

NACRT HRVATSKE NORME

nHRN EN 1993-2:2008/NA

ICS: 91.010.30;
91.080.30

Prvo izdanje,
veljača 2013.

Eurokod 3: Projektiranje čeličnih konstrukcija – 2. dio: Čelični mostovi – Nacionalni dodatak

Eurocode 3: Design of steel structures – Part 2: Steel Bridges – National Annex

Referencijski broj: nHRN EN 1993-2:2008/NA:2013 hr



HZN

Hrvatski zavod za norme
Croatian Standards Institute

Zabranjeno je umnožavanje hrvatskih norma ili njihovih dijelova



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	17
Dodatak A (obavijesni) Točke u normi HRN EN 1993-2:2008 u kojima su dopušteni nacionalno određeni parametri.....	23
Dodatak B (obavijesni) Točke u normi HRN EN 1993-2:2008 na koje se odnose neoprečni dopunski podaci	25
Dodatak F(HR) (obavijesni) Proračun vješaljki lučnih mostova	26

Predgovor

Ovaj je dokument (HRN EN 1993-2:2008/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 1993-2:2008 uključujući ispravak Ispr.1:2011 u Republici Hrvatskoj.

Norma HRN EN 1993-2:2008 istovjetna je s europskom normom EN 1993-2:2006, a ispravak HRN EN 1993-2:2008/Ispr.1:2011 s ispravkom EN 1993-2:2006/AC:2009. U daljnjem se tekstu pod oznakom HRN EN 1993-2:2008 razumijeva norma i njezin ispravak (HRN EN 1993-2:2008+Ispr.1:2011).

U normi HRN EN 1993-2:2008 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 1993-2:2008 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 1993-2:2008 (en: Non-contradictory complementary information – NCCI).

U Dodatku B ovoga nacionalnog dodatka navedene su točke iz norme HRN EN 1993-2:2008 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 1993-2:2008 i primjenjuje se zajedno s tom normom.

2 Nacionalno određeni parametri

2.1 Proračunski vijek uporabe, točka 2.1.3.2(1), NAPOMENA 1

Za stalne mostove prihvaća se preporučena vrijednost proračunskog vijeka uporabe od 100 godina.

2.2 Trajnost detalja, točka 2.1.3.3, NAPOMENA

Za izvedbene detalje čelične kolničke ploče cestovnih i željezničkih mostova treba upotrijebiti Dodatak C(HR).

Spojeve otporne na proklizavanje razreda B ne treba upotrebljavati za nosive konstrukcijske elemente.

Ti spojevi i oblikovanja spojeva ne dopuštaju se u nosivim elementima za:

- spojeve s jednim vijkom
- spojeve otporne na proklizavanje s rupom većom od 1 mm, vidjeti normu HRN EN 1993-2:2008, točka 8.1.1
- prevelike rupe i izduljene rupe
- završavajuće i prekinute zavare
- neprovarena pripojna mjesta
- zavare u prorezu.

Spojeve u kojima se sila prenosi samo kontaktom ne treba upotrebljavati za željezničke mostove, osim za ležajne ploče i ukrućenja na osloncima.

Osim toga treba uzeti u obzir da:

- lamele i ukrućenja uvijek treba zavariti uokolo
- za prednapete vijke dinamički napregnute na vlak treba primijeniti kvalitetu 10.9 i treba nanijeti puno pre-
dnapijanje.

2.3 Robusnost i konstrukcijska cjelovitost pri izvanrednim djelovanjima, točka 2.1.3.4(1), NAPOMENA

Konstrukcijski dijelovi izloženi udaru najčešće su stupovi, vješaljke i užad koji nemaju dostatni sigurnosni razmak. Ti konstrukcijski dijelovi mogu se odrediti za pojedini projekt.

Ocjenjivanje za izvanredno djelovanje udara vozila za cestovne i željezničke mostove treba provesti:

- postavljanjem zaštitnih uređaja
- provjerom konstrukcijskih elemenata za opterećenja u skladu s normom HRN EN 1991-1-7:2012 ili za opterećenja propisana za pojedini projekt ili
- provjerom globalne ravnoteže cijele konstrukcije kod sloma razmatranog konstrukcijskog elementa u izvanrednoj proračunskoj situaciji.

2.4 Učinci zamora na robusnost i konstrukcijsku cjelovitost, točka 2.1.3.4(2), NAPOMENA 2

Za ocjenjivanje zamora pri projektiranju u načelu treba primijeniti metodu dopuštenih oštećenja, uz osiguranje odredbi navedenih u točki 2.5 norme HRN EN 1993-1-9:2008/NA:2013 i NAPOMENI 1, 3. poglavlje, stavak (2) norme HRN EN 1993-1-9:2008. U protivnom za ocjenjivanje zamora treba primijeniti metodu sigurnog vijeka.

Ocjenjivanje zamora za vješaljke mostova s kolnikom dolje provodi se prema Dodatku F(HR). Treba uzeti u obzir konstrukcijska pravila predložena u tom dodatku.

2.5 Djelovanja i utjecaji okoliša, točka 2.3.1(1), NAPOMENA 2

Karakteristične vrijednosti djelovanja F_k kod proračuna mostova koje nisu određene u odgovarajućim dijelovima norma niza HRN EN 1991 treba odrediti nadležno upravno tijelo. Primjeri su:

- 1) djelovanje temperature zbog vruće ugradnje asfaltnog zastora (poglavito za proračun ležajeva)
- 2) odvijanje prometa na jednoj strani mosta kod istovremene obnove zastora na drugoj strani (poglavito za proračun poprečnih spregova).

2.6 Kontrole na krhki lom, točka 3.2.3(2), NAPOMENA 2

Prihvaćaju se dodatni zahtjevi u skladu s normom HRN EN 1993-1-10:2008 navedeni u tablici 1(HR) za cestovne mostove i tablici 2(HR) za željezničke mostove. Vrijednosti su u tim tablicama u skladu s tablicom 2.1 norme HRN EN 1993-1-10:2008 pri temperaturi -30 °C i za cestovne mostove odgovaraju podacima za $0,25 f_y$ pri tlaku i $0,50 f_y$ pri vlaku, a za željezničke mostove podacima za $0,25 f_y$ pri tlaku i $0,60 f_y$ pri vlaku.

Tablica 1(HR) – Najveće dopuštene vrijednosti debljina čeličnih elemenata t u mm za cestovne mostove

a) za toplo valjane proizvode od konstrukcijskog čelika prema normama HRN EN 10025-2:2007, HRN EN 10025-3:2007, HRN EN 10025-4:2007, HRN EN 10025-5:2007 i HRN EN 10025-6:2010:

Kvaliteta čelika prema normi				Tlačno područje	Vlačno područje ²
HRN EN 10025-2	HRN EN 10025-3, HRN EN 10025-4 ¹	HRN EN 10025-6	HRN EN 10025-5	mm	
S235JR				75	45 (30)
S235J0			S235J0W	100	65 (30)
S235J0+N				100	65 (65)
S235J2			S235J2W	135	90 (30)
S235J2+N				135	90 (90)
S275J0				95	55 (30)
S275J2				125	80 (30)
	S275N/M			145	95 (80)
	S275NL/ML			190	130 (100)
S355J0			S355J0W	80	45 (30)
S355J2			S355J2W	110	65 (30)
S355K2			S355K2W	130	80 (30)
	S355N/M			130	80 (80)
	S355NL/ML			175	110 (100)
	S420N/M			120	70
	S420NL/ML			160	100
	S460N/M			115	65
	S460NL/ML			155	95
		S460Q		95	55
		S460QL		130	75
		S460QL1		175	110

¹ Najveće dopuštene vrijednosti debljine čeličnih elemenata navedene u normama niza HRN EN 10025 određene su u 3. dijelu (N kvalitete) i 4. dijelu (M kvalitete).

² Za kvalitete čelika S235, S275 i S355 kod debljina ≥ 30 mm potrebno je ispitivanje lima s navarom na savijanje. Pri uporabi vrijednosti u zagradama to ispitivanje ne treba provesti.

b) za šuplje profile prema normi HRN EN 10210-1:2008:

Kvalitete čelika prema normi HRN EN 10210-1	Najveća dopuštena debljina stijenke mm	
	Tlačno područje	Vlačno područje ²
S275J0H	95	55
S275J2H	125	80
S275NH ¹	145	95
S275NLH ¹	190	130
S355J0H	80	45
S355J2H	110	65
S355NH ¹	130	80
S355NLH ¹	175	110
S460NH _a	115	65
S460NLH _a	155	95

¹ Za elemente navedene u normi HRN EN 10210-1:2008 najveća debljina ograničena je na 65 mm.

² Ne treba provesti ispitivanje stijenke s navarom na savijanje.

Tablica 2(HR) – Najveće dopuštene vrijednosti debljina čeličnih elemenata t u mm za željezničke mostove

a) za toplo valjane proizvode od konstrukcijskog čelika HRN EN 10025-2:2007, HRN EN 10025-3:2007 i HRN EN 10025-4:2007

Norma	Vrsta/kvaliteta	Dopuštena debljina materijala [mm]	
		Tlačno područje ¹	Vlačno područje ^{1,2}
HRN EN 10025-2	S235J0 / S275J0	100/95	55/45 (30/30)
	S235J0+N	100	55 (55)
	S235J2 / S275J2	135/125	80/70 (30/30)
	S235J2+N	135	80 (80)
	S355J0	80	40 (30)
	S355J2 S355K2	110 130	55 (30) 70 (30)
HRN EN 10025-3 10025-4	S275N/M	145	85 (80)
	S275NL/ML	190	115 (100)
	S355N/M	130	70 (70)
	S355NL/ML	175	95 (95)
	S420N/M	120	60
	S420ML/NL	160	85
	S460N/M	115	55
	S460NL/ML	155	80

¹ Debljine > 100 mm dopuštene su samo u pojedinačnim slučajevima uz posebno odobrenje.

² Za kvalitete čelika S235, S275 i S355 kod debljina ≥ 30 mm potrebno je ispitivanje lima s navarom na savijanje. Pri uporabi vrijednosti u zagradama to ispitivanje ne treba provesti.

b) za šuplje profile prema HRN EN 10210-1:2008:

Kvaliteta čelika prema HRN EN 10210-1	Najveća dopuštena debljina stijenke [mm]	
	Tlačno područje	Vlačno područje ²
S275J0H	95	45
S275J2H	125	70
S275NH ¹	145	85
S275NLH ¹	190	115
S355J0H	80	40
S355J2H	110	55
S355NH ¹	130	70
S355NLH ¹	175	95
S460NH ¹	115	55
S460NLH ¹	155	80

¹ Za elemente navedene u normi HRN EN 10210-1:2008 najveća debljina ograničena je na 65 mm.

² Ne treba provesti ispitivanje stijenke s navarom na savijanje.

2.7 Najmanje svojstvo žilavosti za tlačne elemente, točka 3.2.3(3), NAPOMENA

Prihvaćaju se odredbe navedene u točki 2.6 ovog dokumenta.

2.8 Zahtijevane vrijednosti Z_{Ed} , točka 3.2.4(1), NAPOMENA

Prihvaćaju se preporučeni zahtijevani razredi kvalitete iz tablice 3.2 norme HRN EN 1993-2:2008.

2.9 Užad i ostali vlačni elementi, točka 3.4(1), NAPOMENA

Za cestovne i željezničke mostove može se upotrijebiti samo užad za koju postoji tehničko dopuštenje.

2.10 Ležajevi, točka 3.5(1), NAPOMENA

Smiju se upotrijebiti samo ležajevi prema zahtjevima norma niza HRN EN 1337 primjenjivi za mostove.

Priključak ležajeva na rasponski sklop i sidrenje ležajeva u donji ustroj treba kontrolirati neovisno o tehničkom dopuštenju.

2.11 Prijelazne naprave, zaštitne ograde i ostali dijelovi, točka 3.6(1), NAPOMENA

Ne navode se smjernice o vrstama prijelaznih naprava, zaštitnih ograda i ostalih dijelova primjenjivih za mostove.

2.12 Zastor rasponskog sklopa, točka 3.6(2), NAPOMENA

Ne navode se smjernice o sustavima zastora rasponskog sklopa.

2.13 Pristup za pregled i održavanje, 4. poglavlje, stavak (1), NAPOMENA

Ne navode se smjernice o zahtjevima za pristup kako bi se omogućio pregled i održavanje.

2.14 Trajnost nedostupnih elemenata, 4. poglavlje, stava (4), NAPOMENA

Ne navode se smjernice o brtvljenju protiv korozije, mjerama za osiguranje nepropusnosti za zrak za sandučaste nosače ili odredbe za dodatnu debljinu čelika za nedostupne površine.

2.15 Proračun s pomoću teorije prvog reda, točka 5.2.1(4), NAPOMENA

Ne daju se daljnje smjernice za određivanje i proračun vrijednosti faktora α_{cr} .

2.16 Metode proračuna koje razmatraju materijalnu nelinearnost, točka 5.4.1(1), NAPOMENA

Globalni plastični proračun može se upotrijebiti za izvanredne proračunske situacije u skladu s točkom 5.4 norme HRN EN 1993-1-1:2008.

2.17 Parcijalni koeficijenti γ_{Mi} za mostove, točka 6.1(1)(P), NAPOMENA 2

Za parcijalne koeficijente sigurnosti γ_{Mi} prihvaćaju se sljedeće vrijednosti:

$$\gamma_{M0} = 1,00, \gamma_{M1} = 1,10, \gamma_{M2} = 1,25, \gamma_{M3} = 1,25, \gamma_{M3,ser} = 1,10, \gamma_{M4} = 1,10, \gamma_{M5} = 1,35, \gamma_{M6,ser} = 1,00, \gamma_{M7} = 1,10.$$

Pri primjeni γ_{M0} u normi HRN EN 1993-1-5:2008 treba upotrijebiti vrijednost $\gamma_{M0} = 1,10$.

U izvanrednim proračunskim situacijama treba upotrijebiti $\gamma_{M0} = 1,0$, $\gamma_{M1} = 1,10$ i $\gamma_{M2} = 1,15$.

2.18 Učinci zaostajanja posmika, točka 6.2.2.3(1), NAPOMENA

Učinke zaostajanja posmika u graničnom stanju nosivosti prema točki 3.3 norme HRN EN 1993-1-5:2008 treba uzeti u obzir samo za izvanredne proračunske situacije.

2.19 Učinci lokalnog izbočivanja za poprečne presjeke 4. razreda, točka 6.2.2.5(1), NAPOMENA

Upotreba postupka s proračunskim presjecima ograničuje se na hrptove nosača bez uzdužnih ukrućenja.

Ako se kod limova izloženih izbočivanju provjera na izbočivanje u graničnom stanju nosivosti ne provodi prema 10. poglavlju norme HRN EN 1993-1-5:2008, nego uz uzimanje u obzir proračunskih presjeka prema 4. do 7. poglavlju norme HRN EN 1993-1-5:2008, treba napraviti dodatnu provjeru za karakterističnu kombinaciju opterećenja u graničnom stanju uporabljivosti prema 10. poglavlju norme HRN EN 1993-1-5:2008. Pri tome treba upotrijebiti parcijalni koeficijent $\gamma_{M1} = 1,10$.

2.20 Krivulje za bočno-torzijsko izvijanje, točka 6.3.2.3(1), NAPOMENA

Ne navode se daljnji podaci o krivuljama izvijanja za bočno-torzijsko izvijanje za valjane profile ili istovrijedne zavarene profile.

2.21 Pojednostavnjena metoda proračuna bočnog i bočno-torzijskog izvijanja, točka 6.3.4.2(1), NAPOMENA

Ne određuje se ograničenje primjene i prihvaćaju se preporučene vrijednosti $\bar{\lambda}_{c,0} = 0,2$ i $k_{\Pi} = 1,0$.

2.22 Pojednostavnjena metoda proračuna bočnog i bočno-torzijskog izvijanja pri promjenljivoj tlačnoj sili N_{Ed} , točka 6.3.4.2(7), NAPOMENA

Ne preporučuju se posebne metode. Kod proračuna treba upotrijebiti krivulju izvijanja d za zavarene presjeke, ako vrijedi $h / t_{fl} \geq 44\varepsilon$, a za sve ostale presjeke krivulju izvijanja c .

2.23 Granična stanja uporabljivosti, točka 7.1(5), NAPOMENA

Nadvišenje treba odrediti za nazovistalnu kombinaciju djelovanja (bez temperature). Pri tome za prometna opterećenja željezničkih mostova treba upotrijebiti $\psi_2 = 0,20$, a za cestovne mostove ψ_2 u dogovoru s investitorom.

2.24 Parcijalni koeficijent γ_{Mser} , točka 7.3(1), NAPOMENA

Prihvata se preporučena vrijednost $\gamma_{Mser}=1,00$.

2.25 Ograničenje ponavljajućeg izbočivanja hrpta, točka 7.4(1), NAPOMENA

Kontrole ponavljajućeg izbočivanja panela hrptova ili pojasnica nije potrebno napraviti, ako ne prenose prometna djelovanja (npr. kod sekundarnih konstrukcijskih elemenata) ili ako je vrijednost globalne vitkosti izbočivanja $\lambda_p \leq 2,0$, a kontrola je provedena u skladu s 10. poglavljem norme HRN EN 1993-1-5:2008.

2.26 Injektirani vijci, točka 8.1.3.2.1(1), NAPOMENA

Injektirani vijci mogu se upotrijebiti samo uz tehničko dopuštenje.

2.27 Mješoviti spojevi, točka 8.1.6.3(1), NAPOMENA

Ako se upotrebljavaju različita spajala u istom priključku ili spoju, treba paziti na kompatibilnost deformiranja.

Zajednički prijenos sila može se pretpostaviti za:

- zakovice i dosjedne vijke
- spojeve otporne na proklizavanje s dosjednim vijcima razreda C i zavare
- zavare u jednoj ili u objema pojasnicama i zakovice ili dosjedne vijke u svim ostalim dijelovima poprečnog presjeka, ako je prevladavajuće naprezanje prouzročeno momentom savijanja M_y .

Proračunska otpornost takvog spoja određuje se zbrajanjem proračunskih otpornosti pojedinih spajala, uzimajući u obzir omjere njihovih krutosti.

Mješoviti spojevi nisu dopušteni za željezničke mostove, osim pri rekonstrukciji starih željezničkih mostova.

2.28 Sučeljeni zavari, točka 8.2.1.4(1), NAPOMENA

U glavnim nosačima poprečno na glavni smjer ne treba upotrebljavati sučeljene zavare koji nisu provareni.

2.29 Zavari u rupi, točka 8.2.1.5(1), NAPOMENA

Ne treba upotrebljavati zavare u rupi.

2.30 Izdignuti zavari u uvali, točka 8.2.1.6(1), NAPOMENA

Ne treba upotrebljavati izdignute zavare u uvali.

2.31 Ekscentrično opterećeni kutni ili jednostrani sučeljeni zavari s djelomičnim prodorom, točka 8.2.10(1), NAPOMENA

Ne daju se dodatne smjernice za ekscentrično opterećene kutne ili jednostrane sučeljene zavare s djelomičnim prodorom.

2.32 Konstrukcijski priključci koji spajaju profile H i I, točka 8.2.13(1), NAPOMENA

Priključke kod okvira koji spajaju profile H i I a prenose prometna djelovanja ne treba izvoditi kao popustljive djelomično nosive priključke u skladu s 5. i 6. poglavljem norme HRN EN 1993-1-8:2008.

2.33 Priključci šupljih profila, točka 8.2.14(1), NAPOMENA

Priključke šupljih profila opterećene prometnim djelovanjima treba oblikovati poštujući trajnosne zahtjeve. Kontrole zamora treba provesti pomoću izmijenjene razlike nazivnog naprezanja u skladu s točkom 6.4 norme HRN EN 1993-1-9:2008.

2.34 Proračun cestovnih mostova s obzirom na zamor, točka 9.1.2(1), NAPOMENA

Ocjenjivanje zamora cestovnih mostova ne treba provoditi u sljedećim slučajevima:

- 1) za kolničke ploče, za uzdužna ukrućenja, spojeve uzdužnih ukrućenja i prolaze uzdužnih ukrućenja kroz hrptove poprečnih nosača, ako su izvedeni prema preporukama navedenim u točkama 2.54 do 2.56 i 3.6 do 3.16 ovog dokumenta
- 2) za glavne nosive elemente od čelika S235, S275 i S355 s mjerodavnom duljinom utjecajne linije većom od 45 m, ako kategorija izvedbenih detalja $\Delta\sigma_c$ nije manja od 71 N/mm^2 .
Kriterij 45 m vrijedi samo za kontinuirane nosače spregnutih mostova s kolnikom gore pri prevladavajućem naprezanju zbog savijanja.
- 3) za konstrukcijske dijelove koji ne prenose prometna djelovanja npr. ograde.

2.35 Proračun željezničkih mostova s obzirom na zamor, točka 9.1.3(1), NAPOMENA

Ocjenjivanje zamora ne treba provoditi za konstrukcijske dijelove koji ne prenose prometna djelovanja, npr. ograde.

2.36 Parcijalni koeficijent γ_{Ff} za opterećenja zamora, točka 9.3(1)P, NAPOMENA

Prihvaća se preporučena vrijednost $\gamma_{Ff} = 1,0$.

2.37 Parcijalni koeficijent γ_{Mf} za otpornost na zamor, točka 9.3(2)P, NAPOMENA

Ako se ocjenjivanje zamora provodi s pomoću metode dopuštenih oštećenja, treba upotrijebiti sljedeće parcijalne koeficijente γ_{Mf} za otpornost na zamor:

Za cestovne mostove:

- $\gamma_{Mf} = 1,15$ za glavne nosive dijelove
- $\gamma_{Mf} = 1,0$ za sekundarne dijelove

Za željezničke mostove:

- za sve glavne nosive dijelove (glavni nosači, ukrutna greda, luk, vješaljke i drugo) $\gamma_{Mf} = 1,25$
- za sekundarne elemente (kolnički lim, uzdužna ukrućenja, poprečni nosači)
 - $\gamma_{Mf} = 1,15$ za izravno oslanjanje tračnica
 - $\gamma_{Mf} = 1,00$ za kolnik sa zastorom i kruti kolnik.

Ako se ocjenjivanje zamora provodi s pomoću metode sigurnog vijeka, treba primijeniti parcijalne koeficijente γ_{Mf} za otpornost na zamor navedene u tablici 3.1(HR) nacionalnog dodatka HRN EN 1993-1-9:2008/NA:2013.

2.38 Spektri razlike naprezanja, točka 9.4.1(6), NAPOMENA

Provjere zamora sa spektrima razlike naprezanja ne treba upotrebljavati.

2.39 Faktor za učinak oštećenja zbog prometa za cestovne mostove λ_1 , točka 9.5.2(2), NAPOMENA

Faktor λ_1 treba odrediti u skladu sa slikom 9.5 norme HRN EN 1993-2:2008, tako da se kao ulazna vrijednost umjesto duljine raspona L upotrijebi kritična duljina odgovarajuće utjecajne linije.

Kod određivanja faktora λ_1 prema izrazu 9.9 norme HRN EN 1991-2:2012 za duljine veće od 80 m treba upotrijebiti duljinu 80 m.

2.40 Faktor za obujam prometa za cestovne mostove λ_2 , točka 9.5.2(3), NAPOMENA

Ako ne postoje podaci o obujmu prometa, može se upotrijebiti vrijednost $\lambda_2 = 1,10$. Ta vrijednost odgovara prosječnoj ukupnoj težini 400 kN i vrijednosti $N_{Obs} = 2 \times 10^6$.

2.41 Faktor za proračunski vijek mosta za cestovne mostove λ_3 , točka 9.5.2(5), NAPOMENA

Prihvaća se preporučena vrijednosti za proračunski vijek mosta $t_{Ld} = 100$ godina.

2.42 Faktor za promet na ostalim trakovima za cestovne mostove λ_4 , točka 9.5.2(6), NAPOMENA

Treba upotrijebiti faktor za promet na ostalim trakovima $\lambda_4 = (1 + (k - 1) \times 0,1)^{1/5}$.

2.43 Faktor λ_{\max} za cestovne mostove, točka 9.5.2(7), NAPOMENA

Faktor λ_{\max} treba odrediti u skladu sa slikom 9.6 norme HRN EN 1993-2:2008, tako da se kao ulazna vrijednost umjesto duljine raspona L upotrijebi kritična duljina odgovarajuće utjecajne linije.

Kod određivanja faktora λ_{\max} prema izrazu 9.9 norme HRN EN 1991-2:2012 za duljine veće od 80 m treba upotrijebiti duljinu 80 m.

2.44 Faktor za učinak oštećenja zbog prometa za željezničke mostove λ_1 , točka 9.5.3(2), NAPOMENE 1 i 3

Ne navode se daljnje smjernice za upotrebu tablica 9.3(N) ili 9.4(N) norme HRN EN 1993-2:2008.

Ne navode se vrijednosti faktora λ_1 za trakove s kombinacijama tipova vlakova drukčijih od onih koji se razmatraju.

2.45 Čvrstoća zamora, točka 9.6(1), NAPOMENA 1

Pri proračunu mostova treba isključiti sljedeće izvedbene detalje navedene u normi HRN EN 1993-1-9:2008:

- tablica 8.1, izvedbeni detalj 13
- tablica 8.2, izvedbeni detalj 2
- tablica 8.2, izvedbeni detalj 4 za željezničke mostove
- tablica 8.2, izvedbeni detalj 8
- tablica 8.3, izvedbeni detalj 13
- tablica 8.3, izvedbeni detalji 18 i 19
- tablica 8.4, izvedbeni detalj 5
- tablica 8.5, izvedbeni detalji 4, 5, 6 i 9
- tablica 8.7, izvedbeni detalji 3 i 4
- tablica 8.1, izvedbeni detalj 14: kategorija detalja 50 može se upotrijebiti samo za prednapete vijke uzimajući u obzir naprezanja od savijanja u skladu sa zahtjevom 14, inače pripada kategoriji detalja 36
- tablica 8.2, izvedbeni detalj 10: kategorija detalja > 90 može se upotrijebiti samo ako je korijen izrađen i zavaren s druge strane ili ako se zavaruje na keramičkoj podlozi koja se može ukloniti
- tablica 8.4, izvedbeni detalj 9, $\Delta\sigma_C = 71 \text{ N/mm}^2$ za željezničke mostove
- tablica 8.5, izvedbeni detalj 7: kosinu u nagibu 1:4 treba upotrijebiti za sve debljine lamela
- tablica 8.8, izvedbeni detalj 4: pripojni zavar za pridržanje dopušta se samo unutar kasnije izvedenog sučeljenog zavara.

2.46 Zamor ploča rasponskog sklopa, točka 9.6(1), NAPOMENA 2

Vrijede odredbe navedene u točki 2.34 ovog dokumenta.

2.47 Obrada nakon zavarivanja, točka 9.7(1), NAPOMENA

Poboljšanja kategorije izvedbenih detalja zavara dodatnim obradama nakon zavarivanja ne treba uzimati u obzir.

2.48 Parcijalni koeficijenti za trenje γ_{μ} , točka A.3.3(1)P, NAPOMENA

Prihvaćaju se preporučene vrijednosti:

- a) $\gamma_{\mu} = 2,0$ za čelik – čelik
- b) $\gamma_{\mu} = 1,2$ za čelik – beton.

2.49 Faktor α , točka A.3.6(2), NAPOMENA

Prihvaćaju se preporučene vrijednosti faktora α navedene u tablici A.2(N) norme HRN EN 1993-2:2008.

2.50 Mjerenja temperature, točka A.4.2.1(2), NAPOMENA

Ne navode se smjernice o mjerenjima temperature.

2.51 Vrijednost ΔT_0 , točka A.4.2.1(3), NAPOMENA

Prihvaćaju se preporučene vrijednosti za ΔT_0 za čelične mostove navedene u tablici A.4(N) norme HRN EN 1993-2:2008.

2.52 Dodaci zbog sigurnosti ΔT_0 i ΔT_{γ} , točka A.4.2.1(4), NAPOMENA 1

Dodatak zbog sigurnosti ΔT_0 određen je u točki 2.51 ovog dokumenta, a dodatak zbog sigurnosti ΔT_{γ} prihvaća se s vrijednošću ± 5 °C.

2.53 Ograničenje pomaka i progiba mosta pri izvanrednim djelovanjima, točka A.4.2.4(2), NAPOMENA

Ne daju se daljnje smjernice za ograničenje pomaka i progiba mosta pri izvanrednim djelovanjima.

2.54 Detalji čelične kolničke ploče cestovnih mostova, točka C.1.1(2), NAPOMENA

Ne navode se dodatni tehnički podaci o čeličnim kolničkim pločama cestovnih mostova.

2.55 Debljine čelične kolničke ploče, točka C.1.2.2(1), NAPOMENA 1

Prihvaćaju se sljedeće vrijednosti:

a) debljina čelične kolničke ploče u području kolnika

$$t \geq 14 \text{ mm za debljinu zastora} \geq 40 \text{ mm}$$

b) razmak oslonaca kolničke ploče s hrptovima ukrućenja u nosivom smjeru

$$\max [elt; alt] \leq 25, \text{ i } e \leq 300 \text{ mm i } a \leq 300 \text{ mm}$$

lokalno se razmak e može povećati za najviše 5 %

c) debljina kolničke ploče za pješačke mostove (s opterećenjem od vozila održavanja)

$$t \geq 10 \text{ mm i } elt \leq 40$$

$$e \leq 600 \text{ mm}$$

d) debljina ukrućenja

$$t_{\text{stiff}} \geq 6 \text{ mm.}$$

2.56 Najmanja krutost ukrućenja, točka C.1.2.2(2), NAPOMENA

Prihvaćaju se preporučene najmanje krutosti ukrućenja iz slike C.4(N) norme HRN EN 1993-2:2008.

2.57 Faktor kombinacije ψ , točka E.2(1), NAPOMENA

Prihvaćaju se preporučeni faktori kombinacije navedeni na slici E.2 norme HRN EN 1993-2:2008.

3 Neoprečni dopunski podaci

3.1 Učinci razlike u temperaturi, skupljanja i slijeganja za presjeka 1. razreda, točka 5.4.2(4)

Učinci razlike u temperaturi, skupljanja i slijeganja pri elastičnom globalnom proračunu presjeka 1. razreda mogu se zanemariti samo ako za konstrukciju nema opasnosti od izvijanja ili bočno-torzijskog izvijanja.

3.2 Proračunski presjeci s hrptovima 3. razreda i pojasnicama 1. ili 2. razreda, točka 6.2.2.4(1)

Ovo pravilo ne vrijedi za presjeka 4. razreda koji se u skladu s 10. poglavljem norme HRN EN 1993-1-5:2008 razmatraju kao presjeci 3. razreda.

3.3 Ograničenje ponavljajućeg izbočivanja hrpta – izraz (7.7), točka 7.4(3)

Kod kontrole ograničenja ponavljajućeg izbočivanja hrpta u skladu s izrazom (7.7) umjesto b_p treba upotrijebiti b .

3.4 Čvrstoća zamora, točka 9.6(1), NAPOMENA 1

– u dopuni tablice 8.5 norme HRN EN 1993-1-9:2008, izvedbeni detalj 7, sljedeći izvedbeni detalj vrijedi kao neoprečni dodatak:

Kategorija detalja	Izvedbeni detalj	Opis	Zahtjevi
71		<p>Krajevi lamela na valjanim profilima i zavarenim limenim nosačima Prijelazi brušeni do sjaja, rubovi čelnog zvara zaobljeni</p>	<p>Kosina u nagibu 1:4 za sve debljine lamela</p>

– u dopuni tablice 8.4 norme HRN EN 1993-1-9:2008, izvedbeni detalj 4, sljedeći izvedbeni detalj vrijedi kao neoprečni dodatak za $R \geq 150$:

Kategorija detalja	Izvedbeni detalj	Opis	Zahtjevi
125		<p>$R \geq 150$</p>	

- u dopuni tablice 8.4 norme HRN EN 1993-1-9:2008, izvedbeni detalj 2, sljedeći izvedbeni detalj vrijedi kao neoprečni dodatak:

Kategorija detalja	Izvedbeni detalj	Opis	Zahtjevi
71			

- u dopuni tablice 8.3 norme HRN EN 1993-1-9:2008, izvedbeni detalj 1, sljedeći izvedbeni detalj vrijedi kao neoprečni dodatak:

Kategorija detalja	Izvedbeni detalj	Opis	Zahtjevi
71 Ovisnost o debljini lima za $t > 25$ mm: $k_s = (25/t)^{0.2}$		Višedijelni, poprečno na smjer sila sučeljenim zavarom spojeni dijelovi	Pojedine lamele pojasnice su prvo spojene čelnim ureznim zavarima. Ti zavari kod izvedbe sučeljenih zavara trebaju ostati sačuvani.

- u dopuni tablice 8.3 norme HRN EN 1993-1-9:2008, izvedbeni detalj 9, sljedeći izvedbeni detalj vrijedi kao neoprečni dodatak:

Kategorija detalja	Izvedbeni detalj	Opis	Zahtjevi
80 Ovisnost o debljini lima za $t > 25$ mm: $k_s = (25/t)^{0.2}$		Gradilišni spoj sa izrezom za röntgenski film	Jednodijelne pojasnice, ne paket lamela Nema promjene debljine pojasnice Primijeniti vanjsko rubno naprezanje pojasnice

3.5 Cestovni mostovi – općenito, točka C.1.1

Odredbama za konstrukcijsku razradu detalja kolnika cestovnih mostova treba postići najmanju kvalitetu pretpostavljenu u 2. do 8. poglavlju norme HRN EN 1993-2:2008. Kontrola na zamor nije potrebna ako se pridržava odredbi iz ovog dodatka.

3.6 Uzdužna ukrućenja s dosjedom između hrptova poprečnih nosača, točka C.1.3.5.1(4)

Uzdužna ukrućenja s dosjedom između hrptova poprečnih nosača mogu se ugraditi samo u iznimnim slučajevima kod mostova s laganim prometom.

3.7 Uzdužna ukrućenja s dosjedom između hrptova poprečnih nosača, točka C.1.3.5.3

Takva se izvedba dopušta samo u iznimnim slučajevima.

Navedene uvjete treba upotrijebiti i za priključke uzdužnih rebara na krajnje poprečne nosače, neovisno o razmaku poprečnih nosača.

3.8 Poprečni nosači – općenito, točka C.1.4.1

Pri kontroli debljine hrpta treba uzeti u obzir posmičnu popustljivost preostalih dijelova hrpta između izreza za uzdužna ukrućenja proračunom kao Vierendeel nosača ili zamjenski proračunom bez uzimanja u obzir izreza uz smanjenje posmične otpornosti za 15 %.

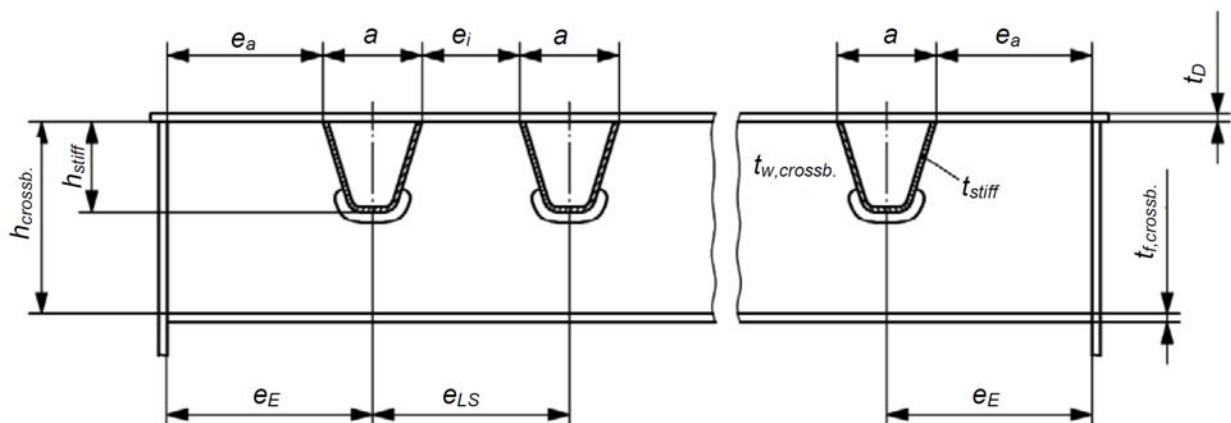
3.9 Željeznički mostovi – općenito, točka C.2.1

Odredbama za konstrukcijsku razradu detalja kolnika željezničkih mostova treba postići najmanje kvalitetu pretpostavljenu u normi HRN EN 1993-2:2008.

Kontrolu dostatne otpornosti na zamor treba provesti prema 9. poglavlju norme HRN EN 1993-2:2008.

3.10 Debljina ploče i dimenzije – slika C.16, točka C.2.2

Umjesto slike C.16 Dodatka C norme HRN EN 1993-2:2008 treba upotrijebiti zamjensku sliku C.16(HR).



Legenda:

- e_a neto razmak hrpta glavnog nosača i prvog (trapeznog) ukrućenja u razini kolničkog lima
- a širina trapeznog ukrućenja u razini kolničkog lima
- e_i neto razmak trapeznih ukrućenja u razini kolničkog lima
- e_E razmak težišnih osi hrpta glavnog nosača i prvog trapeznog ukrućenja
- e_{LS} razmak težišnih osi trapeznih ukrućenja

Slika C.16(HR) – Oznake izmjera za kolničke ploče s uzdužnim ukrućenjima i poprečnim nosačima

U tablici C.1 Dodatka C norme HRN EN 1993-2:2008 2. red 2. stupac treba zamijeniti

$$e_{LS} \approx 400 \text{ mm sa } 400 \leq e_{LS} \leq 700 \text{ mm.}$$

U tablici C.2 Dodatka C norme HRN EN 1993-2:2008 2. red 2. stupac treba zamijeniti

$$e_{\text{crossb}} \approx 700 \text{ mm sa } 500 \leq e_{\text{crossb}} \leq 800 \text{ mm.}$$

3.11 Spoj ukrućenja i poprečnog nosača, točka C.2.3

Izmjere na slikama C.17 i C.18 dodatka C norme HRN EN 1993-2:2008 izražene su u milimetrima.

3.12 Zahtjevi na sučeljene zavare, točka C.2.4.2.2

Izmjere na slici C.19 Dodatka C norme HRN EN 1993-2:2008 izražene su u milimetrima.

3.13 Proračun, točka C.2.5(HR)

a) Proračun uzdužnih ukrućenja, točka C.2.5.1(HR)

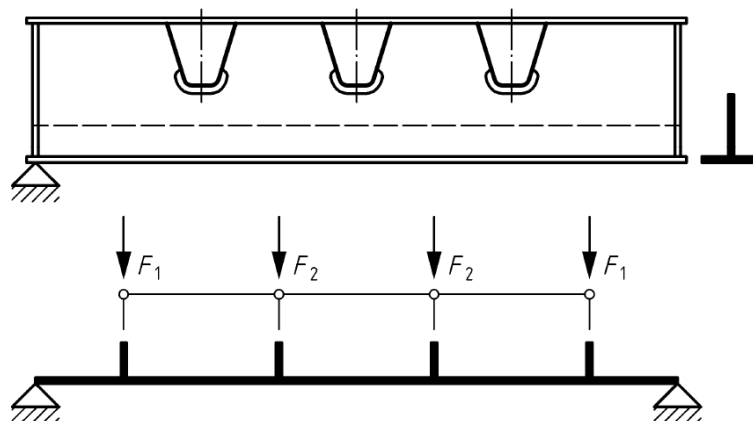
(1) Uzdužna ukrućenja treba proračunati kao kontinuirane nosače na popustljivim osloncima.

b) Proračun poprečnih nosača, općenito, točka C.2.5.2(HR)

(1) Pri proračunu poprečnih nosača treba prikladnim proračunskim postupcima uzeti u obzir utjecaj izreza u hrptovima poprečnih nosača.

c) Proračun poprečnih nosača za ortotropne kolničke ploče sa zatvorenim uzdužnim ukrućenjima trapeznog oblika, točka C.2.5.3(HR)

(1) Ako su poprečni nosači izvedeni u skladu sa slikom C.20(HR), unutarnje sile mogu se odrediti na zamjenskom sustavu u skladu sa slikom C.20(HR). Kolnički lim i dijelovi poprečnog nosača ispod izreza pri proračunu se razmatraju kao pojasnice, a dijelovi hrpta između izreza kao stupci.



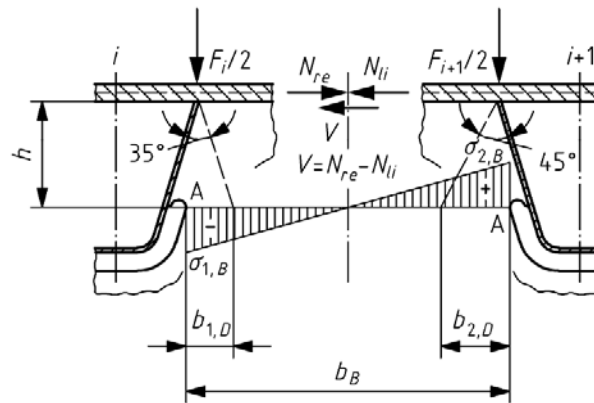
Legenda:

F_1 djelovanje na pojedini stupac

ΣF_1 ukupno djelovanje na poprečni nosač na duljini nosača

Slika C.20(HR) – Statički model poprečnog nosača

(2) Pri proračunu treba uzeti u obzir deformiranja zbog momenata savijanja, uzdužnih sila i poprečnih sila. Posmične sile koje djeluju na spoju kolničke ploče i hrpta treba nanijeti na kritični presjek A-A kao učinak savijanja i posmika kao što je prikazano na slici C.21(HR) i zbrojiti s tlačnim naprezanjima zbog lokalnog unosa sila zatvorenih ukrućenja trapeznog oblika. Pri proračunu tih tlačnih naprezanja treba na vlačnoj strani kritičnog presjeka pretpostaviti rasprostiranje pod kutom od 45° , a na tlačnoj strani rasprostiranje pod kutom od 35° . Posmična naprezanja u pojedinom stupcu zbog horizontalnih i vertikalnih posmičnih sila treba zbrojiti.



Slika C.21(HR) – Proračun naprezanja u kritičnom presjeku A-A

$$M = Vh \quad (C.1)(HR)$$

gdje je $V = N_{li} - N_{re}$

$$W = \frac{1}{6}tb_B^2 \quad (C.2)(HR)$$

$$A_{1D} = b_{1D}t \quad (C.3)(HR)$$

$$A_{2D} = b_{2D}t \quad (C.4)(HR)$$

$$-\sigma_{1,B} = +\sigma_{2,B} = \frac{M}{W} \quad (C.5)(HR)$$

$$\sigma_{1,D} = -\frac{F_i}{2A_{1D}} \quad (C.6)(HR)$$

$$\sigma_{2,D} = -\frac{F_{i+1}}{2A_{2D}} \quad (C.7)(HR)$$

$$\sigma_1 = \sigma_{1,B} + \sigma_{1,D} \quad (C.8)(HR)$$

$$\sigma_2 = \sigma_{2,B} + \sigma_{2,D} \quad (C.9)(HR)$$

gdje je:

F_i reakcija na jedno uzdužno ukrućenje.

(3) Učinak poprečnog savijanja na uzdužne zavare između zatvorenih trapeznih ukrućenja i kolničke ploče ne treba provjeravati.

(4) Pri kontroli zamora treba upotrijebiti upute navedene u 9. poglavlju norme HRN EN 1993-2:2008.

3.14 Dopuštena odstupanja za izradu, točka C.3.2(2)

Odredbu treba zamijeniti ovako:

U tablici C.4 upotrijebljene su ove kratice:

- Zahtjev 1: rezultati vanjskog ispitivanja u skladu s normom EN ISO 5817 razred (B)
- Zahtjev 2: rezultati unutarnjeg ispitivanja u skladu s normom EN ISO 5817 razred (B)
- Zahtjev 3: vidjeti točku C3.3
- Zahtjev 4: čelici sukladni s normom EN 10164 u skladu sa zahtjevima norme HRN EN 1993-2:2008.

3.15 Proračun vješaljki lučnih mostova, Dodatak F(HR)

Proračun vješaljki lučnih mostova treba provesti prema Dodatku F(HR).

Dodatak F(HR) je obavijesni.

Dodatak A (obavijesni)

Točke u normi HRN EN 1993-2:2008 u kojima su dopušteni nacionalno određeni parametri

Točka u normi HRN EN 1993-2	Točka u ovom dokumentu	Sadržaj
2.1.3.2(1), NAPOMENA 1	2.1	Proračunski vijek uporabe
2.1.3.3 NAPOMENA	2.2	Trajnost detalja
2.1.3.4(1), NAPOMENA	2.3	Robusnost i konstrukcijska cjelovitost pri izvanrednim djelovanjima
2.1.3.4(2), NAPOMENA 2	2.4	Učinci zamora na robusnost i konstrukcijsku cjelovitost
2.3.1(1), NAPOMENA 2	2.5	Djelovanja i utjecaji okoliša
3.2.3(2), NAPOMENA 2	2.6	Kontrole na krhki lom
3.2.3(3), NAPOMENA	2.7	Najmanje svojstvo žilavosti za tlačne elemente
3.2.4(1), NAPOMENA	2.8	Zahtijevane vrijednosti Z_{Ed}
3.4(1), NAPOMENA	2.9	Užad i ostali vlačni elementi
3.5(1), NAPOMENA	2.10	Ležajevi
3.6(1), NAPOMENA	2.11	Prijelazne naprave, zaštitne ograde i ostali dijelovi
3.6(2), NAPOMENA	2.12	Zastor rasponskog sklopa
4(1), NAPOMENA	2.13	Pristup za pregled i održavanje
4(4), NAPOMENA	2.14	Trajnost nedostupnih elemenata
5.2.1(4), NAPOMENA	2.15	Proračun s pomoću teorije prvog reda
5.4.1(1), NAPOMENA	2.16	Metode proračuna koje razmatraju materijalnu nelinearnost
6.1(1)(P), NAPOMENA 2	2.17	Parcijalni koeficijenti γ_{Mi} za mostove
6.2.2.3(1), NAPOMENA	2.18	Učinci zaostajanja posmika
6.2.2.5(1), NAPOMENA	2.19	Učinci lokalnog izbočivanja za poprečne presjeke 4. razreda
6.3.2.3(1), NAPOMENA	2.20	Krivulje za bočno-torzijsko izvijanje
6.3.4.2(1), NAPOMENA	2.21	Pojednostavnjena metoda proračuna bočnog i bočno-torzijskog izvijanja
6.3.4.2(7), NAPOMENA	2.22	Pojednostavnjena metoda proračuna bočnog i bočno-torzijskog izvijanja pri promjenjivoj tlačnoj sili N_{Ed}
7.1(5), NAPOMENA	2.23	Granična stanja uporabljivosti
7.3(1), NAPOMENA	2.24	Parcijalni koeficijent γ_{Mser}
7.4(1), NAPOMENA	2.25	Ograničenje ponavljajućeg izbočivanja hrpta
8.1.3.2.1(1), NAPOMENA	2.26	Injektirani vijci
8.1.6.3(1), NAPOMENA	2.27	Mješoviti spojevi
8.2.1.4(1), NAPOMENA	2.28	Sučeljeni zavari
8.2.1.5(1), NAPOMENA	2.29	Zavari u rupi
8.2.1.6(1), NAPOMENA	2.30	Izdignuti zavari u uvali
8.2.10(1), NAPOMENA	2.31	Ekscentrično opterećeni kutni ili jednostrani sučeljeni zavari s djelomičnim prodorom
8.2.13(1), NAPOMENA	2.32	Konstrukcijski priključci koji spajaju profile H i I

Točka u normi HRN EN 1993-2	Točka u ovom dokumentu	Sadržaj
8.2.14(1), NAPOMENA	2.33	Priključci šupljih profila
9.1.2(1), NAPOMENA	2.34	Proračun cestovnih mostova s obzirom na zamor
9.1.3(1), NAPOMENA	2.35	Proračun željezničkih mostova s obzirom na zamor
9.3(1)P, NAPOMENA	2.36	Parcijalni koeficijent γ_{Fr} za opterećenja zamora
9.3(2)P NAPOMENA	2.37	Parcijalni koeficijent γ_{Mf} za otpornost na zamor
9.4.1(6), NAPOMENA	2.38	Spektri razlike naprezanja
9.5.2(2), NAPOMENA	2.39	Faktor za učinak oštećenja zbog prometa za cestovne mostove λ_1
9.5.2(3), NAPOMENA	2.40	Faktor za obujam prometa za cestovne mostove λ_2
9.5.2(5), NAPOMENA	2.41	Faktor za proračunski vijek za cestovne mostove λ_3
9.5.2(6), NAPOMENA	2.42	Faktor za promet na ostalim trakovima za cestovne mostove λ_4
9.5.2(7), NAPOMENA	2.43	Faktor λ_{max} za cestovne mostove
9.5.3(2), NAPOMENE 1 i 3	2.44	Faktor za učinak oštećenja zbog prometa za željezničke mostove λ_1
9.6(1), NAPOMENA 1	2.45	Čvrstoća zamora
9.6(1), NAPOMENA 2	2.46	Zamor ploča rasponskog sklopa
9.7(1), NAPOMENA	2.47	Obrada nakon zavarivanja
A.3.3(1)P, NAPOMENA	2.48	Parcijalni koeficijenti za trenje γ_{μ}
A.3.6(2), NAPOMENA	2.49	Faktor α
A.4.2.1(2), NAPOMENA	2.50	Mjerenje temperature
A.4.2.1(3), NAPOMENA	2.51	Vrijednost ΔT_0
A.4.2.1(4), NAPOMENA 1	2.52	Dodaci zbog sigurnosti ΔT_0 i ΔT_y
A.4.2.4(2), NAPOMENA	2.53	Ograničenje pomaka i progiba mosta pri izvanrednim djelovanjima
C.1.1(2), NAPOMENA	2.54	Detalji čelične kolničke ploče cestovnih mostova
C.1.2.2(1,) NAPOMENA 1	2.55	Debljine čelične kolničke ploče
C.1.2.2(2), NAPOMENA	2.56	Najmanja krutost ukrućenja
E.2(1)	2.57	Faktor kombinacije ψ

Dodatak B (obavijesni)

Točke u normi HRN EN 1993-2:2008 na koje se odnose neoprečni dopunski podaci

Točka u normi HRN EN 1993-2	Točka u ovom dokumentu	Sadržaj
5.4.2(4)	3.1	Učinci razlike u temperaturi, skupljanja i slijeganja za presjeke 1. razreda
6.2.2.4(1)	3.2	Proračunski presjeci s hrptovima 3. razreda i pojasnicama 1. ili 2. razreda
7.4(3)	3.3	Ograničenje ponavljajućeg izbočivanja hrpta – izraz (7.7)
9.6.(1), NAPOMENA 1	3.4	Čvrstoća zamora
C.1.1	3.5	Cestovni mostovi – općenito
C.1.3.5.1(4)	3.6	Uzdužna ukrućenja s dosjedom između hrptova poprečnih nosača
C.1.3.5.3	3.7	Uzdužna ukrućenja s dosjedom između hrptova poprečnih nosača
C.1.4.1	3.8	Poprečni nosači – općenito
C.2.1	3.9	Željeznički mostovi – općenito
C.2.2	3.10	Debljina ploče i dimenzije – slika C.16
C.2.3	3.11	Spoj ukrućenja i poprečnog nosača
C.2.4.2.2	3.12	Zahtjevi za sučeljene zavare
C.2.5(HR)	3.13	Proračun
C.3.2(2)	3.14	Dopuštena odstupanja za izradu
–	3.15	Dodatak F(HR) (obavijesni) – Proračun vješaljki lučnih mostova

Dodatak F(HR) (obavijesni)

Proračun vješaljki lučnih mostova

F.1 Općenito

F.1.1 Područje primjene

(1) Navode se pravila proračuna i preporuke za ispravno konstrukcijsko oblikovanje s obzirom na zamor i otklanjanje aerodinamičkih nestabilnosti vješaljki lučnih mostova okruglih i pravokutnih poprečnih presjeka, izloženih promjenjivim naprezanjima zbog odvijanja prometa i titranjima prouzročeni djelovanjem vjetra i zajedničkim djelovanjem vjetra i kiše.

F.1.2 Djelovanja koja prouzročuju zamor

(1) Vrtloženje prouzrokuje vibracije poprečno na smjer djelovanja vjetra pa pri strujanju vjetra nastaje pravilno odvajanje vrtloga čija je frekvencija jednaka vlastitoj frekvenciji vješaljke zbog čega nastaju sile koje vode do rezonancije.

(2) Uzrok titranjima zbog zajedničkog djelovanja vjetra i kiše jesu cjevuljci vode, koji osciliraju po opsegu profila vješaljke zbog titranja vješaljki i djelovanja vjetra te prouzročuju ritmički promjenjive raspodjele tlaka i odgovarajuće sile.

(3) Vibracije galopiranja nastaju zbog promjenjivih nesimetričnih raspodjela tlaka na presjeku i pojave samoozvanih pomaka. Mogu prouzročiti aerodinamičke nestabilnosti naročito kod vješaljki pravokutnog poprečnog presjeka i kod zaleđenih vješaljki okruglog poprečnog presjeka.

(4) Učinci zamora vješaljki prouzročeni odvijanjem prometa nastaju uglavnom zbog promjenjivih uzdužnih sila i prisilnih momenata savijanja na krajevima koji najviše opterećuju priključke.

(5) Učinke vjetra i prometa treba s obzirom na zamor razmatrati zajedno.

F.2 Osnove proračuna

F.2.1 Materijal i presjeci vlačnih dijelova

(1) Vješaljke i priključke treba oblikovati i izvesti uz ispunjenje zahtjeva zamora.

(2) Ako se vješaljke od okruglog čelika ne mogu izbjeći, treba provesti postupak ispitivanja zavarenog spoja i spoj izvesti u radionici.

(3) Za smanjenje prisila i poboljšanje robusnosti treba upotrebljavati što je moguće vitkije presjeke od visokovrijednih materijala velike žilavosti.

(4) Preporučuje se ograničenje promjera vješaljki, u ovisnosti o najmanjoj žilavosti, na procijenjene vrijednosti navedene u tablici F.1(HR).

Tablica F.1(HR) – Vrijednosti najvećih promjera za vješaljke od okruglog čelika

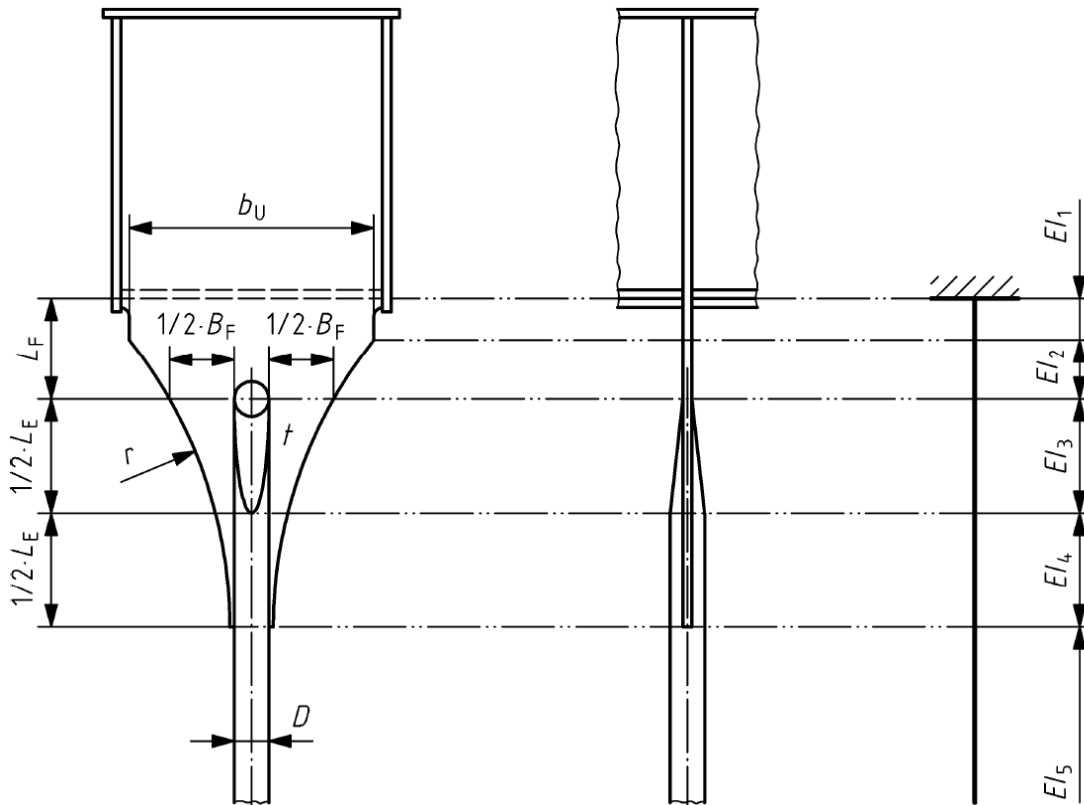
S355J2	S355K2 / S355N	S355NL	S460NL
100 mm	130 mm	160 mm	160 mm

F.2.2 Preporuke za konstrukcijsko oblikovanje priključaka vješaljki od okruglog čelika

(1) Da bi se ispunili zahtjevi zamora za oblikovanje priključaka vješaljki od okruglog čelika treba primijeniti preporuke u skladu sa slikom F.1(HR).

(2) Priključci mogu biti izvedeni kao zavareni ili kovani.

(3) Vrijednosti naprezanja σ u vješaljki σ_{neto} , u kritičnom presjeku čvornog lima i τ uzduž priključka vješaljke i čvornog lima, mogu se uzeti iz slike F.1(HR). Te vrijednosti treba razmatrati kao procijenjene vrijednosti za proračun pri projektiranju za ispunjenje zahtjeva zamora.



Legenda:

Promjer vješaljke: $D = 2 \sqrt{\frac{N_{\text{max}}}{\pi \sigma}}$

Vanjski polumjer: $r = 1,9 \left(\frac{L_E^2}{b_F} + 0,25 b_F \right)$

Debljina čvornog lima: $t = 0,2D$

Slobodna visina čvornog lima: $L_F = 0,45 L_E$

Neto širina u kritičnom presjeku: $b_F = \frac{N_{\text{max}}}{\sigma_{\text{neto}} t}$

Najveća širina čvornog lima: $b_U = 1,5(b_F + D)$

Duljina spoja: $L_E = \frac{N_{\text{max}}}{2\tau t}$

Slika F.1(HR) – Preporuke za oblikovanje priključnog lima i promjera vješaljke

gdje je:

N_{max} najveća uzdužna sila u vješaljki za stalnu proračunsku situaciju u graničnom stanju nosivosti

σ , σ_{neto} i τ vrijednosti naprezanja.

(4) Preporučena najveća naprezanja u vješaljki zbog N_{max} navedena su u tablici F.2(HR).

Tablica F.2(HR) – Vrijednosti naprezanja

Kvaliteta čelika	σ [N/mm ²]	σ_{netto} [N/mm ²]	τ [N/mm ²]
S355	190	175	60
S460	240	225	80

F.2.3 Preporuke za konstrukcijsko oblikovanje priključaka vješaljki od plosnatog čelika

(1) Dimenzije vješaljki od plosnatog čelika treba ograničiti na omjere $3,0 \leq b/d \leq 5,0$.

F.2.4 Konstrukcijske mjere za smanjenje prisila zbog deformiranja glavne konstrukcije

(1) Naprezanja prisile zbog deformiranja glavne konstrukcije mogu se smanjiti prikladnom orijentacijom čvornih limova (priključak okomito na ravninu lima podatljiv na savijanje).

(2) Čvorni limovi na ukrutnoj gredi i na luku mogu se jedan prema drugom postaviti okomito radi smanjenja prisila od deformiranja poprečno na ravninu luka.

(3) Ukrutna greda i poprečni nosači trebaju imati dovoljnu krutost na savijanje radi smanjenja prisilnih učinaka zbog deformiranja konstrukcije prouzročenih prometom.

(4) Primjena povećane torzijske krutosti ukrutne grede (sandučasti poprečni presjek) može imati povoljan učinak.

F.3 Proračunska pravila za vješaljke od okruglog čelika

F.3.1 Granice primjene

(1) Proračunske kontrole zamora priključaka vješaljki za vibracije prouzročene vjetrom ne treba provoditi kod lučnih mostova s vješaljka od okruglog čelika raspona $L \leq 60$ m, ako su primijenjene konstrukcijske preporuke u skladu s točkom F.2.2(HR).

F.3.2 Poprečne vibracije prouzročene vrtloženjem

(1) Proračun za poprečne vibracije prouzročene vrtloženjem treba provoditi kod okruglih vješaljki za sve oblike vibracija s frekvencijama f_i manjim od 10 Hz, za oba smjera, u ravnini i poprečno na ravninu luka.

(2) Poprečno uzbudno opterećenje dano je izrazom:

$$q = 1,10 D v_{\text{crit},i}^2 k_{F,i} \quad [\text{kN/m}] \quad (\text{F.1})(\text{HR})$$

gdje je:

$v_{\text{crit},i}$ kritična brzina vjetra za i -ti oblik vlastitih vibracija

$$v_{\text{crit},i} = (f_i D) / S_t \quad [\text{m/s}] \quad (\text{F.2})(\text{HR})$$

D promjer vješaljke [m]

f_i vlastita frekvencija i -tog oblika vlastitih vibracija uz uzimanje u obzir karakteristične uzdužne sile u vješaljki zbog vlastite težine u Hz

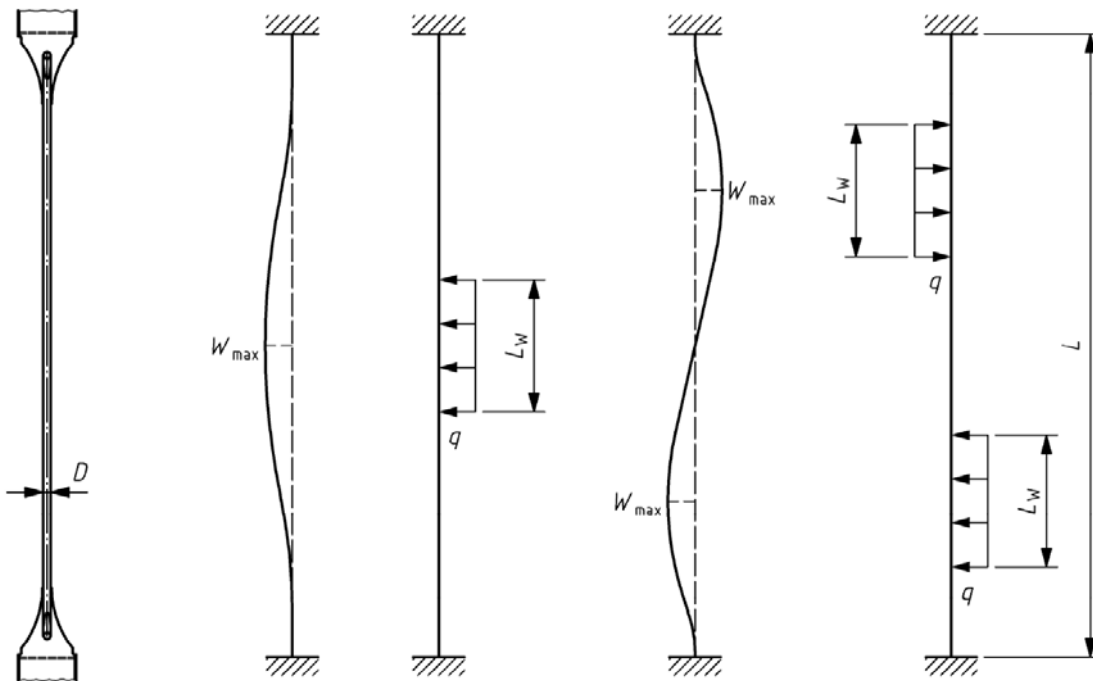
S_i Strouhalov broj (za kružni cilindar $S_i = 0,20$)

$k_{F,i}$ faktor kojim se uzima u obzir kontinuirano smanjenje sile uzbude kod rastućih vlastitih frekvencija

$$k_{F,i} = 1 \quad \text{za } f_i < 7 \text{ Hz} \quad (\text{F.3a})(\text{HR})$$

$$k_{F,i} = (10 - f) / 3 \quad \text{za } 7 \text{ Hz} \leq f_i \leq 10 \text{ Hz} \quad (\text{F.3b})(\text{HR})$$

(3) Poprečno uzbudno opterećenje q treba uzeti kao konstantno djelovanje na duljini $L_W = 24 D$ na mjestu najvećih amplituda vlastitih oblika, vidjeti sliku F.2(HR).



Slika F.2(HR) – Raspored opterećenja

(4) Proračun momenata savijanja treba provesti prema teoriji drugog reda, uzimajući u obzir karakterističnu vrijednost vlačne sile u vješaljki zbog vlastite težine i oblik priključka vlačnog elementa (stupnjevane krutosti u skladu sa slikom F.1(HR)).

(5) Ako se ispitivanjima na konstrukciji utvrdi logaritamski dekrement prigušenja $\delta_{\text{test}} > 0,0015$, poprečno uzbudno opterećenje q može se linearno smanjiti:

$$q_{\text{red}} = (0,0015 / \delta_{\text{test}}) \quad \text{za } \delta_{\text{test}} > 0,0015 \quad (\text{F.4})(\text{HR})$$

NAPOMENA: Kontrolno ispitivanje prigušenja na gotovoj konstrukciji, tj. nakon postavljanja zastora i ugradbe ograda, može biti prikladno u pojedinačnom slučaju (npr. ako se očekuju veće vrijednosti prigušenja).

(6) Razlika naprezanja na mjestima mjerodavnim za zamor dana je izrazom:

$$\Delta\sigma_{\text{vjetar,E2}} = (2 \times \max M) / W \quad (\text{F.5})(\text{HR})$$

NAPOMENA: Razlika naprezanja određena izrazom (F.5)(HR) odgovara istovrijednoj razlici naprezanja konstantne amplitude koja se odnosi na 2 milijuna ciklusa, pri čemu je istovrijednost oštećenja uzeta u obzir povećanom duljinom djelovanja opterećenja u skladu s točkom F.3.2(3)(HR).

F.3.3 Vibracije prouzročene kišom i vjetrom

(1) Proračun za vibracije prouzročene kišom i vjetrom treba provesti kod okruglih vješaljki ako je promjer vješaljki > 70 mm i osnovna frekvencija $f < 6,5$ Hz.

(2) Poprečna uzbudna sila određuje se izrazom:

$$q = 0,0283 c v_{\text{crit},i}^2 \frac{1}{D} k_{V,i} \quad [\text{kN/m}] \quad (\text{F.6})(\text{HR})$$

gdje je:

$v_{\text{crit},i}$ kritična brzina vjetra za i -ti oblik vlastitih vibracija

$$v_{\text{crit},i} = 73,5 D f_0 \left(\frac{f_i}{f_0} \right)^{0,6} \quad [\text{m/s}] \quad (\text{F.7})(\text{HR})$$

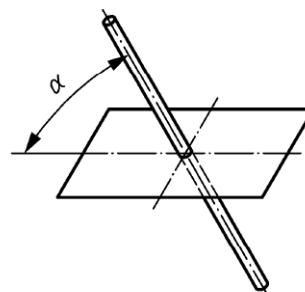
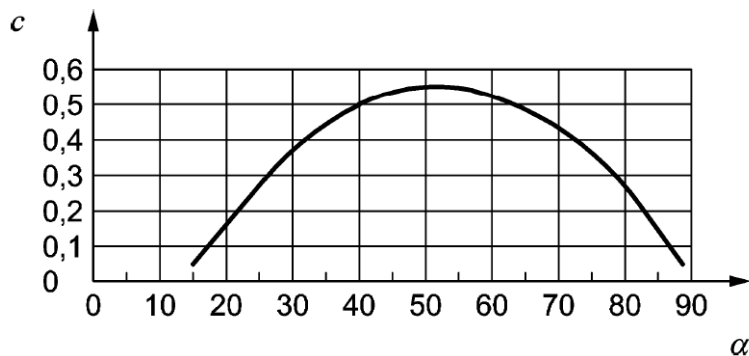
f_0 referentna frekvencija $f_0 = 1$ Hz

$k_{V,i}$ faktor kojim se uzima u obzir kontinuirano smanjenje sile uzbuđenja kod brzina vjetra većih od 20 m/s, vidjeti sliku F.3(HR)

$$k_{V,i} = 1,0 \quad \text{za } v_{\text{crit},i} \leq 20 \quad [\text{m/s}] \quad (\text{F.8a})(\text{HR})$$

$$k_{V,i} = (30 - v_{\text{crit},i}) / 10 \quad \text{za } 20 \text{ m/s} \leq v_{\text{crit},i} \leq 30 \quad [\text{m/s}] \quad (\text{F.8b})(\text{HR})$$

c koeficijent uzbudne sile, ovisan o kutu kosine vješaljke α , neovisan o smjeru vjetra i razmatranom smjeru vibracija vješaljke, vidjeti sliku F.3(HR).



Slika F.3(HR) – Koeficijent uzbudne sile c

(3) Najmanja vrijednost koeficijenta uzbudne sile c neovisno o kutu kosine iznosi 0,04.

(4) Ako se ispitivanjima na konstrukciji utvrdi logaritamski dekrement prigušenja $\delta_{\text{test}} > 0,0015$, poprečno uzbudno opterećenje q može se linearno smanjiti u skladu s izrazom (F.4)(HR).

(5) Poprečno uzbudno opterećenje q treba uzeti kao konstantno djelovanje na duljini $L_W = 0,27 L$, vidjeti sliku F.2(HR). Najveća amplituda naprezanja zbog vibracija prouzročenih kišom i vjetrom određena je izrazom:

$$\Delta\sigma_{\text{vjetar-kiša}} = (2 \times \max M) / W \quad (\text{F.9})(\text{HR})$$

F.3.4 Učinci prouzročeni prometom

(1) Pri proračunu razlika naprežanja za zamor zbog prisila u vješaljkama prouzročениh deformiranjem treba primjenjivati teoriju drugoga reda.

F.3.5 Koncepti kontrola

F.3.5.1 Koncept kontrole poprečnih vibracija zbog prometa i vrtloženja

(1) Treba provesti kontrolu na zamor prema 9. poglavlju norme HRN EN 1993-2:2008 u odnosu na referentnu vrijednost čvrstoću zamora $\Delta\sigma_C$.

(2) Za svaki vlastiti oblik vibracija treba zbrojiti razlike naprežanja zbog prometa i zbog vibracija prouzročениh vrtloženjem:

$$\Delta\sigma_{E,2} + \Delta\sigma_{\text{vjetar},E2} \leq \Delta\sigma_C / \gamma_{Mf} \quad (\text{F.10})(\text{HR})$$

gdje je:

$\Delta\sigma_{E,2}$ razlika naprežanja za zamor zbog prometa u skladu s točkom 9.4 norme HRN EN 1993-2:2008

$\Delta\sigma_{\text{vjetar},E2}$ razlika naprežanja prema izrazu (F.5)(HR)

$\Delta\sigma_C$ referentna vrijednost čvrstoće zamora za razmatranu kategoriju detalja

γ_{Mf} parcijalni koeficijent sigurnosti za čvrstoću zamora glavnih nosivih elemenata.

(3) Zamjenski se može provesti kontrola čvrstoće zamora utemeljena na dugotrajnim mjerenjima (vidjeti točku F.5.5(2)).

F.3.5.2 Koncept kontrole vibracija prouzročениh kišom i vjetrom

F.3.5.2.1 Kontrola nosivosti

(1) Za vibracije prouzročene kišom i vjetrom treba provesti kontrolu graničnog stanja nosivosti u izvanrednoj proračunskoj situaciji:

$$\sigma_G + \sigma_Q + \sigma_{\text{vjetar-kiša}} \leq f_{y,k} \quad (\text{F.11})(\text{HR})$$

gdje je:

σ_G naprežanje zbog uzdužne sile vješaljke prouzročene stalnim opterećenjima

σ_Q naprežanje zbog uzdužne sile i momenta savijanja vješaljke prouzročene čestim prometnim opterećenjima

$\sigma_{\text{vjetar-kiša}}$ naprežanje zbog momenta savijanja od vibracija prouzročениh kišom i vjetrom, vidjeti izraz (F.9)(HR)

$f_{y,k}$ granica popuštanja čelika.

F.3.5.2.2 Kontrola zamora

(1) Kontrolu zamora treba provesti u skladu sa sljedećim izrazom:

$$k_{H,i} \Delta\sigma_{\text{vjetar-kiša}} \leq \Delta\sigma_C / \gamma_{Mf} \quad (\text{F.12})(\text{HR})$$

gdje je:

$k_{H,i}$ faktor smanjenja za određivanje istovrijedne razlike naprežanja uzimajući u obzir učestalosti pojave vibracija zbog kiše i vjetra

$$k_{H,i} = 120 \left(\frac{D}{D_0} \right)^{-0,7} \left(\frac{v_{\text{crit},i}}{v_0} \right)^{-2,5} \leq 1 \quad (\text{F.13})(\text{HR})$$

v_0 referentna vrijednost kritične brzine vjetra $v_0 = 1 \text{ m/s}$

D_0 referentna vrijednost promjera vješaljke $D_0 = 1 \text{ m}$

$v_{\text{crit},i}$ kritična brzina vjetra [m/s] određena izrazom (F.7)(HR)

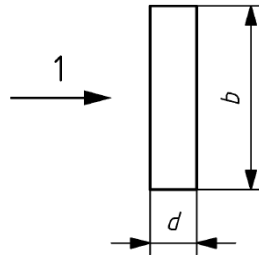
$\Delta\sigma_{\text{vjetar-kiša}}$ razlika naprežanja zbog vibracija prouzročenih kišom i vjetrom, gdje je

$\Delta\sigma_{\text{vjetar-kiša}} = 2 \times \sigma_{\text{vjetar-kiša}}$ u skladu s izrazom (F.9)(HR).

F.4 Proračunska pravila za vješaljke od plosnatog čelika

F.4.1 Poprečne vibracije prouzročene vrtloženjem

(1) Proračun za poprečne vibracije prouzročene vrtloženjem kod vješaljki od plosnatog čelika treba provesti za sve oblike vibracija s frekvencijama f_i manjim od 10 Hz.



Legenda:

1 smjer vjetra

Slika F.4(HR) – Omjeri dimenzija za vibracije prouzročene vrtloženjem

(2) Poprečno uzbudno opterećenje dano je izrazom:

$$q = 1,57 c_{\text{lat}} b v_{\text{crit},i}^2 k_{F,i} k_{T,i} k_{H,i} \quad [\text{kN/m}] \quad (\text{F.14})(\text{HR})$$

gdje je:

$v_{crit,i}$ kritična brzina vjetra za i -ti oblik vlastitih vibracija

$$v_{crit,i} = (f_i D) / S_t \quad [\text{m/s}] \quad (\text{F.15})(\text{HR})$$

b visina profila prema slici F.4(HR) u m

c_{lat} koeficijent uzbudne sile za pravokutne poprečne presjeke:

$$c_{lat} = 1,1 \quad \text{za} \quad 0 \leq b/d \leq 4 \quad (\text{F.16a})(\text{HR})$$

$$c_{lat} = 1,1 - 0,8 \frac{(b/d) - 4}{8} \quad \text{za} \quad 4 \leq b/d \leq 8 \quad (\text{F.16b})(\text{HR})$$

$$c_{lat} = 0,7 \quad \text{za} \quad 8 \leq b/d \quad (\text{F.16c})(\text{HR})$$

$k_{F,i}$ faktor smanjenja u skladu s točkom F.3.2(HR)

$k_{T,i}$ faktor smanjenja za uzimanje u obzir turbulencije:

$$k_{T,i} = 1,0 \quad \text{za} \quad v_{crit,i} \leq 8 \text{ m/s} \quad (\text{F.17a})(\text{HR})$$

$$k_{T,i} = \left(\frac{8}{v_{crit,i}} \right)^3 \quad \text{za} \quad v_{crit,i} \geq 8 \text{ m/s} \quad (\text{F.17b})(\text{HR})$$

$k_{H,i}$ faktor smanjenja za uzimanje u obzir učestalosti:

$$k_{H,i} = 1,12 \left(\frac{f_i}{f_0} \right) e^{-0,01 \left(\frac{v_{crit,i}}{v_0} \right)^2} \leq 1 \quad (\text{F.18})(\text{HR})$$

S_t Strouhalov broj za pravokutne presjeke

b/d	0,1	0,2	0,285	0,34 do 0,5	1 do 8
Strouhalov broj S_t	0,09	0,11	0,15	0,06	0,12

NAPOMENA: Međuvrijednosti se mogu interpolirati.

(3) Proračun momenata savijanja za svaki oblik vibracija i određivanje logaritamskog dekrementa prigušenja provodi se u skladu s točkom F.3.2(HR).

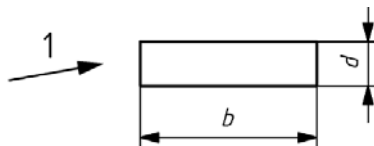
(4) Poprečno uzbudno opterećenje q treba uzeti kao konstantno djelovanje na duljini $L_w = 24 D$, vidjeti sliku F.2(HR). Razliku naprezanja treba proračunati prema izrazu (F.5)(HR).

(5) Poprečne vibracije oko slabije osi zbog vrtloženja ne treba provjeravati, ako su ispunjeni geometrijski omjeri navedeni u točki F.2.3(HR) i ako je oblikovanje priključnih limova povoljno s obzirom na zamor.

F.4.2 Galopiranje

F.4.2.1 Nastupne brzine za vibracije savijanja prouzročene galopiranjem

(1) Pravokutne vješaljke s omjerom stranica $1,0 \leq b/d \leq 3,0$ treba ispitati s obzirom na vibracije savijanja prouzročene galopiranjem. Mjerodavna kritična brzina vjetra kod koje dolazi do galopiranja javlja se kod strujanja na kraću stranicu vješaljke d , vidjeti sliku F.5(HR).



Legenda:

1 smjer vjetra

Slika F.5(HR) – Omjeri izmjera za vibracije savijanja prouzročene galopiranjem

(2) Kritična brzina vjetra određena je sljedećim izrazom:

$$v_{\text{crit}} = \left(\frac{2m\delta}{\rho d^2} + a_0 \right) \frac{fd}{b_0} \quad \text{pri } v_{\text{crit}} \geq v_{\text{crit,min}} = c_0 fd \quad [\text{m/s}] \quad (\text{F.19})(\text{HR})$$

gdje je:

m masa na jedinicu duljine u kg/m

f vlastita frekvencija u Hz prvog oblika vibracija savijanja okomito na smjer vjetra (oko slabije osi) uzimajući u obzir karakterističnu uzdužnu silu u vješaljki zbog vlastite težine

δ logaritamski dekrement prigušenja pridruženog vlastitog oblika, gdje je $\delta = 0,0015$

d visina profila okomito na smjer djelovanja vjetra u m, vidjeti sliku F.5(HR)

ρ gustoća zraka ($\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$) [kg/m^3]

a_0, b_0, c_0 stabilizacijske vrijednosti za vibracije savijanja prouzročene galopiranjem:

b/d	1	1,5	2	3
a_0	-8	20	40	270
b_0	0,6	2,0	4,0	5,0
c_0	10	20	25	55

NAPOMENA: Međuvrijednosti se mogu interpolirati.

F.4.2.2 Kritična brzina za torzijske vibracije prouzročene galopiranjem

(1) Pravokutne vješaljke s omjerom stranica $b/d \geq 3,0$ treba ispitati s obzirom na torzijske vibracije savijanja prouzročene galopiranjem.

(2) Kritična brzina određena je sljedećim izrazom:

$$v_{\text{crit}} = \left(\frac{2\Theta\delta_T}{\rho d^4} + a_0 \right) \frac{fd}{b_0} \quad \text{pri } v_{\text{crit}} \geq v_{\text{crit,min}} = c_0 fd \quad (\text{F.20})(\text{HR})$$

gdje je:

Θ moment tromosti mase:

$$\Theta = \frac{m}{12} (b^2 + d^2) \quad [\text{kg m}^2/\text{m}] \quad (\text{F.21})(\text{HR})$$

d, b visina i širina profila u m, vidjeti sliku F.5(HR)

f vlastita frekvencija prvog oblika torzijskih vibracija u Hz uzimajući u obzir karakterističnu uzdužnu silu u vješaljki zbog vlastite težine

δ logaritamski dekrement prigušenja osnovnog oblika torzijskih vibracija, gdje je $\delta = 0,0015$

a_0, b_0, c_0 stabilizacijske vrijednosti za torzijske vibracije uzrokovane galopiranjem:

b/d	3	4	6	8
a_0	500	1 500	2 500	5 000
b_0	50	100	150	200
c_0	10	15	15	25

NAPOMENA: Međuvrijednosti se mogu interpolirati.

F.4.3 Učinci prouzročeni prometom

(1) Treba upotrijebiti djelovanja koja prouzročuju zamor u skladu s točkom F.3.4(HR).

F.4.4 Koncept kontrole

(1) Kontrolu na zamor treba provesti za razlike naprezanja zbog prometa i poprečnih vibracija prouzročenih vrtloženjem u skladu s točkom F.3.5.1(HR).

(2) Osim toga treba provjeriti jesu li kritične brzine za vibracije savijanja i torzijske vibracije zbog galopiranja veće od srednje brzine v_m u razini sredine vješaljke u skladu s normom HRN EN 1991-1-4:2012 uvećane za faktor 1,25:

$$v_{\text{crit}} > 1,25 v_m \quad \text{za vibracije savijanja zbog galopiranja i} \quad (\text{F.22})(\text{HR})$$

$$v_{\text{crit}} > 1,25 v_m \quad \text{za torzijske vibracije zbog galopiranja} \quad (\text{F.23})(\text{HR})$$

F.5 Daljnja ispitivanja

F.5.1 Općenito

(1) Daljnja ispitivanja i eventualno dodatne mjere, koje uključuju privremene prisilne mjere potrebni su ako proračunske provjere priključaka vješaljki u skladu s postupcima navedenim u točkama F.2(HR), F.3(HR) i F.4(HR) nisu ispunjene. Pri tome treba upotrijebiti sljedeća načela.

F.5.2 Projektne mjere

(1) Prvo treba provjeriti je li konstrukcijskim promjenama moguće zadovoljiti uvjete u skladu s točkom F.2(HR).

(2) Ako se uvjet može zadovoljiti povećanjem prigušenja u odnosu na pretpostavljenu vrijednost treba projektom predvidjeti mogućnost ugradbe mjera za povećanje prigušenja.

(3) Ugradbom navarenih spirala ili povećanjem hrapavosti vanjske površine može se spriječiti pojava vibracija prouzročenih kišom i vjetrom.

F.5.3 Prisilne mjere

(1) Ako se na gotovoj konstrukciji opaze vibracije treba eventualno provesti prisilne mjere zbog povećanja prigušenja (ugradba privremenih zatega i sl.).

F.5.4 Povećanje prigušenja

(1) Povećanje prigušenja može se postići ugradbom dinamičkih prigušivača vibracija ili dodatne užadi.

(2) Potrebne dekremeente prigušenja treba odrediti u skladu s točkama F.3.5(HR) i F.4.4(HR). Raspored prigušivača treba odrediti mjerenjima prigušenja i frekvencija na gotovoj konstrukciji.

(3) Postignuće potrebnog prigušenja treba provjeriti kratkotrajnim mjerenjem.

F.5.5 Mjerenja

(1) Proračunske pretpostavke mogu se provjeriti kratkotrajnim mjerenjima. Treba odrediti mjerodavne vlastite vibracije i logaritamski dekrement prigušenja vješaljki u obama smjerovima.

(2) Dugotrajnim ispitivanjima mogu se dobiti kontinuirani podaci o naprezanjima vješaljki u duljem razdoblju. Pri tome su najvažnije mjerene razlike naprezanja mjerodavne za zamor i time prouzročeno oštećenje. S obzirom na opisane pojave vibracija treba mjerenjima prikupiti podatke o jačini i smjerovima vjetra te o intenzitetu kiše.

(3) Procijenjene su vrijednosti trajanja mjerenja od 3 do 6 mjeseci za obuhvaćanje poprečnih vibracija prouzročenih vrtloženjem, odnosno najmanje godinu dana za obuhvaćanje vibracija prouzročenih kišom i vjetrom.

(prazna stranica)

(prazna stranica)

(prazna stranica)

