
Evrokod 3: Projektiranje jeklenih konstrukcij – 1-9. del: Utrujanje

Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-9: Fatigue

Eurocode 3: Calcul des structures en acier – Partie 1-9: Fatigue

Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-9: Ermüdung

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

SIST EN 1993-1-9:2005

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/77a3e59f-4a40-44dd-9a12-e7204c80b89f/sist-en-1993-1-9-2005>

NACIONALNI UVOD

Standard SIST EN 1993-1-9 (sl), Evrokod 3: Projektiranje jeklenih konstrukcij – 1-9. del: Utrujanje, 2005, ima status slovenskega standarda in je istoveten evropskemu standardu EN 1993-1-9 (en), Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-9: Fatigue, 2005.

NACIONALNI PREDGOVOR

Evropski standard EN 1993-1-9:2005 je pripravil tehnični odbor Evropskega komiteja za standardizacijo CEN/TC 250 Konstrukcijski evrokodi, katerega tajništvo je v pristojnosti BSI.

Slovenski standard SIST EN 1993-1-9:2005 je prevod evropskega standarda EN 1993-1-9:2005. V primeru spora glede besedila slovenskega prevoda v tem standardu je odločilen izvorni evropski standard v angleškem jeziku. Slovensko izdajo standarda je pripravil tehnični odbor SIST/TC KON Konstrukcije.

ZVEZA Z NACIONALNIMI STANDARDI

V standardu SIST EN 1993-1-9:2005 pomeni sklicevanje na evropske in mednarodne standarde, ki je vključeno v ta evropski standard, sklicevanje na enakovredne slovenske standarde, npr.:

EN 1993-1-8 pomeni SIST EN 1993-1-8.

NACIONALNI DODATEK

V skladu s standardom EN 1993-1-9:2005 bo pripravljen nacionalni dodatek k standardu SIST EN 1993-1-9:2005. Nacionalni dodatek vsebuje alternativne postopke, vrednosti in priporočila za razrede z opombami, ki kažejo, kje se lahko uveljavi nacionalna izbira. Zato bo nacionalni dodatek SIST EN 1993-1-9:2005/A101 vseboval nacionalno določene parametre, ki jih je treba uporabiti pri projektiranju stavb in gradbenih inženirskih objektov, ki bodo zgrajeni v Republiki Sloveniji.

Nacionalna izbira je v EN 1993-1-9:2005 dovoljena v:

- 1.1(2) <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/77a3e59f-4a40-44dd-9a12-e7204c80b89f/sist-en-1993-1-9-2005>
- 2(2)
- 2(4)
- 3(2)
- 3(7)
- 5(2)
- 6.1(1)
- 6.2(2)
- 7.1(3)
- 7.1(5)
- 8(4)

OSNOVA ZA IZDAJO STANDARDARDA

- privzem standarda EN 1993-1-9:2005

OPOMBE

- Povsod, kjer se v besedilu standarda uporablja izraz “evropski standard”, v SIST EN 1993-1-9:2005 to pomeni “slovenski standard”.
- Nacionalni uvod in nacionalni predgovor nista sestavni del standarda.

- Ta nacionalni dokument je istoveten z EN 1993-1-9:2005 in je objavljen z dovoljenjem

CEN
Rue de Stassart 36
1050 Bruselj
Belgija

This national document is identical with EN 1993-1-9:2005 and is published with the permission of

CEN
Rue de Stassart, 36
1050 Bruxelles
Belgium

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[SIST EN 1993-1-9:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/77a3e59f-4a40-44dd-9a12-e7204c80b89f/sist-en-1993-1-9-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/77a3e59f-4a40-44dd-9a12-e7204c80b89f/sist-en-1993-1-9-2005>

(Prazna stran)

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

SIST EN 1993-1-9:2005

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/77a3e59f-4a40-44dd-9a12-e7204c80b89f/sist-en-1993-1-9-2005>

Slovenska izdaja

Evrokod 3: Projektiranje jeklenih konstrukcij – 1-9. del: Utrujenje

Eurocode 3: Design of steel
structures – Part 1-9: Fatigue

Eurocode 3: Calcul des
structures en acier –
Partie 1-9: Fatigue

Eurocode 3: Bemessung und
Konstruktion von Stahlbauten
– Teil 1-9: Ermüdung

Ta evropski standard je CEN sprejel 23. aprila 2004.

Člani CEN morajo izpolnjevati notranje predpise CEN/CENELEC, s katerimi je predpisano, da mora biti ta standard brez kakršnihkoli sprememb sprejet kot nacionalni standard. Najnovejši sezname teh nacionalnih standardov z njihovimi bibliografskimi podatki se na zahtevo lahko dobijo pri Centralnem sekretariatu ali katerikoli članici CEN.

Ta evropski standard obstaja v treh izvornih izdajah (angleški, francoski in nemški). Izdaje v drugih jezikih, ki jih članice CEN na lastno odgovornost prevedejo in izdajo ter prijavijo pri Centralnem sekretariatu CEN, veljajo kot uradne izdaje.

Člani CEN so nacionalni organi za standarde Avstrije, Belgije, Cipra, Češke republike, Danske, Estonije, Finske, Francije, Grčije, Irske, Islandije, Italije, Latvije, Litve, Luksemburga, Madžarske, Malte, Nemčije, Nizozemske, Norveške, Poljske, Portugalske, Slovaške, Slovenije, Španije, Švedske, Švice in Združenega kraljestva.

CEN

Evropski komite za standardizacijo
European Committee for Standardisation
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung

Centralni sekretariat: Rue de Stassart 36, B-1050 Bruselj

Vsebina	Stran
1 Splošno	6
1.1 Področje uporabe.....	6
1.2 Zveza z drugimi standardi.....	6
1.3 Izrazi in definicije.....	7
1.4 Simboli	9
2 Osnovne zahteve in metode	9
3 Metode za oceno odpornosti	10
4 Napetosti zaradi obtežb pri utrujanju	11
5 Izračun napetosti.....	12
6 Izračun razlik napetosti	13
6.1 Splošno	13
6.2 Projektna vrednost nazivne razlike napetosti	13
6.3 Projektna vrednost modificirane nazivne razlike napetosti.....	13
6.4 Projektna vrednost razlike napetosti pri varjenih vozliščih, v katerih se stikajo votli profili	14
6.5 Projektna vrednost geometrijske razlike napetosti	14
7 Trdnost utrujanja	14
7.1 Splošno	14
7.2 Modifikacije trdnosti utrujanja	17
8 Preverjanje utrujanja	17
Dodatek A [normativni]: Določanje parametrov obtežbe utrujanja in načini preverjanja	32
Dodatek B [normativni]: Odpornost proti utrujanju z uporabo metode geometrijskih napetosti (konice napetosti)	35

Predgovor

Ta evropski standard EN 1993, Evrokod 3: Projektiranje jeklenih konstrukcij, je pripravil tehnični odbor CEN/TC 250 Konstrukcijski evrokodi, katerega sekretariat je na BSI. CEN/TC 250 je odgovoren za vse konstrukcijske evrokode.

Ta evropski standard mora postati nacionalni standard z objavo istovetnega besedila ali z uradno razglasitvijo najpozneje do novembra 2005, nacionalni standardi, ki so z njim v nasprotju, pa morajo biti umaknjeni najpozneje marca 2010.

Ta dokument nadomešča ENV 1993-1-1.

CEN/TC 250 je odgovoren za vse konstrukcijske evrokode.

Po določenih notranjih predpisov CEN/CENELEC so ta evropski standard dolžni sprejeti nacionalni organi za standarde naslednjih držav: Avstrije, Belgije, Cipra, Češke republike, Danske, Estonije, Finske, Francije, Grčije, Islandije, Irske, Italije, Latvije, Litve, Luksemburga, Madžarske, Malte, Nemčije, Nizozemske, Norveške, Poljske, Portugalske, Slovaške, Slovenije, Španije, Švedske, Švice in Združenega kraljestva.

Ozadje programa evrokodov

Komisija Evropskih skupnosti se je v letu 1975 na podlagi 95. člena Rimske pogodbe odločila, da sprejme akcijski program na področju gradbeništva. Cilj programa je bil odstraniti tehnične ovire pri trgovanju in uskladiti tehnične specifikacije.

Znotraj tega programa je Komisija spodbudila pripravo niza usklajenih tehničnih pravil za projektiranje gradbenih objektov, ki bi se sprva uporabljala kot alternativa različnim pravilom, veljavnim v posameznih državah članicah, končno pa bi jih nadomestila v celoti.

Komisija je s pomočjo upravnega odbora, v katerem so bili predstavniki držav članic, petnajst let vodila razvoj programa evrokodov, katerega rezultat je bila prva generacija evrokodov v osemdesetih letih 20. stoletja.

Leta 1989 so se Komisija in države članice EU in EFTA odločile, da na podlagi dogovora¹ med Komisijo in CEN z več pooblastili prenesejo pripravo in objavljanje evrokodov na CEN, da bi evrokodi v prihodnje imeli status evropskih standardov (EN). To je evrokode dejansko povežalo z določbami vseh direktiv Sveta in/ali odločbami Komisije, ki se nanašajo na evropske standarde (npr. Direktiva Sveta 89/106/EGS o gradbenih proizvodih (CPD) in Direktive Sveta 93/37/EGS, 92/50/EGS ter 89/440/EGS o javnih delih in storitvah ter ustrezne direktive EFTA, ki so bile sprejete za uveljavitev notranjega trga).

Program konstrukcijskih evrokodov obsega naslednje standarde, ki imajo na splošno več delov:

EN 1990	Evrokod 0:	Osnove projektiranja konstrukcij
EN 1991	Evrokod 1:	Vplivi na konstrukcije
EN 1992	Evrokod 2:	Projektiranje betonskih konstrukcij
EN 1993	Evrokod 3:	Projektiranje jeklenih konstrukcij
EN 1994	Evrokod 4:	Projektiranje sovprežnih jeklenih in betonskih konstrukcij
EN 1995	Evrokod 5:	Projektiranje lesenih konstrukcij
EN 1996	Evrokod 6:	Projektiranje zidanih konstrukcij
EN 1997	Evrokod 7:	Geotehnično projektiranje

¹ Dogovor med Komisijo Evropskih skupnosti in Evropskim komitejem za standardizacijo (CEN) o pripravi evrokodov za projektiranje stavb in gradbenih inženirskih objektov (BC/CEN/0389).

EN 1998	Evrokod 8:	Projektiranje potresnoodpornih konstrukcij
EN 1999	Evrokod 9:	Projektiranje aluminijevih konstrukcij

Evrokodi priznavajo odgovornost pristojnih oblasti v vsaki državi članici in jim dopuščajo pravico, da vrednosti, povezane z varnostjo, določajo na nacionalni ravni, od države do države različno.

Status in področje veljavnosti evrokodov

Članice EU in EFTA priznavajo evrokode kot referenčne dokumente za naslednje namene:

- kot način za dokazovanje ustreznosti stavb in gradbenih inženirskih objektov bistvenim zahtevam Direktive Sveta 89/106/EGS, zlasti bistveni zahtevi št. 1 »Mehanska odpornost in stabilnost« in bistveni zahtevi št. 2 »Varnost pri požaru«,
- kot podlago za specifikacijo pogodb za gradnjo gradbenih objektov in spremljajoče inženirske storitve,
- kot okvir za pripravo harmoniziranih tehničnih specifikacij za gradbene proizvode (EN in ETA).

Kjer se evrokodi nanašajo na gradbene objekte, so neposredno povezani z razlagalnimi dokumenti², navedenimi v 12. členu Direktive o gradbenih proizvodih (CPD), čeprav je njihova narava drugačna od narave harmoniziranih standardov za proizvode³. Zato morajo tehnični odbori CEN in/ali delovne skupine EOTA, ki pripravljajo tehnične specifikacije za proizvode, upoštevati tehnične vidike evrokodov, da bi s tem dosegli popolno usklajenost teh tehničnih specifikacij z evrokodi.

Evrokodi vsebujejo skupna pravila za vsakdanjo rabo pri projektiranju običajnih in inovativnih konstrukcij kot celote ali posameznih konstrukcijskih delov. Evrokodi ne vsebujejo posebnih določil za nenavadne oblike konstrukcij ali nenavadne projektne pogoje. V teh primerih je potrebno sodelovanje z izvedenci.

Nacionalne izdaje evrokodov

SIST EN 1993-1-9:2005

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/77a3e59f-4a40-44dd-9a12-7204c0b8713d/en-1993-1-9:2005>

Nacionalna izdaja evrokoda vsebuje poleg celotnega besedila evrokoda (z vsemi dodatki), kot ga je objavil CEN, tudi morebitno nacionalno naslovnico, nacionalni predgovor in nacionalni dodatek.

Nacionalni dodatek lahko vsebuje le podatke o parametrih, ki so v evrokodu navedeni kot nacionalno določeni parametri (NDP). Ti parametri veljajo za projektiranje konstrukcij stavb in gradbenih inženirskih objektov v državi, v kateri bodo zgrajeni. To so:

- vrednosti in/ali razredi, kjer evrokodi dopuščajo alternative,
- vrednosti, kjer evrokodi navajajo le simbole,
- podatki, specifični za državo (geografski, podnebni itn.), kot je npr. karta snega,
- postopek, če jih evrokod dopušča več.

Nacionalni dodatek lahko vsebuje tudi:

- odločitev o uporabi informativnih dodatkov,
- napotke o dodatnih informacijah, ki niso v nasprotju z evrokodi, za pomoč uporabniku.

² V skladu s 3.3 členom CPD je treba bistvene zahteve v razlagalnih dokumentih konkretizirati tako, da se pri tem vzpostavi zveza med bistvenimi zahtevami in pooblastili za pripravo harmoniziranih EN in smernic ETAG/ETA.

³ V skladu z 12. členom CPD morajo razlagalni dokumenti:

- a) konkretizirati bistvene zahteve s poenotenjem izrazov in tehničnih podlag ter z določitvijo razredov ali stopenj zahtevnosti za vsako zahtevo, kadar je to potrebno,
- b) nakazati metode za povezavo razredov ali stopenj zahtevnosti s tehničnimi specifikacijami, npr. metode računa in dokazov, tehnična pravila za projektiranje ipd.,
- c) biti uporabni kot podlaga za pripravo harmoniziranih standardov ali smernic za evropska tehnična soglasja. Evrokodi imajo dejansko podobno vlogo pri bistveni zahtevi št. 1 in delno pri bistveni zahtevi št. 2.

Zveze med evrokodi in harmoniziranimi tehničnimi specifikacijami (EN in ETA) za proizvode

Harmonizirane tehnične specifikacije za gradbene proizvode morajo biti usklajene s tehničnimi pravili za objekte⁴. Nadalje morajo navodila, povezana z označevanjem CE gradbenih proizvodov, ki se sklicujejo na evrokode, natančno določiti, katere nacionalno predpisane parametre upoštevajo.

Nacionalni dodatek k EN 1993-1-9

Ta standard vsebuje alternativne postopke, vrednosti in priporočila za razrede z opombami, ki kažejo, kje se lahko uveljavi nacionalna izbira. Zato naj bi nacionalne izdaje EN 1993-1-9 imele nacionalni dodatek z vsemi nacionalno določenimi parametri, ki jih je treba uporabiti pri projektiranju jeklenih konstrukcij za graditev v tej državi.

Nacionalna izbira je v EN 1993-1-9 dovoljena v:

- | | | |
|----------|----------|----------|
| – 1.1(2) | – 3(7) | – 7.1(3) |
| – 2(2) | – 5(2) | – 7.1(5) |
| – 2(4) | – 6.1(1) | – 8(4) |
| – 3(2) | – 6.2(2) | |

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[SIST EN 1993-1-9:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/77a3e59f-4a40-44dd-9a12-e7204c80b89f/sist-en-1993-1-9-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/77a3e59f-4a40-44dd-9a12-e7204c80b89f/sist-en-1993-1-9-2005>

⁴ Glej 3.3 in 12. člen CPD in tudi točke 4.2, 4.3.1, 4.3.2 in 5.2 v prvem razlagalnem dokumentu.

1 Splošno

1.1 Področje uporabe

- (1) EN 1993-1-9 navaja metode za oceno odpornosti proti utrujanju pri elementih, spojih in vozliščih, ki so izpostavljeni obtežbi utrujanja.
- (2) Te metode izhajajo iz preskusov utrujanja, izvedenih s preskušanci v naravni velikosti, pri katerih so se upoštevali vplivi geometrijskih in konstrukcijskih nepopolnosti zaradi izdelave materiala in izdelave konstrukcijskih elementov (npr. vplivi toleranc in zaostalih napetosti od varjenja).

OPOMBA 1: Za tolerance glej EN 1090. Do objave EN 1090 je lahko v nacionalnem dodatku predpisan drug standard za izvedbo jeklenih konstrukcij.

OPOMBA 2: V nacionalnem dodatku so lahko navedene dodatne informacije o zahtevah glede nadzora med izdelavo konstrukcij.

- (3) Pravila veljajo za konstrukcije, katerih izvedba je v skladu z EN 1090.

OPOMBA: Kadar je primerno, se dodatne zahteve navedejo v preglednicah s kategorijami konstrukcijskih detajlov.

- (4) Metode, navedene v tem delu, veljajo za vse kakovosti konstrukcijskih jekel, nerjavnih jekel, nezaščitenih vremensko odpornih jekel, razen kadar je v preglednicah kategorij konstrukcijskih detajlov navedeno drugače. Ta del velja za materiale, ki izpolnjujejo zahteve glede žilavosti, navedene v EN 1993-1-10.
- (5) Druge metode za oceno odpornosti proti utrujanju, razen metode $\Delta\sigma_R-N$, kot na primer metoda »notch strain« ali metode lomne mehanike, v tem delu niso obravnavane.
- (6) Naknadni postopki za izboljšanje odpornosti proti utrujanju, razen popuščanja zaostalih napetosti, v tem delu niso obravnavani.
- (7) Trdnosti utrujanja, navedene v tem delu, veljajo za konstrukcije, ki delujejo v normalnih atmosferskih pogojih in so redno vzdrževane. Vplivi korozije zaradi morske vode niso vključeni. Mikropoškodbe zaradi visokih temperatur (>150 °C) niso vključene.

1.2 Zveze z drugimi standardi

Ta evropski standard vključuje z datiranim ali nedatiranim sklicevanjem določila iz drugih publikacij. Ta sklicevanja na standarde so navedena na ustreznih mestih v besedilu, publikacije pa so našteje spodaj. Pri datiranem sklicevanju se pri uporabi tega evropskega standarda poznejša dopolnila ali spremembe katerekoli od teh publikacij upoštevajo le, če so z dopolnilom ali spremembo vključene vanj. Pri nedatiranem sklicevanju pa se uporablja zadnja izdaja publikacije, na katero se sklicuje (vključno z dopolnili).

Ta standard se sklicuje na naslednje standarde:

- EN 1090 Izvedba jeklenih konstrukcij – Tehnične zahteve
- EN 1990 Osnove projektiranja konstrukcij
- EN 1991 Vplivi na konstrukcije
- EN 1993 Projektiranje jeklenih konstrukcij
- EN 1994-2 Projektiranje sovprežnih jeklenih in betonskih konstrukcij – 2. del: Mostovi

1.3 Izrazi in definicije

- (1) Spodaj navedeni izrazi in definicije se za potrebe tega evropskega standarda uporabljajo z naslednjimi pomeni:

1.3.1 Splošno

1.3.1.1 Utrujanje: Proces nastanka in rasti razpoke v konstrukcijskem elementu zaradi vplivov spreminjajoče se napetosti.

1.3.1.2 Nazivna napetost: Napetost v osnovnem materialu ali v zvaru v bližini lege potencialne razpoke, izračunana po elastični teoriji brez upoštevanja vpliva koncentracij napetosti.

OPOMBA: Nazivna napetost, kot je opredeljena v tem delu, je lahko normalna napetost, strižna napetost, glavna napetost ali ekvivalentna napetost.

1.3.1.3 Modificirana nazivna napetost: Nazivna napetost, pomnožena s primernim faktorjem koncentracije napetosti k_t , s katerim se upošteva nezveznost v geometriji, ki ni bila upoštevana pri klasifikaciji posameznega konstrukcijskega detajla.

1.3.1.4 Geometrijska napetost, konica napetosti: Največja glavna napetost v osnovnem materialu ob zaključku zvara, izračunana ob upoštevanju vpliva koncentracij napetosti zaradi globalne geometrije posameznega konstrukcijskega detajla.

OPOMBA: Vplivov lokalne koncentracije napetosti, npr. oblike zvara (ki je že vključena v kategorijo konstrukcijskega detajla v dodatku B), ni treba upoštevati.

1.3.1.5 Zaostala napetost: Zaostale napetosti predstavljajo stalno stanje napetosti v konstrukciji, za katerega velja statično ravnotežje in je neodvisno od zunanje obtežbe. Zaostale napetosti se v konstrukciji pojavijo zaradi procesov izdelave: valjanja, rezanja in varjenja ali zaradi slabega naleganja med elementi ali delne plastifikacije konstrukcije.

1.3.2 Parametri obtežbe pri utrujanju

1.3.2.1 Obtežni dogodek: Določeno zaporedje obtežb, ki delujejo na konstrukcijo in povzročajo zgodovino napetosti, ponavadi z znanim številom ponovitev v življenjski dobi konstrukcije.

1.3.2.2 Zgodovina napetosti: Izmerjeno ali izračunano spreminjanje napetosti v določeni točki konstrukcije v času obtežnega dogodka.

1.3.2.3 Metoda vodnega toka: Posebna metoda za štetje ciklov, ki na osnovi dane zgodovine obremenjevanja omogoči izdelavo spektra razlik napetosti.

1.3.2.4 Metoda rezervoarja: Posebna metoda za štetje ciklov, ki na osnovi dane zgodovine obremenjevanja omogoča izdelavo spektra razlik napetosti.

OPOMBA: Za matematične osnove glej dodatek A.

1.3.2.5 Razlika napetosti: Razlika med dvema ekstremnima napetostma v obravnavanem napetostnem ciklu, ki je rezultat zgodovine obremenjevanja.

1.3.2.6 Spekter razlik napetosti: Histogram pogostosti pojavljanja vseh razlik napetosti različnih velikosti, izmerjen ali izračunan za posamezni obtežni dogodek.

1.3.2.7 Projektni spekter: Vsota vseh spektrov razlik napetosti za celotno projektno življenjsko dobo, pomembna za oceno odpornosti proti utrujanju.

1.3.2.8 Projektna življenjska doba: Referenčno obdobje, v katerem mora konstrukcija obratovati varno ob sprejemljivi verjetnosti, da ne bo prišlo do porušitve zaradi nastanka utrujenostne razpoke.

1.3.2.9 Življenjska doba pri utrujanju: Napovedano časovno obdobje, ki bo zaradi utrujanja pri delovanju projektnega spektra povzročilo porušitev.

1.3.2.10 Minerjevo seštevanje: Izračun linearne akumulacije poškodb na osnovi Palmgren-Minerjevega pravila.

1.3.2.11 Ekvivalentna konstantna razlika napetosti: Konstantna razlika napetosti, ki bi povzročila enako življenjsko dobo utrujanja kot projektni spekter, če primerjava temelji na Minerjevem seštevanju.

OPOMBA: Za matematične osnove glej dodatek A.

1.3.2.12 Obtežba pri utrujanju: Skupina obtežnih parametrov, ki temeljijo na značilnem obtežnem dogodku, opisanem z lego in velikostjo obtežb, pogostnostjo pojavljanja, vrstnim redom in medsebojnim zamikom.

OPOMBA 1: Vplivi pri utrujanju, navedeni v EN 1991, predstavljajo zgornje meje vrednosti, določene na osnovi meritev notranjih sil v skladu z dodatkom A.

OPOMBA 2: Obtežni parametri, navedeni v EN 1991, so:

- Q_{max} , n_{max} , standardni spekter ali
- $Q_{E,n_{max}}$, ki se nanaša na n_{max} , ali
- $Q_{E,2}$, ki se nanaša na $n = 2 \times 10^6$ ciklov.

Dinamični vplivi so v teh parametrih že upoštevani, razen če ni navedeno drugače.

1.3.2.13 Ekvivalentna konstantna amplituda obtežbe pri utrujanju: Poenostavljena obtežba s konstantno amplitudo, ki povzroča enake utrujenostne poškodbe kot niz dejanskih obtežnih dogodkov s spremenljivo amplitudo.

1.3.3 Trdnost utrujanja

SIST EN 1993-1-9:2005

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/77a3e59f-4a40-44dd-9a12-720c2812317a/en-1993-1-9:2005>

1.3.3.1 Krivulja trdnosti utrujanja: Kvantitativna zveza med razliko napetosti in številom ciklov, potrebnih za porušitev zaradi utrujanja, ki se uporablja za oceno odpornosti posamezne kategorije konstrukcijskega detajla proti utrujanju.

OPOMBA: Trdnosti utrujanja, navedene v tem delu, so spodnje vrednosti, dobljene na podlagi ocene rezultatov preskusov za utrujanje v skladu z EN 1990 – dodatek D. V teh preskusih so bili uporabljeni veliki preskušanci naravne velikosti.

1.3.3.2 Kategorija konstrukcijskega detajla: Številčna oznaka posameznega konstrukcijskega detajla za navedeno smer delovanja spremenljivih napetosti z namenom, da se razloči, katera krivulja trdnosti utrujanja se uporabi za oceno odpornosti proti utrujanju (številka kategorije konstrukcijskega detajla označuje referenčno trdnost utrujanja $\Delta\sigma_C$ in N/mm^2).

1.3.3.3 Trajna trdnost utrujanja pri konstantni amplitudi: Mejna vrednost normalne ali strižne razlike napetosti, pod katero preskusi pri konstantni amplitudi napetosti ne pokažejo razvoja poškodb zaradi utrujanja. Pri spremenljivi amplitudi napetosti morajo biti vse razlike napetosti pod to mejno vrednostjo, da ne bo prišlo do razvoja poškodb zaradi utrujanja.

1.3.3.4 Spodnja meja utrujanja: Mejna vrednost, pod katero razlike napetosti projektnega spektra ne prispevajo k izračunani akumulaciji poškodb.

1.3.3.5 Vzdržljivost konstrukcijskega detajla: Doba do porušitve, izražena s številom ciklov, potrebnih za porušitev v pogojih delovanja zgodovine obremenjevanja s konstantno amplitudo napetosti.

1.3.3.6 Referenčna trdnost utrujanja: Konstantna razlika napetosti $\Delta\sigma_C$ posameznega konstrukcijskega detajla, ki ustreza vzdržljivosti $N = 2 \times 10^6$ ciklov.

1.4 Simboli

$\Delta\sigma$	razlika napetosti (normalne napetosti)
$\Delta\tau$	razlika napetosti (strižne napetosti)
$\Delta\sigma_E, \Delta\tau_E$	ekvivalentna konstantna razlika napetosti, vezana na n_{max}
$\Delta\sigma_{E,2}, \Delta\tau_{E,2}$	ekvivalentna konstantna razlika napetosti, vezana na 2 milijona ciklov
$\Delta\sigma_C, \Delta\tau_C$	referenčna trdnost utrujanja pri $N_C = 2$ milijona ciklov
$\Delta\sigma_D, \Delta\tau_D$	trajna trdnost utrujanja ob upoštevanju razlike napetosti v pogojih konstantne amplitude pri številu ciklov N_D
$\Delta\sigma_L, \Delta\tau_L$	spodnja meja razlike napetosti pri številu ciklov N_L
$\Delta\sigma_{eq}$	ekvivalentna razlika napetosti za spoje in v stojinah ortotropnih plošč
$\Delta\sigma_{C,red}$	reducirana referenčna vrednost trdnosti utrujanja
γ_{Ff}	delni faktor za ekvivalentno konstantno razliko napetosti $\Delta\sigma_E, \Delta\tau_E$
γ_{Mf}	delni faktor za trdnost utrujanja $\Delta\sigma_C, \Delta\tau_C$
m	naklon krivulje trdnosti utrujanja
λ_i	faktor ekvivalentnih poškodb
ψ_1	faktor za določitev pogoste vrednosti spremenljivega vpliva
Q_k	karakteristična vrednost posameznega spremenljivega vpliva
k_s	redukcijski faktor za upoštevanje vpliva velikosti na trdnost utrujanja
K_1	faktor povečanja nazivne razlike napetosti zaradi upoštevanja sekundarnih upogibnih momentov v paličnih konstrukcijah
k_f	faktor koncentracije napetosti
N_R	projektna življenjska doba, izražena s številom ciklov v pogojih konstantne razlike napetosti

2 Osnovne zahteve in metode

(1)P Konstrukcijski elementi morajo biti projektirani tako, da je raven verjetnosti, da bo njihovo obnašanje med projektno življenjsko dobo zadovoljivo, sprejemljiva.

OPOMBA: Za konstrukcije, ki so na utrujanje projektirane z uporabo vplivov utrujanja iz EN 1991 in trdnosti utrujanja v skladu s tem delom, velja, da zadoščajo temu pogoju.

(2) Dodatek A se lahko uporabi za določanje posebnih obtežnih modelov, če

- v EN 1991 ni na voljo ustreznega obtežnega modela za utrujanje,
- se zahteva bolj realističen obtežni model za utrujanje.

OPOMBA: Zahteve za določanje posebnih obtežnih modelov utrujanja so lahko navedene v nacionalnem dodatku.

(3) Preskusi za določanje trdnosti utrujanja se lahko izvedejo za:

- določanje trdnosti utrujanja za konstrukcijske detajle, ki niso obravnavani v tem delu,
- določanje življenjske dobe pri utrujanju prototipov, za dejanske ali ekvivalentne obtežbe utrujanja.