{\epsilon_y} a_{LT}}{1 + \sqrt{\epsilon_y} a_{LT}}$	
$C_{mz} = C_{mz,0}$	
$C_{mLT} = C_{my}^2 \frac{a_{LT}}{\sqrt{\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,T}}\right)}} \geq 1$	
$\epsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \frac{A}{W_{el,y}} \quad \text{za poprečne presjeke razreda 1, 2 i 3}$	
$C_{mi,0} \text{ vidjeti tablicu A.2}$	
$\epsilon_y = \frac{M_{y,Ed}}{N_{Ed}} \frac{A_{eff}}{W_{eff,y}} \quad \text{za poprečne presjeka razreda 4}$	
$N_{cr,y} \text{ elastična sila izvijanja zbog savijanja oko osi y-y}$	
$N_{cr,z} \text{ elastična sila izvijanja zbog savijanja zbog oko osi z-z}$	
$N_{cr,T} \text{ elastična sila izvijanja zbog torzije}$	
$I_T \text{ St. Venantova torzijska konstanta}$	
$I_y \text{ moment tromosti oko osi y-y}$	
$C_1 \text{ faktor koji ovisi o opterećenju i krajnjim uvjetima i koji se smije uzeti } C_1 = k_c^{-2} \text{ gdje se } k_c \text{ uzme iz tablice 6.6.}$	

Slika 8: Sadašnje stanje za izračun faktora međudjelovanja potrebnog za izraze elemenata koji su izloženi kombiniranom savijanju i osnom tlaku – nastavak formula [3]

- buduća klasifikacija poprečnog presjeka zahtjeva:
  - prilagodbu graničnih vrijednosti;
  - neprekidni prijelaz između 2. i 3. razreda;
  - prilagođavanje pravilima EC 3 Dijelovi 1-3, 1-5 I 1-6.

**Internal compression parts**

Class	Part subject to bending	Part subject to compression	Part subject to bending and compression			
Stress distribution in parts (compression positive)						
3	<del><math>c/t \leq 124\epsilon</math></del> $c/t \leq 121\epsilon$	<del><math>c/t \leq 42\epsilon</math></del> $c/t \leq 38\epsilon$	when $\psi > -1$ : $c/t \leq \frac{42\epsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ when $\psi \leq -1^*)$ : $c/t \leq 62\epsilon(1-\psi)\sqrt{-\psi}$			
$\epsilon = \sqrt{235/f_y}$	$f_y$	235	275	355	420	460
	$\epsilon$	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

$\leq \frac{38\epsilon}{0,608+0,343\psi+0,049\psi^2}$   
 $\leq 60,5\epsilon(1-\psi)\sqrt{-\psi}$

\*)  $\psi \leq -1$  applies where either the compression stress  $\sigma \leq f_y$  or the tensile strain  $\epsilon_y > f_y/E$   
 \*)  $\psi \leq -1$  and a compression stress of  $\sigma_{com,Ed} = f_y$  applies when the tensile strain exceeds  $\epsilon_y = f_y/E$

Slika 9: Izmjene u tablici za klasifikacije poprečnog presjeka [3]

U sljedećoj verziji EN 1993-1-1 cilj je smanjiti nacionalno određene parametre (NDP). Trenutno EN 1993-1-1 ima 25 NDP-ova, a odredbe gdje se mogu primjenjivati nalaze se neposredno prije početka prvog poglavlja eurokoda. Kako bi se smanjio broj NDP-ova potrebno je usporediti i uskladiti donesene nacionalne priloge različitih država.

U usporedbi trenutno važeće norme EN 1993-1-1 te konačnog prijedloga nove norme, glavne izmjene su:

- Restrukturiranje poglavlja prema pravilima CEN-a;
- Pojednostavljenje tablica za svojstva materijala;
- Novo poglavlje o zamoru;
- Napomene koje se odnose na NDP prepravljene su prema zahtjevima CEN/TC250;
- Dodatak B: proračun polukompaktnih dijelova (premješten iz glavnog teksta);
- Dodatak C: dodatak A iz dijela 6, prenesen u dijelu 1-1 s proširenjem područja primjene
- Dodatak D: stavka BB.1 premještena je u CEN-ovo tehničko izvješće
- Dodatak E;
- Revizija stavke 7.2.2. i dijagrama tijeka;
- Ispravke u uredništvu, numeriranje, tablice, brojke, jednadžbe itd.

Poglavlja su restrukturirana na način da su detaljnije precizirana što omogućuje lakše snalaženje pri uporabi EN 1993-1-1 pa su se iz tog razloga izmjenjenili redni brojevi točaka u kojima je dopušten nacionalni odabir.

Novi redoslijed točki u kojima je dopušten nacionalni odabir glasi:

- 5.1(2)
- 5.2.1(1)
- 5.2.2(1)
- 5.2.3(1)P
- 5.2.3(3)
- Tablice 5.2 i 5.3
- 7.2.1(3)
- 7.2.2(7)
- 7.3.3.1(1)
- 7.3.3.2(1)
- 7.3.6(1)
- 8.1(1)
- 8.1(1)B
- 8.3.2.3(1)
- 8.3.2.4(1)B
- 8.3.2.4(2)B
- 8.3.3(2)
- 8.3.4(1)
- 9.2.1(2)B
- A.2.2(3)
- A.2.2(4)

Trenutna podijela primjene norme EN 1993-1-1 od sedam poglavlja zamjenjena je novim prijedlogom te je sada podijeljena u deset poglavlja drugačije strukturiranih nego u prethodnoj normi:

1. poglavlje: Područje primjene
2. poglavlje: Upućivanja na druge norme
3. poglavlje: Pojmovi, definicije i simboli
4. poglavlje: Osnove proračuna
5. poglavlje: Materijali
6. poglavlje: Trajnost
7. poglavlje: Proračun konstrukcije
8. poglavlje: Granična stanja nosivosti
9. poglavlje: Granična stanja uporabljivosti
10. poglavlje: Zamor

U stavci kod upućivanja na opće norme, navod o normi EN 1090 je zamjenjen tako da sada točno piše na koji se dio te norme upućivanje odnosi:

- EN 1090-2, *Izvedba čeličnih i aluminijskih konstrukcija - 2. dio: Tehnički zahtjevi za čelične konstrukcije*

- EN 1090-4, *Izvedba čeličnih i aluminijskih konstrukcija - 4. dio: Tehnički zahtjevi za tankostijene, hladno oblikovane, čelične elemente i konstrukcije za primjenu kod krovova, stropova, podova i zidova.*

Također, stavka koja obuhvaća norme za zavarljivi konstrukcijski čelik je proširena te u nekim dijelovima izmjenjena. Proširena je za norme:

EN 10149-1:2013, *Hot rolled flat products made of high yield strength steels for cold forming – Part 1:General technical delivery conditions*

EN 10149-2:2013, *Hot rolled flat products made of high yield strength steels for cold forming – Part 2:Technical delivery conditions for thermomechanically rolled steels*

EN 10149-3:2013, *Hot rolled flat products made of high yield strength steels for cold forming – Part 3:Technical delivery conditions for normalized or normalized rolled steels*

EN 10164:2004, *Steel products with improved deformation properties perpendicular to the surface of the product — Technical delivery conditions.*

EN 10219-1:2006, *Cold formed welded structural hollow sections of non alloy and fine grain steels — Part 1: Technical delivery conditions*

*EN 10365:2017, Hot rolled steel channels, I and H sections – Dimensions and masses.*

Norma EN 10210-1:1994, izmjenjena je novom normom EN 10210-1:2006.

## 2.2. Simboli

Što se simbola tiče, prijedlog nove norme EN 1993-1-1 zadržao je simbole jednake kao u trenutno važećoj normi, no nekima od njih se izmjenila definicija pa su tako sada redom:

$\eta_{init}$	amplituda nesavršenosti
$M_{Rk}$	karakteristična vrijednost otpora na moment savijanja kritičnog poprečnog presjeka
$N_{Rk}$	karakteristična vrijednost otpora za normalnu silu kritičnog poprečnog presjeka
$\gamma_{M0}$	parcijalni koeficijent za otpornost poprečnog presjeka
$\sigma_{x,Ed}$	proračunska vrijednost uzdužnog naprezanja
$\sigma_{z,Ed}$	proračunska vrijednost uzdužnog naprezanja
$\tau_{Ed}$	proračunska vrijednost posmičnog naprezanja
$N_{Ed}$	proračunska vrijednost normalne (osne) sile
$M_{y,Ed}$	proračunska vrijednost momenta savijanja, os y-y
$M_{z,Ed}$	proračunska vrijednost momenta savijanja, os x-x
$N_{Rd}$	proračunska vrijednost otpornosti za normalne sile
$M_{y,Rd}$	proračunska vrijednost otpornosti za moment savijanja, os y-y
$M_{z,Rd}$	proračunska vrijednost otpornosti za moment savijanja, os x-x
$d_0$	promjer rupe za vijak
$N_{t,Rd}$	proračunska vrijednost otpornosti na vlačne sile
$N_{pl,Rd}$	proračunska vrijednost plastične otpornosti na normalne sile bruto poprečnog presjeka
$N_{u,Rd}$	proračunska vrijednost krajnje otpornosti na normalne sile neto poprečnog presjeka uz rupe za spajala
$N_{net,Rd}$	proračunska vrijednost plastične otpornosti na normalne sile neto poprečnog presjeka
$N_{c,Rd}$	proračunska vrijednost otpornosti na normalne sile poprečnog presjeka pri jednolikom tlaku
$M_{c,Rd}$	proračunska vrijednost otpornosti na savijanje oko jedne glavne osi poprečnog presjeka
$V_{ed}$	proračunska vrijednost poprečne sile

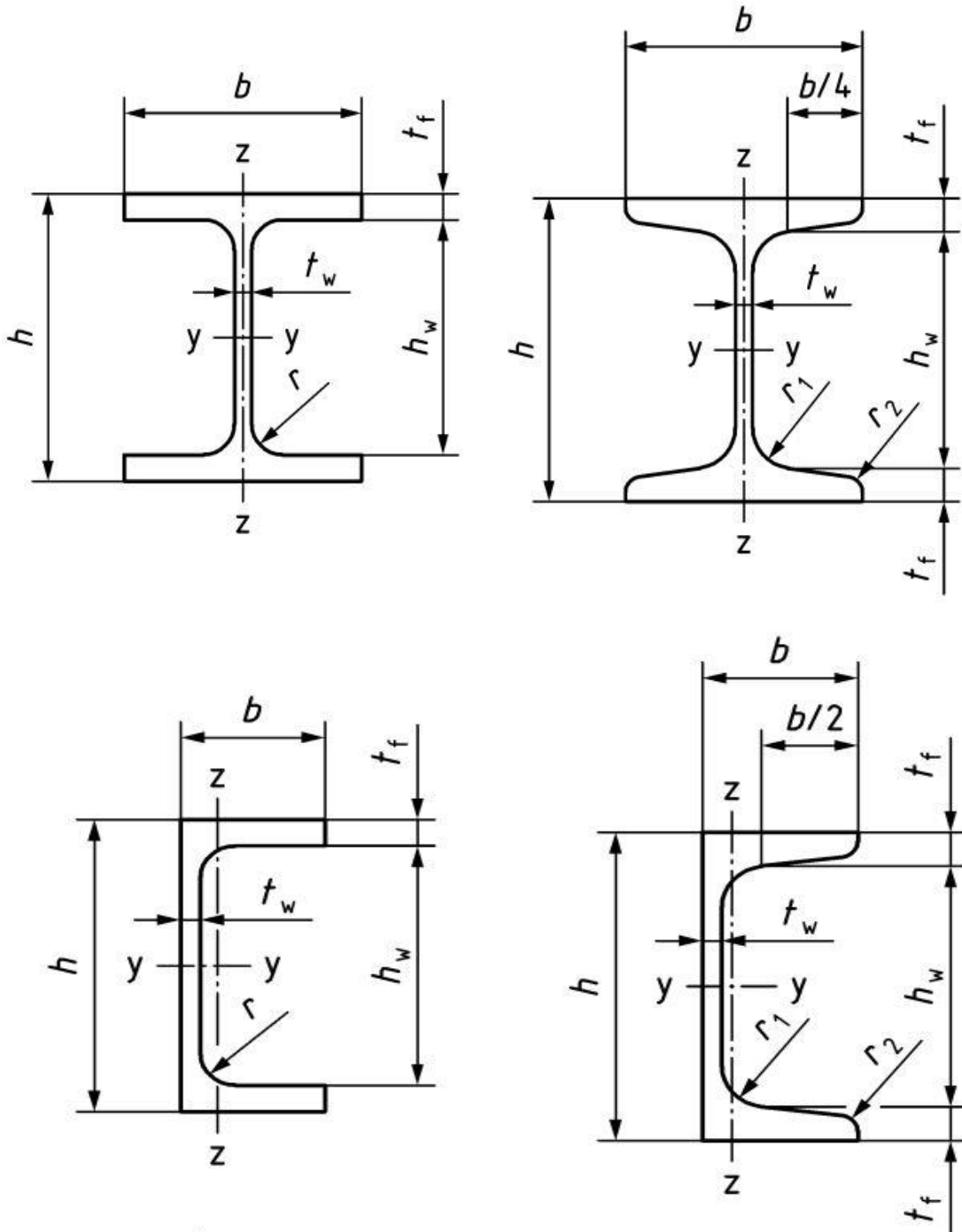


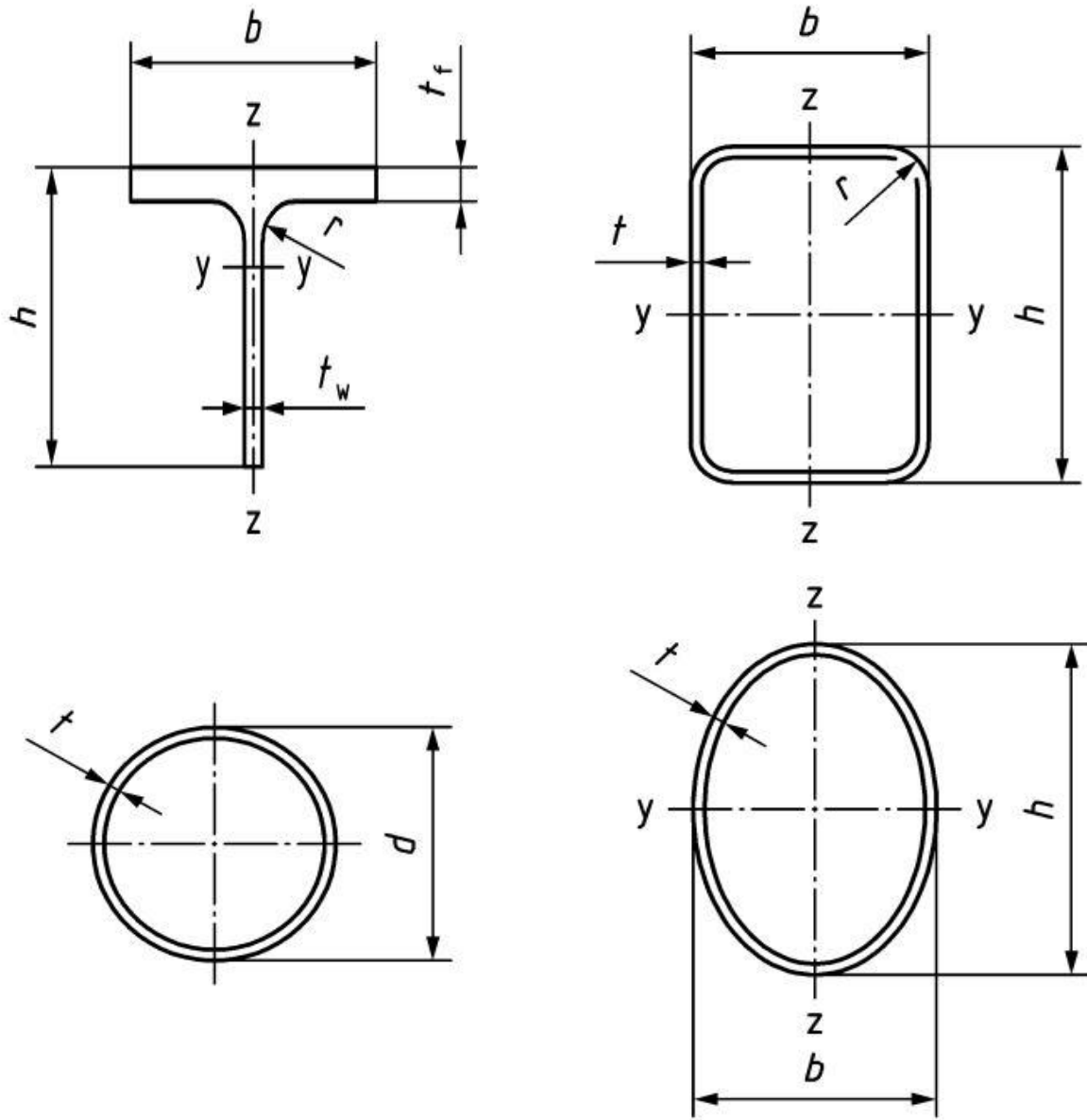
$V_{c,Rd}$	proračunska vrijednost otpora na poprečnu silu
$V_{pl,Rd}$	proračunska vrijednost otpornosti plastike na poprečnu silu
$T_{ed}$	proračunska vrijednost ukupnog unutarnjeg torzijskog momenta
$T_{Rd}$	proračunska vrijednost otpora na torzijski moment
$\tau_{t,Ed}$	proračunska vrijednost posmičnog naprezanja zbog St. Venantove torzije
$\tau_{w,Ed}$	proračunska vrijednost unutarnjeg momenta vitoperne torzije
$\sigma_{w,Ed}$	proračunska vrijednost uzdužnog naprezanja zbog bimomenta $B_{Ed}$
$V_{pl,T,Rd}$	proračunska vrijednost smanjene proračunske plastične otpornosti na djelovanje poprečne sile kojom se u obzir uzima prisutnost torzijskog momenta
$M_{V,Rd}$	proračunska vrijednost smanjene proračunske plastične otpornosti a momente savijanja kojima se u obzir uzima prisutnost poprečnih sila
$M_{N,Rd}$	proračunska vrijednost smanjene proračunske otpornosti na momente savijanja kojima se u obzir uzima prisutnost normalnih sila
$e_{N,y}$	pomak težišta proračunske ploštine $A_{eff}$ u odnosu na težište bruto poprečnog presjeka, što rezultira savijanjem oko osi y-y
$e_{N,z}$	pomak težišta proračunske ploštine $A_{eff}$ u odnosu na težište bruto poprečnog presjeka, što rezultira savijanjem oko osi z-z
$N_{b,Rd}$	proračunska vrijednost otpornosti na izvijanje tlačnog elementa
$\lambda_1$	referentna vitkost za određivanje relativne vitkosti
$M_{b,Rd}$	proračunska vrijednost otpornosti na izvijanje elementa u savijanju
$\psi$	omjer krajnjih momenata u odsječku grede
$L_c$	duljina između dva uzastopna bočna pridržanja
$\Delta M_{y,Ed}$	moment oko y-y osi uslijed pomaka težišne osi
$\Delta M_{z,Ed}$	moment oko z-z osi uslijed pomaka težišne osi
$\alpha_s$	faktor koji opisuje dijagram momenta; s=sagging (proklizavanje)
$\alpha_h$	faktor koji opisuje dijagram momenta; h=hogging (progib)
$N_{ch,Ed}$	proračunska vrijednost normalne sile u pojasu, u sredini višedjelnog elementa
$A_d$	poprečni presjek ploštine jedne dijagonale višedjelnog stupa
$A_v$	poprečni presjek ploštine jednog stupca (ili poprečnog elementa) višedjelnog stupa

### 2.3. Poprečni presjeci

Poprečni presjeci dimenzija i osi profila nisu se bitno promjenile osim u debljini presjeka pa su zato sada pregledniji.

Dodane su dva nova poprečna presjeka na kojima su označene dimenzije i osi okruglih cijevnih te ovalnih cijevnih profila.





Slika 10: Poprečni presjeci [2]

### 3. IZMJENE I DOPUNE OSNOVA PRORAČUNA

Temeljni zahtjevi nalažu da proračun mora biti u skladu s općim pravilima danih u normi EN 1990 te da se treba smatrati temeljne zahtjeve 2. poglavlja norme EN 1990 ispunjenima ako je proračun graničnih stanja upotrijebljen povezano s metodom parcijalnih koeficijenata i kombinacijama opterećenja danih u normi EN 1990 i djelovanjima danih u normi EN 1991.

Brišu se stavke (2) i (4) temeljnih zahtjeva sadašnje norme EN 1993-1-1.

Za upravljanje pouzdanošću u odnosu na sadašnju normu, nadodaje da se s obzirom na primjenu normi EN 1090-2 i EN 1090-4 odabire klasa izvršenja u skladu s dodatkom A. Ako se zahtjevaju različite razine pouzdanosti, treba ih postići u skladu s EN 1990, EN 1090-2 i EN 1090-4.

Podpoglavljje 4.2.2 Materijali i svojstva proizvoda stavka (1) mjenja se te sada nalaže da svi podaci građevine koji će se upotrebljavati u proračunu trebaju biti onakvi kako su određeni u odgovarajućim EAD-ima ili ETA-ima, osim ako nije drugačije pripisano u stavci 5.1 (2) poglavlja 5. Materijali.

Dodana je i stavka (2) te predlaže da u proračunu konstrukcije i projektu mogu upotrijebiti nazivne vrijednosti i dimenzije.

Nova predložena norma dodaje novo podpoglavljje 4.3.4 Odstupanja koje se sastoji od dvije stavke koje govore da dimenzionalna i masena odstupanja trebaju biti u skladu s EAD-ima ili ETA-ima osim ako nisu specificirane stroža odstupanja.

Također, odstupanja za proizvodnju i montažu građevinskih dijelova trebaju biti u skladu s EN 1090-2.

Podpoglavljje 4.4 Projektiranje utemeljeno na ispitivanju trenutno važeće norme se briše te sada stoji samo jedna stavka u kojoj piše da se vrijednosti otpora  $R_k$  ili  $R_d$  mogu odrediti u skladu s EN 1990, dodatak D osim ako je u drugim djelovima EN 1993 dane drugačije odredbe.

## 4. MATERIJALI

U novoj predloženoj normi EN 1993-1-1 poglavlje o materijalima mijenja stavku (2) u kojoj se predlažu nove tablice (5.1 i 5.2) s propisanim vrstama čelika te stavka nalaže da čelične konstrukcije trebaju odgovarati sljedećim normama proizvoda: EN 10025, EN 10149, EN 10210 i EN 10219.

U napomeni stoji da Nacionalni dodaci različitih država mogu dodati svoje vrste čelika.

Dodatna stavka (3) nalaže da mehanička i zavarljiva svojstva drugih čeličnih materijala koji nisu navedeni u tablicama 5.1 i 5.2 moraju biti poznata te u skladu s uvjetima navedenim u podpoglavljima 5.2.2 Zahtjevi za duktilnost, 5.2.3 Žilavost pri lomu, 5.2.4 Svojstva po debljini ako se ispituju u skladu s EN, ISO ili EN-ISO.

Stavka (2) podpoglavlja 5.2.2 Zahtjevi za duktilnost sada je proširena za rečenicu u kojoj glasi da sve vrste čelika iz tablica do i uključujući S460 zadovoljavaju minimalne zahtjeve duktilnosti za plastični globalni proračun te da svi razredi čelika iz tablice zadovoljavaju minimalne zahtjeve duktilnosti za elastični globalni proračun.

Nadopunjava se i stavka (3) podpoglavlja 5.2.3 Žilavost pri lomu, tako da predlaže korištenje odgovarajuće tablice 2.1 iz norme EN 1993-1-10 za  $\sigma_{Ed} = 0,25 f_y(t)$ .

Za odabir razreda kvalitete, u podpoglavljju 5.2.4 Svojstva po debljini, nalazi se tablica 5.3, te sada stoji samo jedna napomena u kojoj piše da treba posvetiti posebnu pozornost na zavarene spojeve greda – stup i zavarene krajnje ploče vlačno napregnute u smjeru debljine te se brišu se ostale napomene koje stoje u sadašnjoj normi.

Za poglavlje 5.4 Ostali predgotovljeni proizvodi u zgradama više proizvodi ne trebaju biti sukladni europskim normama proizvoda ETAG-ima ili ETA-ima, već EAD-ima ili ETA-ima.

Razred čelika	Nazivna debljina elementa $t$ mm			
	$t \leq 40$ mm		$40 \text{ mm} < t \leq 80$ mm	
	$f_y$ N/mm <sup>2</sup>	$f_u$ N/mm <sup>2</sup>	$f_y$ N/mm <sup>2</sup>	$f_u$ N/mm <sup>2</sup>
S235	235	360	215	360
S275	275	390	245	370
S355	355	490	325	470
S420	420	510	390	490
S460	460	540	410	510
S500	500	580	450	580
S550	550	600	500	600
S600	600	650	550	650
S620	620	700	560	660
S650	650	700	-	-
S690	690	770	630	710
S700	700	750	-	-

Slika 11: Tablica s propisanim vrstama čelika [2]

Standardi, razredi i kvaliteta	Nazivna debljina elementa			
	mm			
	$t \leq 8$ mm		$8 \text{ mm} < t \leq 20$ mm	
	$f_y$ N/mm <sup>2</sup>	$f_u$ N/mm <sup>2</sup>	$f_y$ N/mm <sup>2</sup>	$f_u$ N/mm <sup>2</sup>
<b>EN 10149-2<sup>a</sup></b>				
S 315 MC	315	390	315	390
S 355 MC	355	430	355	430
S 420 MC	420	480	420	480
S 460 MC	460	520	460	520
S 500 MC	500	550	500 <sup>b</sup>	550 <sup>b</sup>
S 550 MC	550	600	550 <sup>b</sup>	600 <sup>b</sup>
S 600 MC	600	650	600 <sup>b</sup>	650 <sup>b</sup>
S 650 MC	650	700	630 <sup>b</sup>	700 <sup>b</sup>
S 700 MC	700	750	680 <sup>b</sup>	750 <sup>b</sup>
<b>EN 10149-3<sup>a</sup></b>				
S 260 NC	260	370	260	370
S 315 NC	315	430	315	430
S 355 NC	355	470	355	470
S 420 NC	420	530	420	530
<sup>a</sup> Provjera utjecaja energije u skladu s EN 10149-1: 2013, točka 11, opcija 5 se treba navesti <sup>b</sup> $t < 16$ mm				

Slika 12: Tablica s propisanim vrstama čelika [2]

## 5. GLOBALNA ANALIZA

Cijelo poglavlje globalnog proračuna nove predložene norme EN 1993-1-1 se mijenja te dodaje se novo podpoglavlje 7.2.2 Metode analiza za granična stanja nosivosti.

Metode analize mogu biti prvog ili drugog reda te trebaju biti kompatibilni s poprečnim presjekom i zahtjevima provjere elemenata iz podpoglavja 8.2 i 8.3.

Prema vrsti konstrukcije i globalnom proračunu, nesavršenosti i učincima drugog reda treba razmotriti jednu od sljedećih metoda:

- a) U potpunosti u globalnom proračunu;
- b) Djelomično u globalnom proračunu te dijelom provjerom otpornosti na izvijanje pojedinih elemenata prema 8.3;
- c) Provjerom otpornosti na izvijanje istovrijednih elemenata prema 8.3 koristeći odgovarajuće duljine izvijanja u skladu s globalnim načelima izvijanja građevine.

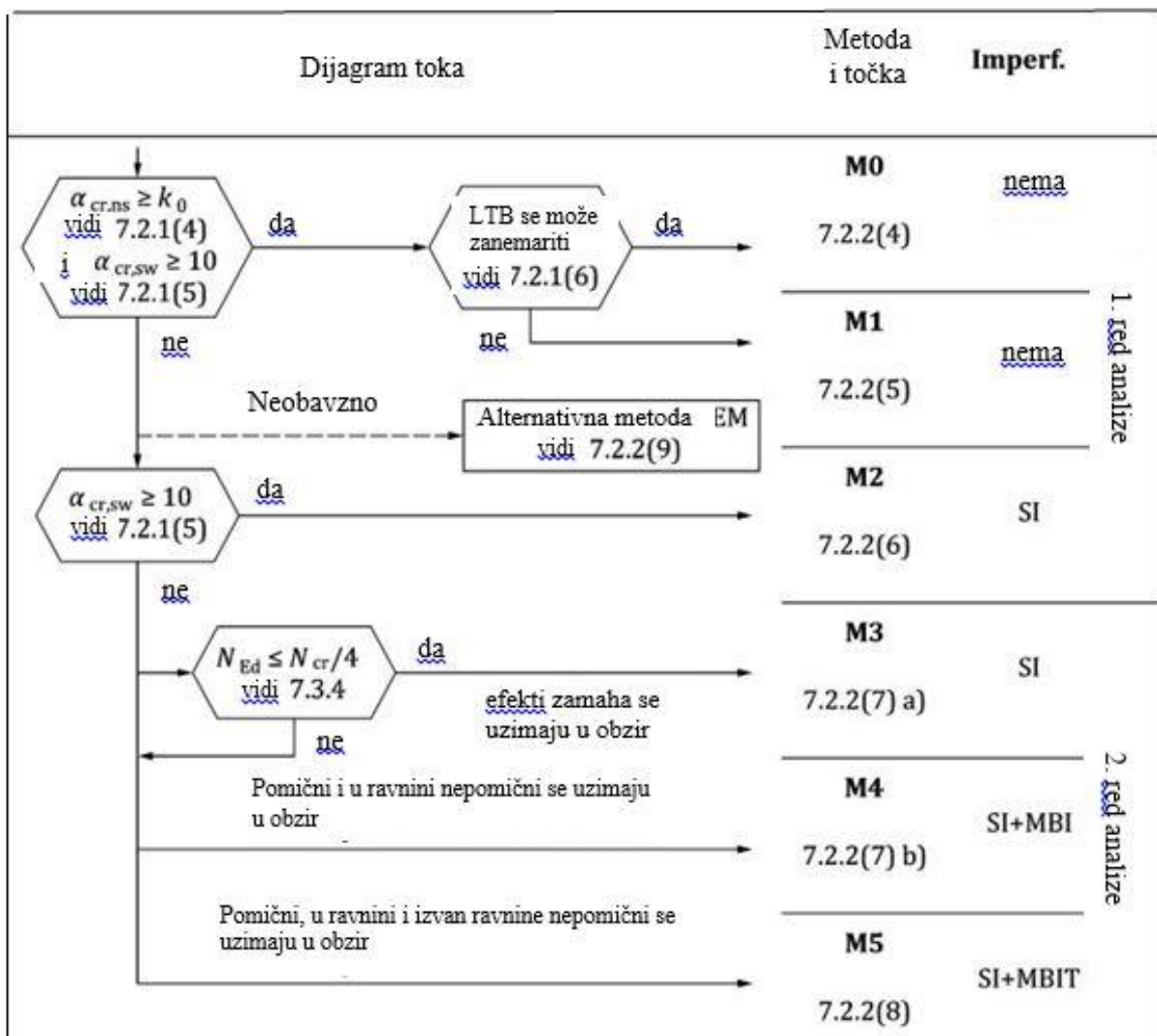
Granična stanja nosivosti mogu se provesti primjenom metoda analize: M0, M1, M2, M3, M4, M5 ili EM.

Metode se poredaju numerički na temelju složenosti analize, tako da je metoda M0 najmanje složena dok je M5 najkompleksnija.

Složenije se metode uvijek mogu koristiti umjesto manje složenih metoda.

U nastavku su dana ograničenja za primjenu svake od ovih metoda stavkama od (6) do (11) te dijagram toka koji daje pregled primjenjivosti metoda.





Slika 13: Dijagram toka [2]

LTB bočno torzijsko izbočenje

EM ekvivalentna metoda člana

SI nesavršenost uzrokovana pomakom

MBI nesavršenost luka člana

MBIT nesavršenost luka člana s obzirom na bočno torzijsko izbočenje

## 6. GRANIČNA STANJA NOSIVOSTI

Nova norma EN 1993-1-1 predlaže da novo poglavlje 8. Granična stanja nosivosti bude malo drugačije koncipirano u odnosu na sadašnju normu, pa se tako pojavljuju nove skraćene te pojednostavljene formule i napomene vezane uz njih.

Tako je sada formula za elastičnu provjeru u podpoglavljju 8.2.1 pojednostavljena prema izrazu (1) preuzetom iz [1]:

$$\frac{\sigma_{Eq,Ed}}{f_y/\gamma_{M0}} \leq 1 \quad (1)$$

gdje je:

$\sigma_{Eq,Ed}$  - proračunska vrijednost ekvivalentnog uzdužnog naprezanja,

$f_y$  - granica popuštanja,

$\gamma_{M0}$  - parcijalni koeficijent za otpornost poprečnog presjeka.

$\sigma_{Eq,Ed}$  se izračunava prema izrazu (2) preuzetom iz [1]:

$$\sigma_{Eq,Ed} = \sqrt{\sigma_{x,Ed}^2 + \sigma_{z,Ed}^2 - \sigma_{x,Ed}\sigma_{z,Ed} + 3\tau_{Ed}^2} \quad (2)$$

gdje je:

$\sigma_{Eq,Ed}$  - proračunska vrijednost ekvivalentnog uzdužnog naprezanja,

$\sigma_{x,Ed}$  - proračunska vrijednost uzdužnog naprezanja,

$\sigma_{z,Ed}$  - proračunska vrijednost uzdužnog naprezanja,

$\tau_{Ed}$  - proračunska vrijednost posmičnog naprezanja.

Za 8.2.2.6 Svojstva profila za karakteristični otpor, dodana je nova tablica 8.1 koja sadrži svojstva profila za  $N_{Rk} = A_i f_y$  i  $M_{i,Rk} = W_i f_y$ :

Razred	1	2	3	4
Presjek $A_i$	$A$	$A$	$A$	$A_{eff}$
Moment otpora $W_y$	$W_{pl,y}$	$W_{pl,y}$	$W_{el,y}^{a,b}$	$W_{eff,y}^b$
Moment otpora $W_z$	$W_{pl,z}$	$W_{pl,z}$	$W_{el,z}^{a,b}$	$W_{eff,z}^b$
<sup>a</sup> Alternativno, $W_{ep,y}$ ili $W_{ep,z}$ se mogu koristiti, vidjeti dodatak B. <sup>b</sup> Elastični moment otpora odgovara ekstremnom vlaknu s maksimalnim elastičnim naprezanjem				

Slika 14: Tablica sa svojstvima profila [2]

Tablica sadrži svojstva profila koji se koriste za izračun karakterističnog otpora na osnu silu  $N_{Rk}$  i karakteristični moment otpora  $M_{Rk}$  sukladno klasi presjeka.

U 8.2.3 Vlak, formula je sada pojašnjena za članove prema izrazu (3) preuzetom iz [1]:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1,0 \quad (3)$$

gdje je:

$N_{Ed}$  - proračunska normalna (osna) sila,

$N_{t,Rd}$  - proračunska vrijednost otpornosti na vlačne sile.

$N_{t,Rd}$  je proračunska vrijednost otpornosti na vlačne sile te za bruto presjek prema izrazu (4) preuzetom iz [1] glasi:

$$N_{t,Rd} = N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \quad (4)$$

gdje je:

$N_{t,Rd}$  - proračunske vrijednosti otpornosti na vlačne sile,

$N_{pl,Rd}$  - proračunska vrijednost plastične otpornosti na normalne sile bruto poprečnog presjeka,

$A$  - ploština poprečnog presjeka,

$f_y$  - granica popuštanja,

$\gamma_{M0}$  - parcijalni koeficijent za otpornost poprečnog presjeka.

Za profile s rupama, za proračunsku vrijednost vlačne otpornosti  $N_{t,Rd}$  treba uzeti manju vrijednost od izraza (5) preuzetog iz [1]:

$$N_{u,Rd} = \frac{k \cdot A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \quad (5)$$

gdje se onda vrijednost  $k$  odabire s obzirom na vrstu rupa.

gdje je:

$N_{u,Rd}$  - proračunska krajnja otpornost na normalne sile neto poprečnog presjeka uz rupe za spajala,

$k$  - faktor za  $e_{0,d}$ ,

$A_{net}$  - neto ploština poprečnog presjeka,

$f_u$  - vlačna čvrstoća,

$\gamma_{M2}$  - parcijalni koeficijent za otpornost poprečnih presjeka pri vlaku do loma.

Također, u svim formulama podpoglavlja 8.2.4 Tlak, 8.2.5 Moment savijanja, 8.2.9 Poprečni presjeci razreda 4 i 8.3.1.1 Otpornost na izvijanje gdje je do sada bio umnožak početne površine presjeka  $A$  ili djelotvorne površine  $A_{eff}$  i granice popuštanja  $f_y$ , taj se umnožak zamjenjuje vrijednošću  $N_{Rk}$  koji predstavlja karakterističnu vrijednost otpora za normalnu silu kritičnog poprečnog presjeka.

## 7. DODACI

Nacionalni dodaci u novoj predloženoj normi mogu promjeniti status informativnog dodatka u normativni ili neprimjenjivi. U sljedećoj verziji se informativni dodaci izbjegavaju.

Trenutno su u normi EN 1993-1-1, dvije metode za proračun greda-stupaca koje se nalaze u stavci 6.3.3: Metoda 1 s dodatkom A te metoda 2 s dodatkom B.

Dodatak B je dalje razvijen te sada sadrži širi opseg, stoga je zadržana samo metoda 2 s dodatkom B zato sada veći dio dodatka B se može uključiti u glavni tekst.

Metoda 1 s dodatkom A prenijet će se u tehničku specifikaciju koju će izraditi CEN/TS 1993-1-101. Pa će tako biti dodatak B djelomično ili u potpunosti premješten na glavni tekst norme EN 1993-1-1, dok će se dodatak A ukloniti iz eurokoda.

U usporedbi sa sadašnjom normom EN 1993-1-1 nova predložena norma je sada podjeljena na dodatke A,B,C,D i E, dok je trenutno važeća na dodatke A, B, AB i BB.

Dodatak AB.1 trenutno važeće norme sadrži klauzale za proračun konstrukcije u kojem se u obzir uzimaju nelinearnosti materijala te će on sada biti premješten na glavni tekst petog poglavlja.

Dodatak AB.2 pojednostavjenije odredbe za proračun kontinuiranih stropnih greda, također će biti premješten pa iz tog razloga dodatak AB postaje suvišan.

Dodatak BB znatno se skraćuje pa će se tako sada BB.1 pojašnjavati tamo gdje je potrebno te postaje normativa, dodatak BB.2 je sada preimenovan u dodatak D, a BB.3 ima ograničenu upotrebu u svim zemljama koje koriste Eurokod pa će se prenesti u tehničku specifikaciju.

## 7.1. Dodatak A

Dodatak A u novoj predloženoj normi sada sadrži opća pravila za izbor klase izvođenja.

Dodatak nalaže da se izbor klase treba temeljiti na sljedeća tri faktora:

- potrebnu pouzdanost;
- vrstu konstrukcije, dijelova, detalja;
- vrstu opterećenja za koju su sastavni dijelovi ili detalji izrađeni.

Izbor klase izvođenja treba se odabrati pomoću tablice:

Klasa pouzdanosti (RC) ili klasa posljedica (CC)	Vrsta opterećenja	
	Statički, kvazi-statički ili seizmički	Zamor <sup>b</sup> ili seizmički <b>DC2</b> ili <b>DC3</b> <sup>a</sup>
RC3 ili CC3	EXC3 <sup>c</sup>	EXC3 <sup>c</sup>
RC2 ili CC2	EXC2	EXC3
RC1 ili CC1	EXC1	EXC2

a Seizmičke klase duktilnosti su definirane u EN 1998-1: Niska=DC1;Srednja=DC2;Visoka=DC3  
b Vidi EN 1993-1-9.  
c EXC4 može biti određena za konstrukcije ekstremnih posljedica ili neuspjelih konstrukcija.

Slika 15: Tablica za izbor klase izvođenja [2]

## 7.2. Dodatak B

Dodatak B sada sadrži proračun polukompaktnih dijelova koji je premješten iz glavnog teksta.

Sastoji se od dodatnih pravila za oblikovanje polukompaktnih dvosimetričnih I, H profila klase 3, pravokutnih šupljih profila te dvosimetričnih sandučastih profila izloženih jednoosnom i dvoosnom savijanju i tlaku osne sile.

Potrebno je odrediti modul djelomično plastičnog profila  $W_{Ep}$  za dvosimetrične profile pomoću interpolacije između modula plastičnog presjeka i elastičnog oko jedne glavne osi presjeka.

Osim u dodatku B, pravila se mogu još naći i u stavkama 8.3.2 i 8.3.3, nove predložene norme EN 1993-1-1.

## 7.3 Dodatak C

Obuhvaća nova dodatna pravila za jednolike elemente s jednosimetričnim presjecima i za elemente izložene savijanju, osnom tlaku i torziji.

U dodatku se nalaze pravila, formule te tablice i dijagrami za proračun.

## 7.4 Dodatak D

Dodatak BB.2 trenutno važeće norme EN 1993-1-1 je sada u novoj predloženoj normi dodatak D.

Nije došlo do velikih izmjena.



## 7.5 Dodatak E

Pružaju informacije na temelju vrijednosti parcijalnog faktora  $\gamma_{M1}$  za građevine iz stavka 8.1. Za korištenje u različitim državama, nacionalni dodatak može pružiti dodatne informacije i pravila za primjenu dodatka E.

Dodatak E sadrži tablice; E.1 – Pretpostavljene vrijednosti promjenjivosti svojstva materijala i E.2 – Pretpostavljene vrijednosti promjenjivosti dimenzijskih parametara te uputstva za očitavanje istih.

Parametri	Razred čelika	Srednja vrijednost $X_m$	Koeficijent varijacije	Gornja referentna vrijednost $X_{5\%}$	Donja referentna vrijednost $X_{0,12\%}$
Granica popuštanja $f_y$	S235, S275	1,25 $R_{eH,min}^a$	5,5 %	1,14 $R_{eH,min}^a$	1,06 $R_{eH,min}^a$
	S355, S420	1,20 $R_{eH,min}^a$	5,0 %	1,11 $R_{eH,min}^a$	1,03 $R_{eH,min}^a$
	S460	1,15 $R_{eH,min}^a$	4,5 %	1,07 $R_{eH,min}^a$	1,00 $R_{eH,min}^a$
	Above S460	1,10 $R_{eH,min}^a$	3,5 %	1,04 $R_{eH,min}^a$	1,00 $R_{eH,min}^a$
Vlačna čvrstoća, $f_u$	S235, S275	1,20 $R_{m,min}^a$	5,0 %	1,11 $R_{m,min}^a$	1,03 $R_{m,min}^a$
	S355, S420	1,15 $R_{m,min}^a$	4,0 %	1,08 $R_{m,min}^a$	1,02 $R_{m,min}^a$
	S460 and above	1,10 $R_{m,min}^a$	3,5 %	1,04 $R_{m,min}^a$	1,00 $R_{m,min}^a$
Modul elastičnosti, E	Svi razredi čelika	210 000 N/mm <sup>2</sup>	3,0 %	200 000 N/mm <sup>2</sup>	192 000 N/mm <sup>2</sup>
<sup>a</sup> $R_{eH,min}$ i $R_{m,min}$ su minimalne granice popuštanja $R_{eH}$ i donje granice krajnje vlačne čvrstoće $R_m$ , prema važećem standardu proizvođača, npr. iz EN 10025 serije.					

Slika 16: Tablica pretpostavljenih vrijednosti promjenjivosti svojstva materijala [2]

Tip dimenzije	Parametri	Srednja vrijednost $X_m$	Koeficijent varijacije	Gornja referentna vrijednost $X_{5\%}$	Donja referentna vrijednost $X_{0,12\%}$
Vanjske dimenzije poprečnog presjeka	Visina h	$1,0 h_{nom}^a$	0,9 %	$0,98 h_{nom}^a$	$0,97 h_{nom}^a$
	Širina b	$1,0 b_{nom}^a$	0,9 %	$0,98 b_{nom}^a$	$0,97 b_{nom}^a$
	Vanjski promjer <b>d</b> kružnog šupljeg presjeka	$1,0 d_{nom}^a$	0,5 %	$0,99 d_{nom}^a$	$0,98 d_{nom}^a$
Debljina	Valjani i zavareni I- i H-profil: <u>debljina</u> pojasnice $t_f$	$0,98 t_{f,nom}^a$	2,5 %	$0,95 t_{f,nom}^a$	$0,91 t_{f,nom}^a$
	Valjani i zavareni I- i H-profil: <u>debljina</u> hrpta $t_w$	$1,0 t_{w,nom}^a$	2,5 %	$0,96 t_{w,nom}^a$	$0,93 t_{w,nom}^a$
	Vruće valjani ili zavareni šuplji profile (prema EN 10210): debljina zida t	$0,99 t_{nom}^a$	2,5 %	$0,95 t_{nom}^a$	$0,92 t_{nom}^a$

Slika 17: Pretpostavljene vrijednosti promjenjivosti dimenzijskih parametra te uputstva za očitavanje istih [2]

## 8. ZAMOR

Dodano je novo poglavlje o zamoru u kojem se potiče na obavezno razmatranje djelovanja zamora u građevini, a za čiji se pravila nalaze u normi EN 1993-1-9: Projektiranje čeličnih konstrukcija – *Čvrstoća zamora čeličnih konstrukcija*. Zamor nije potrebno provjeravati za građevine izložene statičkim i kvazi-statičkim opterećenjima, ali zato provjera može biti potrebna za građevine koje sadrže:

- a) Elemente na koje se oslanjaju uređaji za dizanje ili valjanje tereta;
- b) Elemente izložene ponavljajućim ciklusima naprezanja od vibracijskih strojeva;
- c) Elemente izložene vibracijama izazvanih vjetrom;
- d) Elemente podložne oscilacijama izazvanih gužvama.

Poglavlje o zamoru još navodi da provjera na zamor nije potrebna ako je raspon napona u graničnom stanju, tj.  $\Delta\sigma_d < 26 \text{ N/mm}^2$  ili ako je broj ciklusa naprezanja  $n$ , tijekom radnog vijeka projektiranja manji od  $5 \times 10^6 \times (26 / \Delta\sigma_d)^3 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ .

## 9. ZAKLJUČAK

Ovim radom istraživala sam i uspoređivala trenutno važeću normu Eurokoda 3: EN 1993-1-1 s novom predloženom koja još nije usvojena, ali bi trebala biti u skoroj budućnosti.

Do prijedloga nove norme došlo je nakon dugogodišnjeg rada te iskustva radeći s istom.

Prijedlozi za izmjenu su dolazili s više izvora, ali uglavnom od *Nacionalnih tijela za standardizaciju*.

Smatram da je izuzetno važno pratiti razvijanje građevinske struke paralelno s korištenjem normi te djelovati kada se prilikom rada s normama uvidi da je potrebno nešto promjeniti kako bi se olakšalo budućim građevinskim inženjerima koji se također oslanjaju na normu koju koriste više različitih zemalja članica Europske unije.

Nova predložena verzija norme u odnosu na sadašnju, omogućuje lakše snalaženje pri upotrebi te sadrži informacije koje su nedostajale ili su izmjenjene nakon što se ustanovilo da nisu pružale potrebne kvalitetne podatke.

## 10. LITERATURA

- [1] Eurocode 3 EN 1993-1-1 – Design of steel structures,  
Part 1-1: General rules and rules for buildings, Final Draft prepared by the Project Team SC3.T1 18/12/2017.
  
- [2] Eurocode 3 EN 1993-1-1 – Design of steel structures,  
Part 1-1: General rules and rules for buildings, prEN 1993-1-1:2019.
  
- [3] Eurocode 3: Projektiranje čeličnih konstrukcija  
Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade (Faza 49 – nacrt), Engleska verzija, 2005.
  
- [4] Androić, B., Dujmović, D., Džeba, I., *Čelične konstrukcije 1*, IA Projektiranje, Zagreb, 2009.
  
- [5] Androić, B., Dujmović, D., Džeba, I., *Čelične konstrukcije 2*, IA Projektiranje, Zagreb, 2007.
  
- [6] Eurocodes Background and Applications, Overview on EN 1993,  
Prof. Dr.-Ing. U. Kuhlmann, Brussels, Belgium, 2014.
  
- [7] Eurokod 3: Projektiranje čeličnih konstrukcija – Dio 1-1: Opća pravila i pravila za zgrade – Nacionalni dodatak, 2013.