

Poglavlja

1	PREDNOST, VRIJEDNOST I KORISNOST ČELIČNIH KONSTRUKCIJA.....	1
2	ČELIK ZA KONSTRUKCIJE.....	29
3	ANALIZA KONSTRUKCIJA.....	61
4	KRAJNJA GRANIČNA STANJA.....	227
5	GRANIČNA STANJA UPORABE.....	647
6	RJEČNIK POJMOVA.....	691
	LITERATURA.....	711
	KAZALO POJMOVA.....	719

Popis primjera

2 ČELIK ZA KONSTRUKCIJE



Primjer	Opis primjera	Stranica
2.3.5	Izbor kvalitetne podgrupe čelika obzirom na svojstvo žilavosti	50
2.3.7	Odabir klase kvalitete materijala obzirom na zahtjev svojstva kroz debljinu materijala	59

3 ANALIZA KONSTRUKCIJA

Primjer	Opis primjera	Stranica
3.3.3	Procjena faktora $\alpha_{cr,sw}$	77
3.4.3	Određivanje ekvivalentne horizontalne sile uslijed globalne imperfekcije	87
3.4.4.2	Proračun ekvivalentnih horizontalnih sila zbog ekvivalentne imperfekcije elementa	93
3.4.6	Proračun ekvivalentne horizontalne sile uslijed globalne i ekvivalentne imperfekcije oblika luka	97
3.4.7.2	Proračun ekvivalentnih horizontalnih sila uslijed imperfekcija kod horizontalnih veznih sustava	103
3.6.3.5	Klasifikacija poprečnog presjeka – detaljna ilustracija postupka	173
3.6.3.6	Klasifikacija poprečnog presjeka izloženog uzdužnoj tlačnoj sili i dvoosnom savijanju	179
3.6.3.7	Klasifikacija poprečnog presjeka izloženog uzdužnoj tlačnoj sili i savijanju	183
3.6.3.9	Redukcija presjeka izloženog savijanju i tlačnoj sili	192
3.6.3.11	Svojstva poprečnog presjeka efektivne klase 2	198

4 KRAJNJA GRANIČNA STANJA

Primjer	Opis primjera	Stranica
4.2.2.3	Vlačna otpornost	237
4.2.2.5	Kutnik spojen preko jednog kraja	242
4.2.3.2	Tlačna otpornost	247
4.2.4.2	Otpornost poprečnog presjeka na savijanje	253
4.2.6.2	Otpornost U poprečnog presjeka na poprečnu silu	260
4.2.7.8	Otpornost kvadratnog šupljeg presjeka na torziju	276
4.2.7.9	Nosač I poprečnog presjeka izložen savijanju i torziji	277
4.2.7.10	Jednostavno oslonjen nosač izložen savijanju i torziji	287
4.2.10	Otpornost poprečnog presjeka izloženog savijanju i poprečnoj sili	299

4.2.11.6	Otpornost poprečnog presjeka izloženog savijanju i uzdužnoj sili	311
4.2.12.1	Otpornost poprečnog presjeka izloženog savijanju, poprečnoj sili i uzdužnoj sili	315
4.2.13.3	Otpornost na transverzalnu silu	322
4.3.6.3	Proračunavanje dužine izvijanja	357
4.3.7	Otpornost elementa na izvijanje savijanjem	368
4.4.5.5	Otpornost na bočno torzijsko izvijanje	389
4.4.6.5	Nosač s momentima na krajevima	400
4.4.6.7	Nosač s poprečnim opterećenjem	402
4.4.6.9	Nosač s momentima na krajevima i poprečnim opterećenjem	411
4.4.8.3	Kontinuirano bočno pridržanje	415
4.4.8.5	Kontinuirano torzijsko pridržanje	419
4.5.4	Element izložen savijanju i uzdužnoj sili	445
4.6.2	Zavareni nosač dvoosno simetričnog promjenjivog I presjeka	463
4.6.3.4	Konstruktivski elementi s međupridržanjima	491
4.7.4.5	Konstruktivski element s plastičnim zglobovima	514
4.8.9	Višedijelni element s dijagonalnim elementima ispune	545
4.8.10	Višedijelni element s paralelnim elementima ispune	553
4.8.11	Višedijelni stup na kojeg se oslanja kranska staza	562
4.8.12	Okvir s višedijelnim stupovima	569
4.8.13	Nosivi sustav s višedijelnim stupom s paralelnim elementima ispune	575
4.8.14	Usko razmaknuti višedijelni elementi	 585
4.8.15	Usko razmaknuti višedijelni elementi	 592
4.10.3	Nosač izložen savijanju i torziji	608
4.11.3	Nosač U poprečnog presjeka izložen savijanju – modificirani χ_{LT} postupak	625
4.11.4	Nosač U poprečnog presjeka izložen savijanju i torziji	631

5

GRANIČNA STANJA UPORABE

Primjer	Opis primjera	Stranica
5.2.5	Jednostavno oslonjen nosač	658
5.2.6	Jednostavno oslonjen nosač s bočnim pridržanjima	662
5.2.7	Rešetkasti nosač	668
5.2.8	Okvir	676

Sadržaj

Poglavlja	V
Popis primjera	VII
Predgovor	XVII
1 PREDNOST, VRIJEDNOST I KORISNOST ČELIČNIH KONSTRUKCIJA	1
1.1 Uvod	3
1.2 Estetika i prestiž.....	5
1.3 Ekonomičnost.....	10
1.4 Fleksibilnost.....	18
1.5 Okolina	20
1.6 Tehnička dostignuća	23
1.7 Pouzdanost.....	26
2 ČELIK ZA KONSTRUKCIJE	29
2.1 Čelik – općenito.....	31
2.2 Mehanička svojstva čelika za konstrukcije	31
2.3 Konstrukcijski čelici i izbor kvalitetne podgrupe čelika	38
2.3.1 Općenito.....	38
2.3.2 Označavanje čelika prema normi EN 10025.....	39
2.3.3 Izbor kvalitete čelika obzirom na svojstvo žilavosti	43
2.3.4 Algoritam postupka izbora kvalitetne podgrupe čelika obzirom na svojstvo žilavosti.....	49
2.3.5 Primjer izbora kvalitetne podgrupe čelika obzirom na svojstvo žilavosti.....	50
2.3.6 Izbor čelika obzirom na svojstva kroz debljinu materijala	55
2.3.7 Primjer – odabir klase kvalitete materijala obzirom na zahtjev svojstva kroz debljinu materijala	59
3 ANALIZA KONSTRUKCIJA	61
3.1 Uvod	63

3.2	Modeliranje konstrukcija za analizu.....	64
3.2.1	Uvod	64
3.2.2	Modeli za čelične konstrukcije zgrada i druge tipove čeličnih konstrukcija.....	65
3.2.3	Pod-modeli za konstrukcijske dijelove ili elemente.....	69
3.2.4	Modeli za lokalnu analizu.....	70
3.2.5	Modeliranje priključaka.....	70
3.2.6	Međudjelovanje tlo-konstrukcija	72
3.3	Globalna analiza	73
3.3.1	Uvod	73
3.3.2	Razmatranje učinaka drugog reda.....	73
3.3.3	Primjer – procjena faktora $\alpha_{cr,sw}$	77
3.3.4	Metode analize za proračunske dokaze kod krajnjeg graničnog stanja.....	80
3.4	Imperfekcije	84
3.4.1	Uvod	84
3.4.2	Horizontalne, bočne imperfekcije za globalnu analizu okvira	85
3.4.3	Primjer – određivanje ekvivalentne horizontalne sile uslijed globalne imperfekcije	87
3.4.4	Ekvivalentna imperfekcija oblika luka za globalnu analizu i analizu konstrukcijskih elemenata.....	90
3.4.4.1	Izvijanje savijanjem	90
3.4.4.2	Primjer – proračun ekvivalentnih horizontalnih sila zbog ekvivalentne imperfekcije elementa.....	93
3.4.4.3	Bočno torzijsko izvijanje	96
3.4.5	Kombinacija horizontalne, bočne imperfekcije i ekvivalentne imperfekcije oblika luka za globalnu analizu okvira	96
3.4.6	Primjer – proračun ekvivalentne horizontalne sile uslijed globalne i ekvivalentne imperfekcije oblika luka	97
3.4.7	Imperfekcije za analizu veznih sustava.....	101
3.4.7.1	Horizontalni vezni sustavi.....	101
3.4.7.2	Primjer – proračun ekvivalentnih horizontalnih sila uslijed imperfekcija kod horizontalnih veznih sustava.....	103
3.4.7.3	Vertikalni vezni sustavi.....	106
3.4.8	Imperfekcije temeljene na elastičnim kritičnim modovima izvijanja	108
3.5	Metode analize uzimajući u obzir geometrijske i materijalne nelinearnosti	112
3.5.1	Općenito.....	112
3.5.2	Linearna analiza (LA).....	113
3.5.3	Linearna analiza izvijanja (LBA).....	117
3.5.4	Materijalno nelinearna analiza (MNA).....	126
3.5.4.1	Nelinearno ponašanje poprečnog presjeka.....	127

3.5.4.2	Opterećenje kolapsa.....	130
3.5.4.3	Analiza okvira.....	132
3.5.4.4	Modeli poprečnog presjeka za analize kontrolirane deformacijama	137
3.5.5	Geometrijski nelinearna analiza (GNA) – Elastična analiza 2. reda.....	138
3.5.5.1	Uvod	138
3.5.5.2	Kinematski odnosi	139
3.5.5.3	Analitička rješenja	140
3.5.5.4	Numerička rješenja – metoda Rayleigh/Ritz.....	142
3.5.5.5	Faktori povećanja za učinke P- Δ i P- δ	144
3.5.6	Geometrijski i materijalno nelinearna analiza (GMNA).....	147
3.5.7	Nelinearne analize s imperfekcijama (GNIA, GMNIA)	149
3.6	Klasifikacija poprečnih presjeka.....	152
3.6.1	Uvod	152
3.6.2	Konstruktivna svojstva elementa.....	152
3.6.3	Postupak klasifikacije poprečnih presjeka i lokalno izbočavanje	156
3.6.3.1	Uvod	156
3.6.3.2	Klasifikacija poprečnih presjeka prema EN 1993	156
3.6.3.3	Ponašanje pločastih elemenata u tlaku	158
3.6.3.4	Postupak klasifikacije presjeka prema EN 1993	164
3.6.3.5	Primjer – klasifikacija poprečnog presjeka – detaljna ilustracija postupka.....	173
3.6.3.6	Primjer – klasifikacija poprečnog presjeka izloženog uzdužnoj tlačnoj sili i dvoosnom savijanju.....	179
3.6.3.7	Primjer – klasifikacija poprečnog presjeka izloženog uzdužnoj tlačnoj sili i savijanju ..	183
3.6.3.8	Postupak s efektivnom širinom za dimenzioniranje poprečnih presjeka klase 4.....	186
3.6.3.9	Primjer – redukcija presjeka izloženog savijanju i tlačnoj sili	192
3.6.3.10	Svojstva efektivnih poprečnih presjeka s hrptovima klase 3 i pojasnicama klase 1 ili 2.....	197
3.6.3.11	Primjer – svojstva poprečnog presjeka efektivne klase 2.....	198
3.6.3.12	Tablice: Klase IPE i HE profila iz čelika kvalitete S 235, S 275, S 355, S 420 i S 460 ..	201
3.6.3.13	Tablice za IPE profile	203
3.6.3.14	Tablice za HE A profile	208
3.6.3.15	Tablice za HE B profile	213
3.6.3.16	Tablice za HE M profile	218
3.7	Zahtjevi na poprečne presjeke za plastičnu globalnu analizu	223
4	KRAJNJA GRANIČNA STANJA.....	227
4.1	Uvod	229
4.2	Otpornost poprečnih presjeka	230
4.2.1	Općenito.....	230
4.2.2	Poprečni presjek u vlaku.....	232
4.2.2.1	Vlačna otpornost	232
4.2.2.2	Određivanje neto površine	235
4.2.2.3	Primjer – vlačna otpornost	237
4.2.2.4	Kutnici spojeni preko jednog kraka	239

4.2.2.5	Primjer – kutnik spojen preko jednog kraja	242
4.2.3	Poprečni presjek u tlaku.....	245
4.2.3.1	Tlačna otpornost	245
4.2.3.2	Primjer – tlačna otpornost.....	247
4.2.4	Poprečni presjek u savijanju	249
4.2.4.1	Otpornost na savijanje	249
4.2.4.2	Primjer – otpornost poprečnog presjeka na savijanje.....	253
4.2.5	Svojstva poprečnih presjeka za karakteristične otpornosti	255
4.2.6	Poprečni presjek izložen poprečnoj sili	256
4.2.6.1	Otpornost na poprečnu silu	256
4.2.6.2	Primjer – otpornost U poprečnog presjeka na poprečnu silu.....	260
4.2.7	Poprečni presjek izložen torziji.....	261
4.2.7.1	Analiza konstrukcijskog elementa izloženog torziji.....	261
4.2.7.2	Jednolika torzija.....	263
4.2.7.3	Nejednolika torzija.....	265
4.2.7.4	Zatvoreni presjeci izloženi torziji	269
4.2.7.5	Otvoreni presjeci izloženi torziji.....	270
4.2.7.6	Provjere.....	273
4.2.7.7	Torzijska svojstva poprečnih presjeka	274
4.2.7.8	Primjer – otpornost kvadratnog šupljeg presjeka na torziju	276
4.2.7.9	Primjer – nosač I poprečnog presjeka izložen savijanju i torziji	277
4.2.7.10	Primjer – jednostavno oslonjen nosač izložen savijanju i torziji.....	287
4.2.8	Kombinacija unutarnjih sila i savijanja za elastični proračun	296
4.2.9	Kombinacija savijanja i poprečne sile – plastični proračun	297
4.2.10	Primjer – otpornost poprečnog presjeka izloženog savijanju i poprečnoj sili ...	299
4.2.11	Kombinacija savijanja i uzdužne sile	303
4.2.11.1	Uvod	303
4.2.11.2	Poprečni presjeci klase 1 i 2: jednoosno savijanje i uzdužna sila.....	306
4.2.11.3	Poprečni presjeci klase 1 i 2: dvoosno savijanje sa ili bez uzdužne sile	308
4.2.11.4	Poprečni presjeci klase 3.....	310
4.2.11.5	Poprečni presjeci klase 4.....	310
4.2.11.6	Primjer – otpornost poprečnog presjeka izloženog savijanju i uzdužnoj sili.....	311
4.2.12	Kombinacija savijanja, poprečne i uzdužne sile	314
4.2.12.1	Primjer – otpornost poprečnog presjeka izloženog savijanju, poprečnoj i uzdužnoj sili.	315
4.2.13	Otpornost na transverzalnu silu	320
4.2.13.1	Uvod	320
4.2.13.2	Otpornost	320
4.2.13.3	Primjer – otpornost na transverzalnu silu.....	322
4.3	Otpornost tlačnog konstrukcijskog elementa.....	325
4.3.1	Uvod	325
4.3.2	Osnovni pojmovi	326
4.3.2.1	Ravnotežna stanja	326
4.3.2.2	Račvanje ravnoteže	327
4.3.2.3	Kritična sila izvijanja savijanjem konstrukcijskog elementa	329

4.3.2.4	Dužina izvijanja	331
4.3.2.5	Eulerov kritični napon	335
4.3.3	Izvijanje savijanjem realnog konstrukcijskog elementa.....	336
4.3.4	Kritična sila izvijanja torzijom i kritična sila izvijanja savijanjem i torzijom ..	341
4.3.4.1	Uvod	341
4.3.4.2	Kritična sila.....	342
4.3.5	Otpornost elementa na izvijanje savijanjem	344
4.3.5.1	Uvod	344
4.3.5.2	Računska otpornost na izvijanje	345
4.3.6	Dužine izvijanja L_{cr}	352
4.3.6.1	Uvod	352
4.3.6.2	Stupovi regularnih okvirnih sustava.....	353
4.3.6.3	Primjer – proračunavanje dužine izvijanja.....	357
4.3.6.4	Pojasni elementi i elementi ispune	364
4.3.7	Primjer – otpornost elementa na izvijanje savijanjem	368
4.4	Otpornost konstrukcijskog elementa na savijanje.....	371
4.4.1	Uvod	371
4.4.2	Elastično bočno torzijsko izvijanje jednostavno oslonjenog nosača	373
4.4.3	Elastično bočno torzijsko izvijanje za ostale slučajeve.....	376
4.4.3.1	Različiti rasporedi opterećenja.....	376
4.4.3.2	Položaj opterećenja u odnosu na poprečni presjek.....	377
4.4.3.3	Uvjeti oslanjanja na krajevima.....	378
4.4.3.4	Nosači s međupridržanjima.....	379
4.4.4	Razvoj postupka proračuna.....	379
4.4.5	Otpornost elementa na bočno torzijsko izvijanje	381
4.4.5.1	Uvod	381
4.4.5.2	Bočno pridržanje.....	382
4.4.5.3	Otpornost na bočno torzijsko izvijanje	382
4.4.5.4	Pojednostavnjena metoda za nosače s pridržanjima u zgradama	386
4.4.5.5	Primjer – otpornost na bočno torzijsko izvijanje.....	389
4.4.6	Elastični kritični moment za bočno torzijsko izvijanje	396
4.4.6.1	Uvod	396
4.4.6.2	Metoda za dvoosno simetrične presjeke.....	397
4.4.6.3	Faktori C_1 i C_2	399
4.4.6.4	Nosač s momentima na krajevima	399
4.4.6.5	Primjer – M_{cr} za nosač s momentima na krajevima	400
4.4.6.6	Nosač s poprečnim opterećenjem	401
4.4.6.7	Primjer – M_{cr} za nosač s poprečnim opterećenjem.....	402
4.4.6.8	Nosač s momentima na krajevima i poprečnim opterećenjem	406
4.4.6.9	Primjer – M_{cr} za nosač s momentima na krajevima i poprečnim opterećenjem	411
4.4.7	Konstrukcijske mjere za sprječavanje bočno torzijskog izvijanja.....	412
4.4.8	Kontinuirano pridržanje nosača u zgradama.....	414
4.4.8.1	Uvod	414
4.4.8.2	Kontinuirano bočno pridržanje	414

4.4.8.3	Primjer – kontinuirano bočno pridržanje	415
4.4.8.4	Kontinuirano torzijsko pridržanje	417
4.4.8.5	Primjer – kontinuirano torzijsko pridržanje	419
4.5	Elementi izloženi savijanju i uzdužnoj sili	426
4.5.1	Općenito.....	426
4.5.2	Faktori povećanja.....	426
4.5.2.1	Tlačni elementi s imperfekcijama oblika luka	427
4.5.2.2	Tlačni elementi s momentima na krajevima	428
4.5.2.3	Tlačni element izložen transverzalnom opterećenju	431
4.5.2.4	Izvijanje konstrukcijskih elemenata izloženih tlačnoj sili i savijanju.....	433
4.5.3	Postupak proračuna konstrukcijskih elemenata	437
4.5.4	Primjer – element izložen savijanju i uzdužnoj sili	445
4.6	Opća metoda za bočno i bočno torzijsko izvijanje	460
4.6.1	Postupak proračuna.....	460
4.6.2	Primjer – zavareni nosač dvoosno simetričnog promjenjivog I presjeka	463
4.6.3	Stabilnost konstrukcijskih elemenata promjenjivog poprečnog presjeka	481
4.6.3.1	Uvod	481
4.6.3.2	Elastična kritična sila elemenata promjenjivog presjeka.....	482
4.6.3.3	Konstrukcijski elementi s međupridržanjima	484
4.6.3.4	Primjer – konstrukcijski elementi s međupridržanjima.....	491
4.7	Bočno torzijsko izvijanje konstrukcijskih elemenata s plastičnim zglobovima.....	502
4.7.1	Uvod	502
4.7.2	Stabilnost konstrukcijskih elemenata s plastičnim zglobovima	502
4.7.3	Pridržanja	503
4.7.4	Provjera stabilnosti konstrukcijskih elemenata s plastičnim zglobovima	506
4.7.4.1	Uvod	506
4.7.4.2	Konstrukcijski elementi konstantnog valjanog ili ekvivalentnog zavarenog I poprečnog presjeka.....	507
4.7.4.3	Konstrukcijski elementi s ojačanjima, vutama, izvedeni iz valjanih ili ekvivalentnih zavarenih I presjeka	509
4.7.4.4	Faktori modifikacije za gradijente momenata kod konstrukcijskih elemenata bočno pridržanih duž vlačne pojasnice.....	512
4.7.4.5	Primjer – konstrukcijski element s plastičnim zglobom.....	514
4.8	Višedijelni tlačni konstrukcijski elementi.....	521
4.8.1	Definicija višedijelnog tlačnog elementa	521
4.8.2	Temeljni principi	522
4.8.3	Podjela višedijelnih tlačnih elemenata	523
4.8.4	Pojam zamjenskog elementa.....	524
4.8.5	Pojam "posmično krutog" i "posmično mekanog" elementa kod problema izvijanja	526

4.8.5.1	Izvijanje posmično krutog elementa	526
4.8.5.2	Izvijanje posmično mekanog elementa	527
4.8.6	Posmična krutost.....	531
4.8.7	Dimenzioniranje višedijelnih tlačnih elemenata	535
4.8.7.1	Višedijelni element s dijagonalnim elementima ispune	535
4.8.7.2	Višedijelni element s paralelnim elementima ispune	538
4.8.7.3	Usko razmaknuti višedijelni element	541
4.8.8	Preporuke za konstrukcijsku izvedbu	543
4.8.9	Primjer – višedijelni element s dijagonalnim elementima ispune	545
4.8.10	Primjer – višedijelni element s paralelnim elementima ispune	553
4.8.11	Primjer – višedijelni stup na kojeg se oslanja kranska staza.....	562
4.8.12	Primjer – okvir s višedijelnim stupovima	569
4.8.13	Primjer – nosivi sustav s višedijelnim stupom s paralelnim elementima ispune	575
4.8.14	Primjer – usko razmaknuti višedijelni elementi.....	585
4.8.15	Primjer – usko razmaknuti višedijelni elementi.....	592
4.9	Konstrukcijski elementi jednoosno simetričnog poprečnog presjeka	596
4.9.1	Uvod	596
4.9.2	Geometrijska svojstva jednoosno simetričnih presjeka	596
4.9.3	Otpornost elemenata	598
4.9.3.1	Općenito.....	598
4.9.3.2	Osjetljivost na torzijske deformacije.....	599
4.9.3.3	Elastična otpornost.....	600
4.9.4	Elastični kritični moment.....	601
4.9.5	Određivanje bezdimenzijske vitkosti	604
4.9.5.1	Bezdimenzijska vitkost za bočno torzijsko izvijanje.....	604
4.9.5.2	Bezdimenzijska vitkost za izvijanje torzijom i savijanjem	605
4.10	Konstrukcijski elementi izloženi savijanju, uzdužnoj sili i torziji	607
4.10.1	Uvod	607
4.10.2	Postupak provjere	607
4.10.3	Primjer – nosač izložen savijanju i torziji.....	608
4.11	Konstrukcijski elementi U poprečnog presjeka izloženi savijanju	622
4.11.1	Uvod	622
4.11.2	Postupak provjere prema metodi modificiranog faktora redukcije χ_{LT}	624
4.11.3	Primjer – nosač U poprečnog presjeka izložen savijanju – modificirani χ_{LT} postupak.....	625
4.11.4	Primjer – nosač U poprečnog presjeka izložen savijanju i torziji	631
4.12	Proračun djelomično kompaktnih presjeka	641
4.12.1	Uvod	641

4.12.2	Elastično-plastični moment otpora	643
4.12.3	Otpornost poprečnih presjeka	645
4.12.4	Otpornost elementa na izvijanje.....	646
5	GRANIČNA STANJA UPORABE.....	647
5.1	Uvod	649
5.2	Provjera graničnih stanja uporabivosti (GSU)	651
5.2.1	Općenito.....	651
5.2.2	Računske vrijednosti učinaka djelovanja	652
5.2.3	Kombinacije djelovanja	652
5.2.3.1	Karakteristična kombinacija djelovanja	652
5.2.3.2	Učestala kombinacija djelovanja	653
5.2.3.3	Kvazi-stalna kombinacija djelovanja	653
5.2.3.4	Kombinacija djelovanja za seizmičke računske situacije.....	654
5.2.4	Kriteriji za GSU	654
5.2.5	Primjer – jednostavno oslonjen nosač.....	658
5.2.6	Primjer – Jednostavno oslonjen nosač s bočnim pridržanjima	662
5.2.7	Primjer – rešetkasti nosač	668
5.2.8	Primjer – Okvir	676
6	RJEČNIK POJMOVA	691
	LITERATURA	711
	KAZALO POJMOVA.....	719

Predgovor

Probleme realnih čeličnih konstrukcija projektanti pretvaraju u modele u koje nastoje uključiti sve moguće opasnosti koje prijete tim konstrukcijama. Analize tih modela, koliko god bile na visokoj tehničkoj razini, ipak su podložne različitim neizvjesnostima. Teško je reći da je istraživanje i modeliranje tih neizvjesnosti inženjerska struka, znanost, vještina ili kako neki misle čak i kreacija. Možda jedno takvo razlučenje nije neophodno jer kao što je dr. Theodore von Kármán rekao: „znanstvenici otkrivaju svijet koji postoji, inženjeri kreiraju svijet kojeg nije bilo“. Praksa proračuna konstrukcija inženjera konstruktora momentalno je podložna značajnim temeljnim promjenama. Inženjer u budućnosti mora biti u stanju suočiti se sa složenim problemima koji zahtijevaju multidisciplinarna rješenja. Tako na primjer nezaobilazan je proračun prema teoriji plastičnosti, primjena teorije drugog reda, poznavanje svojstva duktilnosti materijala i priključaka, odabir u korištenju software-a itd. Međutim, još drastičniji preokret dogodio se u inženjerskoj praksi uvođenjem nove filozofije analize čeličnih konstrukcija preko europskih normi Eurocode. Koristeći tehnike i postupke za analizu čeličnih konstrukcija, projektanti se moraju osloniti na vlastito iskustvo i stečeno znanje ali i na poznavanje vještina za usvajanje novih znanja.

Sve ove činjenice idu u prilog tezi da se uloga projekatnata-čeličara drastično promijenila. Oni nisu više samo puki interpretatori normi i propisa, već postaju sve više kreatori u složenom postupku građenja. Ukoliko se govori o građenju čelikom onda je pogrešno taj problem svesti na samo „poznavanje materijala“. Gledano iz aspekta europskih normi za konstrukcije Eurocode projektiranje čeličnih konstrukcija zahtijeva poznavanje šireg znanja iz područja građevinarstva. To se znanje oslanja na niz normi za čelične konstrukcije EN 1993.

Sve navedene promjene u projektiranju nameću potrebu provođenja novog sustava edukacije inženjera koji će ostvariti visoke etičke standarde i jaki osjećaj profesionalnosti. Dugi niz godina dominantni pedagoški pristup edukaciji inženjera temeljio se tumačenjima „pred pločom“ uz govor i bilježenje kredom („chalk and talk“). Takav pristup danas nije u stanu udovoljavati novo nastalim zahtjevima. To je razlog da se unutar visokog obrazovanja razvija veliki broj platformi za učenje i izvođenje stručnih tečajeva, kao alternativa tradicionalnom školovanju. Međutim postavlja se pitanje da li te novine, ukoliko se odgovarajuće ne primjenjuju, mogu ispuniti visoka očekivanja društvene zajednice ali i krajnjih korisnika.

Knjiga Čelične konstrukcije – I. dio obrađuje podloge potrebne za poznavanje osnovnih postavki suvremenog načina projektiranja, uzimajući u obzir temeljne principe visokoškolskog obrazovanja ali i daljnjeg kontinuiranog stručnog

usavršavanja u praksi. Prvi princip sastoji se u tome da se u knjizi nađu suvremene podloge za projektiranje čeličnih konstrukcija kao visoko kreativne aktivnosti. Drugi princip, koji je također obuhvaćen u knjizi, je iznošenje pojedinih problema vezanih uz projektante u praksi na način da omogući njihovo daljnje stručno usavršavanje (**CPD – Continuing Professional Development**).

Globalizacija inženjerske profesije zahtijeva harmonizaciju sustava **CPD** unutar europskog prostora. To usavršavanje potrebno je dakle harmonizirati, slično kao što se to dogodilo u visokom obrazovanju uvođenjem Bolonjskih procesa. Zato je uspostavljen unutar članica Europske unije sustav **ECVET** (**E**uropean **C**redit system for **V**ocational **E**ducation and **T**raining).

Obzirom na izuzetnu važnost principa stručnog obrazovanja u praksi, u knjizi je obrađen projekt trajne vrijednosti **EQUESTA** (**E**lectronic, **Q**uality assured, **E**uropean **S**teel **T**raining and **A**ssessment), koji kao pilot projekt otvara nove putove edukacije projektiranja čeličnih konstrukcija u budućnosti.

Potrebno je napomenuti da je od bitnog značenja za postizanje gore navedenih ciljeva, provesti osiguranje kvalitete inženjerskog obrazovanja uvođenjem i razvijanjem novog sustava akreditacije. Taj će sustav predvidjeti sredstva za učinkovitu ocjenu obrazovnih programa u nadolazećim godinama. Kvaliteta naše edukacije inženjera predstavlja nacionalni resurs, koji upravlja gospodarskim rastom, poboljšanju zdravlja i sigurnosti, te brine za našu budućnost.

U knjizi su korišteni materijali iz projekta Access Steel uz dopuštenje The Steel Construction Institute, na čemu posebno zahvaljujemo gđi. Christine Roszykiewicz, European Projects Manager.

Isto tako zahvaljujemo kolegi Anđelu Valčiću koji je uložio veliki trud u realizaciji izdanja ove knjige.

Na kraju zahvaljujemo recenzentima Bernardinu Perošu, Mehmedu Čauševiću i Mladenu Buliću na korisnim savjetima i obavljenoj recenziji. Isto tako zahvaljujemo sponzorima koji su dali veliki doprinos kod izdavanja ove knjige.

Autori