

NACRT HRVATSKE NORME

nHRN EN 1993-1-6:2008/NA

ICS: 91.010.30;
91.080.30

Prvo izdanje,
veljača 2013.

Eurokod 3: Projektiranje čeličnih konstrukcija – Dio 1-6: Čvrstoća i stabilnost ljuskastih konstrukcija – Nacionalni dodatak

Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-6: Strength and Stability of Shell Structures – National Annex

Referencijski broj: nHRN EN 1993-1-6:2008/NA:2013 hr



Napomena o autorskom pravu

© HZN 2013.

Sva prava pridržava HZN na temelju Zakona o normizaciji (NN 163/2003). Ako drugačije nije utvrđeno, ni jedan dio ovoga dokumenta ne smije se umnožavati ili upotrebljavati u bilo kojem obliku ili na bilo koji način, elektronički ili strojno, uključujući fotokopiranje i mikrofilm, bez pisane dozvole HZN-a čija je adresa niže navedena.

Hrvatski zavod za norme (HZN)
Adresa: Ulica grada Vukovara 78
10 000 Zagreb, CROATIA
Tel. ++ 385 1 610 60 95
Faks: ++ 385 1 610 93 21
e-pošta: hzn@hzn.hr
Web: www.hzn.hr

Izjava o odbijanju odgovornosti za PDF

PDF zapis može sadržavati ugrađene oblike znakova. U skladu s Adobeovom politikom licenciranja, ovaj se zapis smije tiskati ili pregledavati, ali se ne smije uređivati osim ako na računalu, na kojem se obavlja uređivanje, postoje licencirani i instalirani oblici ugrađenih znakova. Preuzimanjem ovog zapisa stranke prihvaćaju odgovornost nekršenja Adobeove politike licenciranja. Hrvatski zavod za norme ne prihvaća nikakvu odgovornost u tome području.

Adobe je robni žig tvrtke Adobe Systems Incorporated.

Pojedinosti o programskim proizvodima upotrijebljenim za stvaranje ovog PDF zapisa mogu se naći u općim informacijama povezanim s ovim zapisom. Parametri stvaranja PDF zapisa optimizirani su za ispis. Poduzete su sve mjere da zapis bude prikladan za uporabu. U izuzetnom slučaju otkrivanja problema povezanog s njim molimo izvijestite HZN na gore navedenoj adresi.

Sadržaj

Predgovor	4
1 Područje primjene.....	5
2 Nacionalno određeni parametri	5
3 Neoprečni dopunski podaci (NCCI).....	7
Dodatak A(HR) (obavijesni) Točke u normi HRN EN 1993-1-6:2008 u kojima su dopušteni nacionalno određeni parametri.....	8
Dodatak B(HR) (obavijesni) Točke u normi HRN EN 1993-1-6:2008 na koje se odnose neoprečni dopunski podaci (NCCI).....	9
Dodatak E(HR) (obavijesni) Kuglaste ljuske i kupole pri jednolikom radijalnom opterećenju	10

Predgovor

Ovaj je dokument (HRN EN 1993-1-6:2008/NA:2013) izdao Hrvatski zavod za norme na temelju članka 9. Zakona o normizaciji („Narodne novine“, br. 163/2003) i u skladu s Unutrašnjim pravilima za normizaciju UPN 3, točka 4.1. Pripremio ga je tehnički odbor HZN/TO 548, *Konstruktivski eurokodovi*.

Ovaj dokument omogućuje primjenu norme HRN EN 1993-1-6:2008 uključujući ispravak Ispr.1:2011 u Republici Hrvatskoj.

Norma HRN EN 1993-1-6:2008 istovjetna je s europskom normom EN 1993-1-6:2007, a ispravak HRN EN 1993-1-6:2008/Ispr.1:2011 s ispravkom EN 1993-1-6:2007/AC:2009. U daljnjem se tekstu pod oznakom HRN EN 1993-1-6:2008 razumijeva norma i njezin ispravak (HRN EN 1993-1-6:2008+Ispr.1:2011).

U normi HRN EN 1993-1-6:2008 dopušteno je donošenje odluka o vrijednostima određenih parametara ili određenim postupcima proračuna na nacionalnoj razini. Tako određene vrijednosti ili postupci nazivaju se "nacionalno određeni parametri" (en: Nationally determined parameters – NDP). Te vrijednosti i postupci primjenjuju se za projektiranje građevina koje se izvode u Republici Hrvatskoj.

Brojčane oznake tablica i formula odgovaraju brojčanim oznakama tablica i formula u izvornoj normi, iza kojih se dodaje oznaka (HR).

U Dodatku A ovoga nacionalnog dodatka navedene su točke iz norme HRN EN 1993-1-6:2008 za koje je dopušteno donošenje odluka na nacionalnoj razini. U točki 2 ovog dokumenta navedene su te odluke.

Ovaj nacionalni dodatak osim toga sadržava i neoprečne dopunske podatke za primjenu norme HRN EN 1993-1-6:2008 (en: Non-contradictory complementary information – NCCI).

U Dodatku B ovoga nacionalnog dodatka navedene su točke iz norme HRN EN 1993-1-6:2008 na koje se odnose neoprečni dopunski podaci. U točki 3 ovog dokumenta navedeni su ti podaci.

1 Područje primjene

Ovaj dokument određuje vrijednosti nacionalnih parametara ili određenih postupaka uz normu HRN EN 1993-1-6:2008 i primjenjuje se zajedno s tom normom.

2 Nacionalno određeni parametri

2.1 Svojstva materijala pri temperaturama višim od 150 °C, točka 3.1(4), NAPOMENA

Ne daju se podaci o svojstvima materijala pri temperaturama višim od 150 °C.

2.2 Broj ponavljanja ciklusa opterećenja N_f , točka 4.1.4(3), NAPOMENA

Prihvaća se preporučena vrijednost $N_f = 10\ 000$.

2.3 Minimalna vrijednost omjera radijusa i debljine stijenke $(r/t)_{\min}$, točka 5.2.4(1), NAPOMENA

Prihvaća se preporučena vrijednost $(r/t)_{\min} = 25$.

2.4 Vrijednost n_{mps} , točka 6.3(5), NAPOMENA

Prihvaća se preporučena vrijednost $n_{\text{mps}} = 50$

2.5 Materijalno nelinearni globalni numerički proračun, točka 7.3.1(1), NAPOMENA 2

Ne daju se preporuke za detaljniji proračun.

2.6 Vrijednost $n_{\text{p,eq}}$ točka 7.3.2(1), NAPOMENA

Prihvaća se preporučena vrijednost $n_{\text{p,eq}} = 25$.

2.7 Parametar dopuštenog odstupanja od zaobljenosti $U_{r,\max}$, točka 8.4.2(3), NAPOMENA

Prihvaćaju se preporučene vrijednosti iz tablice 8.1 norme HRN EN 1993-1-6:2008.

2.8 Vrijednosti najveće dopuštene nenamjerne ekscentričnosti $e_{a,max}$, točka 8.4.3(2), NAPOMENA

Prihvaćaju se preporučene vrijednosti iz tablice 8.2 norme HRN EN 1993-1-6:2008.

2.9 Vrijednosti dopuštene nenamjerne ekscentričnosti $U_{e,max}$, točka 8.4.3(4), NAPOMENA 1

Prihvaćaju se preporučene vrijednosti iz tablice 8.3 norme HRN EN 1993-1-6:2008.

2.10 Vrijednost parametra dopuštenog uleknuća $U_{0,max}$, točka 8.4.4(4), NAPOMENA

Prihvaćaju se preporučene vrijednosti iz tablice 8.4 norme HRN EN 1993-1-6:2008.

2.11 Lokalni nagib po opsegu, točka 8.4.5(1), NAPOMENA

Prihvaća se preporučena vrijednost $\beta_0 = 0,1 \% = 0,001$ radijana.

2.12 Parcijalni koeficijent otpornosti na izbočivanje γ_{M1} , točka 8.5.2(2), NAPOMENA

Prihvaća se vrijednost $\gamma_{M1} = 1,2$.

Parcijalni koeficijent γ_{M1} treba povećati faktorom 1,1 ako postoji rizik gubitka nosivosti bez ikakve prethodne najave.

2.13 Vrijednosti parametara α , β , η i $\bar{\lambda}_0$ točka 8.5.2(4), NAPOMENA 1

Ne daju se dopune parametara.

2.14 Deformacija površine ljuske β , točka 8.7.2(7), NAPOMENA

Prihvaća se preporučena vrijednost $\beta = 0,1$ radijana.

2.15 Zahtjevi za ocjenjivanje prikladnih rasporeda nesavršenosti, točka 8.7.2(16), NAPOMENA

Nema dodatnih zahtjeva za ocjenjivanje prikladnih rasporeda nesavršenosti.

2.16 Vrijednost n_i , točka 8.7.2(18), NAPOMENA 1

Prihvaća se preporučena vrijednost $n_i = 25$.

2.17 Parametri veličine odstupanja zbog uleknuća U_{n1} i U_{n2} , točka 8.7.2(18), NAPOMENA 2

Prihvaćaju se preporučene vrijednosti za U_{n1} i U_{n2} iz tablice 8.5 norme HRN EN 1993-1-6:2008.

2.18 Parcijalni koeficijent otpornosti na zamor γ_{Mf} , točka 9.2.1(2)P, NAPOMENA

Za parcijalni koeficijent otpornosti na zamor γ_{Mf} treba upotrijebiti tablicu 3.1(HR) norme HRN EN 1993-1-9:2008/NA:2013.

3 Neoprečni dopunski podaci (NCCI)

3.1 Kuglaste ljuske i kupole pri jednolikom radijalnom opterećenju

Proračun kuglastih ljusaka i kupola na izbočivanje pri jednolikom radijalnom opterećenju treba provesti prema dodatku E(HR).

Dodatak A(HR)
(obavijesni)

Točke u normi HRN EN 1993-1-6:2008 u kojima su dopušteni nacionalno određeni parametri

Točka u normi HRN EN 1993-1-6	Točka u ovom dokumentu	Sadržaj
3.1(4), NAPOMENA	2.1	Svojstva materijala pri temperaturama višim od 150 °C
4.1.4(3), NAPOMENA	2.2	Broj ponavljanja ciklusa opterećenja N_f
5.2.4(1), NAPOMENA	2.3	Minimalna vrijednost omjera radijusa i debljine stijenke $(r/t)_{\min}$
6.3(5), NAPOMENA	2.4	Vrijednost n_{mps}
7.3.1(1), NAPOMENA 2	2.5	Materijalno nelinearni globalni numerički proračun
7.3.2(1), NAPOMENA	2.6	Vrijednost $n_{p,eq}$
8.4.2(3), NAPOMENA	2.7	Parametar dopuštenog odstupanja od zaobljenosti $U_{r,max}$
8.4.3(2), NAPOMENA	2.8	Vrijednosti najveće dopuštene nenamjerne ekscentričnosti $e_{a,max}$
8.4.3(4), NAPOMENA 1	2.9	Vrijednosti dopuštene nenamjerne ekscentričnosti $U_{e,max}$
8.4.4(4), NAPOMENA	2.10	Vrijednost parametra dopuštenog uleknuća $U_{0,max}$
8.4.5(1), NAPOMENA	2.11	Lokalni nagib po opsegu
8.5.2(2), NAPOMENA	2.12	Parcijalni koeficijent otpornosti na izvijanje γ_{M1}
8.5.2(4), NAPOMENA 1	2.13	Vrijednosti parametara α , β , η i $\bar{\lambda}_0$
8.7.2(7), NAPOMENA	2.14	Deformacija površine ljuske β
8.7.2(16), NAPOMENA	2.15	Zahtjevi za ocjenjivanje prikladnih rasporeda nesavršenosti
8.7.2(18), NAPOMENA 1	2.16	Vrijednost n_i
8.7.2(18), NAPOMENA 2	2.17	Parametri veličine odstupanja zbog uleknuća U_{n1} i U_{n2}
9.2.1(2)P, NAPOMENA	2.18	Parcijalni koeficijent otpornosti na zamor γ_{Mf}

Dodatak B(HR)
(obavijesni)**Točke u normi HRN EN 1993-1-6:2008 na koje se odnose
neoprečni dopunski podaci (NCCI)**

Točka u normi HRN EN 1993-1-6	Točka u ovom dokumentu	Sadržaj
–	3.1	Dodatak E(HR) – Kuglaste ljuske i kupole pri jednolikom radijalnom opterećenju

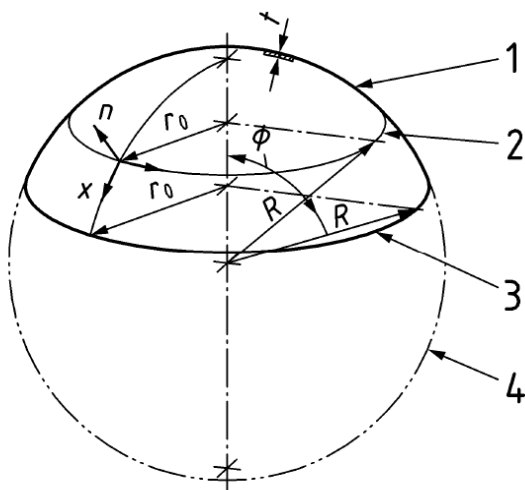
Dodatak E(HR) (obavijesni)

Kuglaste ljuske i kupole pri jednolikom radijalnom opterećenju

E.1 Općenito

Navedena pravila temelje se na opsežnim numeričkim parametarskim studijama i na svim dostupnim rezultatima ispitivanja kuglastih ljusaka i kupola pri jednolikom radijalnom opterećenju (vanjskom tlaku i unutarnjem podtlaku). Razmatrana su opterećenja izbočivanja i osno simetrične elastoplastične otpornosti. Geometrijski i materijalno nelinearni proračun s uključenim nesavršenostima rasvrstan je u tablici 5.2 norme HRN EN 1993-1-6:2008 kao vrsta proračuna GMNIA. Dopunska objašnjenja navedena su u 15. poglavlju knjige Buckling of Steel Shells – European Design Recommendations, 5th Edition (Eds: J.M. Rotter & H. Schmidt), ECCS-Publication No.125, Brussels 2008.

E.2 Geometrijski podaci i geometrijska odstupanja važna za izbočivanje



Legenda:

R	polumjer srednje površine kuglaste ljuske	1	glavni polumjer
t	debljina ljuske	2	kupola
r_0	polumjer kupole u tlocrtu (pola raspona)	3	polumjer u tlocrtu
ϕ	središnji kut (meridijanski nagib)	4	kuglasta ljuska

Slika E.1(HR) – Geometrijski podaci, oznake

Geometrijska odstupanja važna za izbočivanje treba razmatrati u skladu s točkom 8.4 norme HRN EN 1993-1-6:2008, s tim da se polumjer valjkaste ljuske r zamijeni polumjerom kuglaste ljuske R , a promjer valjkaste ljuske d zamijeni rasponom (promjerom kuglaste ljuske $2R$). Mjerenja dopuštenih odstupanja za uleknuće (vidjeti točku 8.4.4 norme HRN EN 1993-1-6:2008) treba napraviti u meridijanskom smjeru i po opsegu svaki put upotrebljavajući mjerila duljine l_{gx} i l_{gw} u skladu s izrazima (8.6) i (8.8) norme HRN EN 1993-1-3:2008. Mjerenje po opsegu s mjerilom duljine $l_{g\theta}$ u skladu s izrazom (8.7) ne treba praviti. Izmjerena odstupanja oblika trebaju biti manja od vrijednosti dopuštenih odstupanja razreda kvalitete s obzirom na dopuštena odstupanja u proizvodnji, odabranog u proračunu (vidjeti točku 8.4 norme HRN EN 1993-1-6:2008).

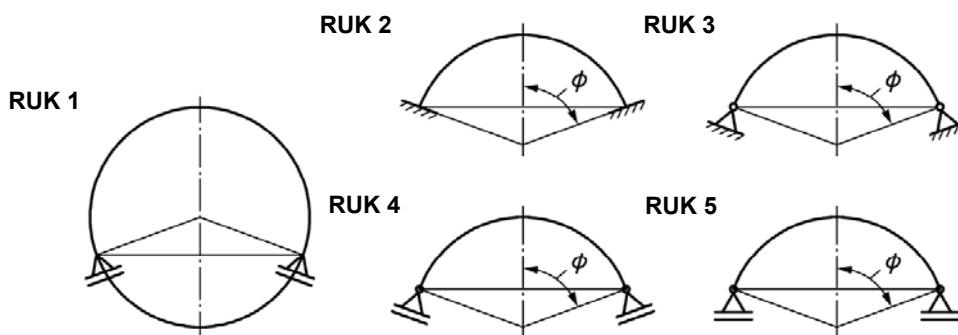
E.3 Područje primjene

(1) Pravila se primjenjuju za kuglaste ljuske i kupole s nepromjenjivom ili malo promjenjivom debljinom stijenke pri jednolikom radijalnom opterećenju (vanjskom tlaku i unutarnjem podtlaku) p ili za djelovanje vlastite težine i opterećenja snijegom (kao približni proračun koji daje veću sigurnost) za sljedeće rubne uvjete:

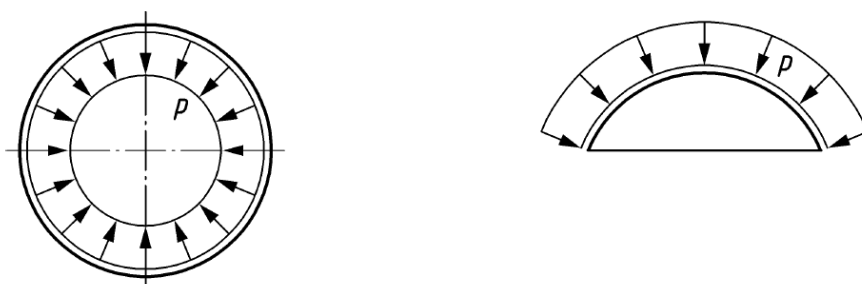
- RUK 1: kuglasta ljuska tangencijalno oslonjena po opsegu
- RUK 2: kupola s upetim rubom (BC1r u tablici 5.1 norme HRN EN 1993-1-6:2008)
- RUK 3: kupola sa zglobnim nepomičnim rubom (BC1f u tablici 5.1 norme HRN EN 1993-1-6:2008)
- RUK 4: kupola s radijalno pomičnim rubom okomito na srednju površinu kupole (membransko oslanjanje) ($w \neq 0, u = 0$ i $\beta_\theta \neq 0$ u skladu s tablicom 5.1 norme HRN EN 1993-1-6:2008)
- RUK 5: kupola s radijalno pomičnim rubom u tlocrtnoj ravnini ($u \sin \phi - w \cos \phi = 0, u \cos \phi + w \sin \phi \neq 0$ i $\beta_\theta \neq 0$ u skladu s tablicom 5.1 norme HRN EN 1993-1-6:2008)

(2) Kod polukuglaste ljuske ($\phi = 90^\circ$) rubni uvjeti RUK 4 i RUK 5 se podudaraju. U tom slučaju treba upotrijebiti rubni uvjet RUK 4.

NAPOMENA: Proračunska pravila za slučajeve opterećenja vlastitom težinom i opterećenja snijegom daju veću sigurnost u odnosu na gubitak stabilnosti ako se za tlak p upotrijebi vrijednost najvećeg radijalnog površinskog opterećenja.



Slika E.2(HR) – Prikaz rubnih uvjeta



Slika E.3(HR) — Djelovanja na kuglaste ljuske i kupole

(3) Pravila se mogu upotrijebiti samo kod kupola koje ispunjavaju uvjete:

$$R/t \leq 3\,000 \quad (\text{E.1})(\text{HR})$$

$$\phi \leq 135^\circ \quad (\text{kupola}) \text{ i } \phi = 180^\circ \quad (\text{kuglasta ljuska}) \quad (\text{E.2})(\text{HR})$$

E.4 Kriterij ograničenja

Za kuglaste ljuske koje ispunjavaju uvjet

$$\frac{R}{t} \leq \frac{E}{20f_{y,k}} C_c \quad (\text{E.3})(\text{HR})$$

i kupole koje ispunjavaju uvjet

$$\frac{r_0}{R} \leq \frac{1,1}{\sqrt{\frac{R}{t}}} \quad (\text{E.4})(\text{HR})$$

provjeru na izbočivanje ne treba napraviti.

E.5 Idealna elastična otpornost na izbočivanje

Idealna elastična otpornost na izbočivanje p_{Rcr} određena je izrazom:

$$p_{Rcr} = \frac{2}{\sqrt{3(1-\nu^2)}} C_c E \left(\frac{t}{R} \right)^2 \quad (\text{E.5})(\text{HR})$$

gdje faktor C_c ovisan o rubnim uvjetima treba uzeti iz tablice E.1(HR).

Tablica E.1(HR) – Faktori C_c

RUK	1	2	3	4	5
C_c	1,0	0,8	0,7	0,4	0,1
Primjenjivo za	–	$\phi \leq 135^\circ$			

E.6 Faktor smanjenja zbog nesavršenosti (elastično područje)

Za razred kvalitete s obzirom na dopuštena odstupanja u proizvodnji treba odabrati jedan od triju razreda A, B ili C u skladu s 8. poglavljem norme HRN EN 1993-1-6:2008.

Faktor smanjenja zbog nesavršenosti za kuglaste ljuske u elastičnom području određen je izrazom:

$$\alpha = \frac{0,70}{1 + 1,90 \left(\frac{\Delta w_k}{t} \right)^{0,75}} \quad (\text{E.6})(\text{HR})$$

gdje je Δw_k dan u izrazu (E.7)(HR), a parametar kvalitete Q u tablici E.2(HR).

$$\Delta w_k = \frac{1}{Q} \sqrt{Rt} \quad (\text{E.7})(\text{HR})$$

Tablica E.2(HR) – Parametar Q

Razred kvalitete s obzirom na dopuštena odstupanja u proizvodnji	Opis	Q
Razred A	Izvrstan	40
Razred B	Visok	25
Razred C	Običan	16

E.7 Karakteristična otpornost na izbočivanje

Karakteristična otpornost na izbočivanje p_{Rk} određena je izrazom:

$$p_{Rk} = \chi p_{Rpl} \quad (E.8)(HR)$$

gdje je:

p_{Rpl} karakteristična plastična otpornost

χ faktor smanjenja za izbočivanje

C_{pl} faktor ovisan o rubnim uvjetima

$$p_{Rpl} = f_{y,k} C_{pl} \frac{2t}{R} \quad (E.9)(HR)$$

$$\chi = 1,0 \text{ za } \bar{\lambda} \leq \bar{\lambda}_0 \quad (E.10)(HR)$$

$$\chi = 1,0 - \beta \left(\frac{\bar{\lambda} - \bar{\lambda}_0}{\bar{\lambda}_p - \bar{\lambda}_0} \right)^\eta \text{ za } \bar{\lambda}_0 \leq \bar{\lambda} \leq \bar{\lambda}_p \quad (E.11)(HR)$$

$$\chi = \frac{\alpha}{\bar{\lambda}^2} \text{ za } \bar{\lambda}_p \leq \bar{\lambda} \quad (E.12)(HR)$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{p_{Rpl}}{p_{Rcr}}} \quad (E.13)(HR)$$

$$\bar{\lambda}_0 = 0,20, \beta = 0,70, \eta = 1,0 \quad (E.14)(HR)$$

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{\alpha}{1-\beta}} \quad (E.15)(HR)$$

Tablica E.3(HR) – Faktori C_{pl}

RUK	1	2	3	4	5
C_{pl}	1,0	0,9	0,9	0,8	0,2
Primjenjivo za	–	$\phi \leq 135^\circ$			

E.8 Provjera na izbočivanje

Proračunska vrijednost radijalnog opterećenja p_{Ed} treba biti:

$$p_{Ed} \leq p_{Rd} \quad (E.16)(HR)$$

gdje je p_{Rk} proračunska vrijednost otpornosti na izbočivanje

$$p_{Rd} = \frac{p_{Rk}}{\gamma_M} \quad (E.17)(HR)$$

Parcijalni koeficijent γ_M određen je u točki 2.12 ovog dokumenta.

(prazna stranica)

