

EUROKOODEKS 3: TERASKONSTRUKTSIOONIDE PROJEKTEERIMINE

Osa 1-2: Üldeeskirjad

Tulepüsivusarvutus

Eurocode 3: Design of steel structures

Part 1-2: General rules

Structural fire design

Käesolev parandus on koostatud Euroopa standardi EN 1993-1-2:2005 "Eurocode 3: Design of steel structures – Part 1-2: General rules – Structural Fire Design" eestikeelsele versioonile. Teatis paranduse kohta on avaldatud EVS Teataja 2010. aasta oktoobrikuu numbris.

Standardiparandusest EN 1993-1-2:2005/AC:2005 tulenevad parandused

1) 2.1.1, 2.4.1 ja 4.2.1

Lisada "P" pärast lõigu numbrit ja kirjutada "tuleks" asemel "tuleb" või "peab", kus see on kohane. Parandused on allakriipsutatud ja näevad välja järgmised:

'2.1.1 Põhinõuded'

"(1)P Kui tulekahjuolukorras nõutakse teraskonstruktsioonidelt mehaanilist vastupidavust, tuleb nad projekteerida ja ehitada nii, et nad säilitaksid kandevõime kogu nõutava tulepüsivusaja kestel."

'2.4.1 Üldist'

"(2)P Tuleb tõestada, et kõnealuse tulemõjuaja t kestel:"

'4.2.1 Üldist'

"(1)P Oletatakse, et konstruktsioonelemendi kandevõime peab säilima antud tulekahjus aja t kestel, kui on täidetud tingimus:"

Standardiparandusest EN 1993-1-2:2005/AC:2009 tulenevad parandused

2) 1.1.2 EN 1993-1-2 käsitusala

Lõik '(4)' kustutada "(vt EN 1991-1-2)" ja asendada "eelpoolmainitud funktsioone" järgmiselt: "kandevõime funktsioone".

Lõik '(6)' "Siin toodud meetodid kohalduvad standardite EN 10025 ja EN 10219 kohastele teraseklassidela S235, S275, S355, S420 ja S460" asendada "Teraseklassidele S235, S275, S355, S420 ja S460 kohaldatavad meetodid on standardis EN 10025 ning kõigile teraseklassidele kohaldatavad meetodid on standardites EN 10210 ja EN 10219."

3) 1.2 Normatiivviited

Kustutada:

"EN 10155 Structural steels with improved atmospheric corrosion resistance - Technical delivery conditions".

Lisada EN 1993 jaotisesse "Part 1-4 General rules : Supplementary rules for stainless steels" järelle: "Part 1-8 General Rules: Design of joints".

4) 1.4 Põhimõtete ja rakendusjuhiste eristamine

Lõik '(1)' asendada järgmiselt: "Kohaldatakse standardi EN 1990 jaotise 1.4 ja EN 1991-1-2 reegleid."

5) 1.5.1.3 kaitstud konstruktsioonielemendid (*protected members*)

Kustutada pealkiri ja tekst.

6) 1.5.2.2 temperatuuri-aja kõverad (*temperature-time curves*)

Kustutada pealkiri ja tekst.

7) 1.5.4.5 resulteeruv mustvärvusaste (*resulting emissivity*)

Kustutada pealkiri ja tekst ning nummerdada järgnevad punktid järgmiselt:

"Ristlõiketegur (*section factor*)", muuta pealkirja number "1.5.4.5"-ks.

"Kastristlõiketegur (*box value of section factor*)", muuta pealkirja number "1.5.4.6"-ks.

8) 1.5.5.3 väliskonstruktsioonielement (*external member*)

Kustutada pealkiri ja tekst.

9) 1.5.5.4 pinge maksimumtase (*maximum stress level*)

Kustutada pealkiri ja tekst.

10) 1.6 Tähised

Muuta lõik '(1)' "Ladina tähestiku suurtähed" järgmiselt:

A_i ristlõikeosa, mille temperatuur on θ_i ;

A_m elemendi tulele avatud pindala pikkusühiku kohta;

A_m/V kaitsmata teraselementide tegur;

C_i elemendi pinna i kaitstusetegur;

A_p tulekaitsematerjali arvesse võetav pindala varda pikkusühiku kohta [m^2];

E_a terase elastsusmoodul normaaltemperatuuril;

$E_{a,\theta}$ terase pinge-deformatsiooni diagrammi lineaarse elastse piirkonna kalle kõrgendatud temperatuuril θ_a ;

$E_{fi,d}$ EN 1991-1-2 järgi leitud koormustulemi arvutusväärtus tulekahjuolukorras, kaasa arvatud temperatuuripikenemise ja deformatsioonide mõju;

$F_{b,Rd}$ poldiaugu serva arvutuslik kandevõime;

$F_{b,t,Rd}$ poldiaugu serva arvutuslik kandevõime kõrgel temperatuuril;

$F_{v,Rd}$ poldi ühe töötava ristlõike arvutuslik lõiketugevus, kui töötav lõige asub keermestatud osas;

$F_{v,t,Rd}$	poltide arvutuslik lõiketugevus kõrgel temperatuuril;
$F_{w,Rd}$	nurkõmbluse arvutustugevus ühikpikkuse kohta;
$F_{w,t,Rd}$	nurkõmbluse arvutustugevus ühikpikkuse kohta kõrgel temperatuuril;
G_k	alaliskoormuse normväärtus;
I_f	avade soojusvoo kiirguseosa;
I_z	leegi soojusvoo kiirguseosa;
$I_{z,i}$	leegi soojusvoo kiirguseosa posti pinnale i ;
L	asjasse puutuva korruse kõrgus;
$M_{b,fi,t,Rd}$	painutatud varda kiivekandevõime ajahetkel t ;
$M_{fi,t,Rd}$	varda paindekandevõime ajahetkel t ;
$M_{fi,0,Rd}$	ristlõike arvutuslik paindekandevõime ühtlase temperatuuri θ_a puhul ristlõikes, mille temperatuuri tugi ei mõjuta;
M_{Rd}	ristlõike plastne paindekandevõime $M_{pl,Rd}$ normaaltemperatuuril; ristlõike elastne paindekandevõime $M_{el,Rd}$ normaaltemperatuuril;
$N_{b,fi,t,Rd}$	surutud varda nõtkekandevõime ajahetkel t ;
N_{Rd}	ristlõike arvutuslik kandevõime normaaltemperatuuril $N_{pl,Rd}$ standardi EN 1993-1-1 kohaselt;
$N_{fi,0,Rd}$	ühtlase temperatuurijaotusega tõmmatud varda arvutuslik kandevõime θ_a ;
$N_{fi,t,Rd}$	ebaühtlase temperatuurijaotusega tõmmatud varda arvutuslik kandevõime ajahetkel t ;
$Q_{k,1}$	muutuvkoormuse iseloomulik suurus;
$R_{fi,d,t}$	vastav arvutuslik kandevõime tulekahjuolukorras;
$R_{fi,d,0}$	$R_{fi,d,t}$ väärtus ajahetkel $t = 0$;
T_f	tulekahju temperatuur [K];
T_o	ava leegi temperatuur [K];
T_x	leegi tipu temperatuur [813 K];
T_z	leegi temperatuur [K];

- $T_{z,1}$ leegi temperatuur [K] tala aluspinna tasemel EN 1991-1-2, lisa B kohaselt;
- $T_{z,2}$ leegi temperatuur [K] tala ülapiinna tasemel EN 1991-1-2, lisa B kohaselt;
- V varda ruumala pikkusühiku kohta;
- $V_{fi,t,Rd}$ varda arvutuslik põikjõukandevõime ajahetkel t ;
- V_{Rd} ristlõike põikjõukandevõime normaaltemperatuuril standardi EN 1993-1-1 kohaselt;
- X_k tugevus- või deformeeruvusomaduste normsuurus (tavaliselt f_k või E_k) normaaltemperatuuril standardi EN 1993-1-1 kohaselt;

Ladina tähestiku väiketähed

- a_z leekide neelduvusvõime;
- c erisoojus;
- c_a terase erisoojus;
- c_p isolatsioonmaterjali temperatuurist sõltumatu erisoojus;
- d_i elemendi pinna i ristlõike mõõde;
- d_p tulekaitse isolatsioonimaterjali paksus;
- d_f tulekaitsematerjali kihi paksus (kaitsmata elemendil $d_f = 0$);
- $f_{p,\theta}$ terase proportsionaalsuspiir kõrgendatud temperatuuril θ ;
- f_y voolavuspiiri väärtus temperatuuril 20 °C;
- $f_{y,\theta}$ terase efektiivne voolavuspiir kõrgendatud temperatuuril θ ;
- $f_{y,i}$ vaadeldava pinnaosa materjali voolavuspiir f_y , mis võetakse plussmärgiga ristlõike surutud poolel ja miinuskärgiga ristlõike tõmmatud poolel;
- $f_{u,\theta}$ tõmbetugevus kõrgel temperatuuril, arvestades kalestumist;
- $\dot{h}_{net,d}$ arvutuslik erisoojusvoog pinnaühiku kohta;
- h_z leegi tipu kõrgus tala alumistest pinnast;
- i posti pinna tähis (1), (2), (3) või (4);

- $k_{b,\theta}$ poldi temperatuurist sõltuv vähendustegur;
- $k_{E,\theta}$ terase elastsusmooduli peatüki 3 kohane vähendustegur, mis vastab tõmbediagrammi lineaarsele elastsele piirkonnale temperatuuril θ_a , mis saavutatakse ajahetkel t ;
- $k_{E,\theta,com}$ terase elastsusmooduli peatüki 3 kohane vähendustegur, mis vastab tõmbediagrammi lineaarsele elastsele piirkonnale temperatuuril $\theta_{a,com}$, mis saavutatakse ristlõike surutud võos ajahetkel t ;
- k_{sh} varjestust arvestav parandustegur;
- k_{θ} terase tugevus- või deformatsiooniparameetri vähendustegur (suhteväärtus) kõrgendatud temperatuuril θ_a ;
- k_{θ} tugevus- või deformeeruvusomaduste vähendustegur ($X_{k,\theta} / X_k$) sõltuvalt materjali temperatuurist (vt peatükk 3);
- $k_{w,\theta}$ keevisõmbluste vähendustegur;
- $k_{y,\theta}$ terase voolavuspiiri vähendustegur temperatuuril θ_a , mis saavutatakse ajahetkel t , vt peatükk 3;
- $k_{y,\theta,com}$ peatüki 3 kohane terase voolavuspiiri vähendustegur, kui terase kõrgeim temperatuur surutud võos $\theta_{a,com}$ saavutatakse ajahetkel t ;
- $k_{y,\theta,i}$ terase voolavuspiiri vähendustegur temperatuuril θ_i ;
- $k_{y,\theta,max}$ terase voolavuspiiri vähendustegur ristlõike maksimaalse temperatuuriga kohas ajahetkel t ;
- $k_{y,\theta,web}$ terase voolavuspiiri vähendustegur temperatuuril θ_{web} , peatüki 3 kohaselt;
- k_y koosmõju tegur;
- k_z koosmõju tegur;
- k_{LT} koosmõju tegur;
- m küljel m olevate avade arv;
- n küljel n olevate avade arv;
- l elemendi pikkus 20 °C juures, kaugus avast, mõõdetuna piki leegi telge;
- l_{fi} posti nõtkepikkus tulekahjuolukorras;
- s horisontaalne kaugus posti teljest tulekahjuruumi seinani;
- t tulemõjuaeg (tulekahju mõju kestus);

w_i ava laius;

z_i ristlõike vaadeldava pinnaosa A_i raskuskeskme ja plastse neutraaltelje vahekaugus;

Kreeka tähestiku suurtähed

Δt ajavahemik;

ΔI soojuspikenemine;

$\Delta \theta_{g,t}$ tulekahjuruumi temperatuuri tõus ajavahemikus Δt ;

$\phi_{t,i}$ elemendi pinna i kujutegur vaadeldava ava suhtes;

ϕ_t posti üldine kujutegur ava soojusel;

ϕ_z posti üldine kujutegur leegi soojusel;

$\phi_{z,i}$ elemendi pinna i kujutegur selle leegi suhtes;

$\phi_{z,m}$ posti üldine kujutegur küljel m leekide soojusele;

$\phi_{z,n}$ posti üldine kujutegur küljel n leekide soojusele;

Kreeka tähestiku väiketähed

α konvektiivse soojusülekanne tegur;

β_M konstantse paindemomendi tegur;

γ_G alaliskoormuse osavarutegur;

γ_{M2} osavarutegur normaaltemperatuuril;

$\gamma_{M,fi}$ osavarutegur tulekahjuolukorras;

$\gamma_{Q,1}$ domineeriva muutuvkoormuse osavarutegur;

ε_t ava kiirgusvõime;

ε_z leegi kiirgusvõime;

$\varepsilon_{z,m}$ küljel m olevate leekide kogukiirgusvõime;

$\varepsilon_{z,n}$ küljel n olevate leekide kogukiirgusvõime;

ξ	ebasoodsa alaliskoormuse G vähendustegur;
η_{fi}	arvutuskoormuse vähendustegur tulekahjuolukorras;
θ	temperatuur;
θ_a	terase temperatuur [$^{\circ}\text{C}$];
$\theta_{a,cr}$	terase kriitiline temperatuur;
$\theta_{g,t}$	tulekahjuruumi temperatuur ajahetkel t ;
θ_{web}	ristlõikepinna keskmine temperatuur;
θ_i	ristlõikeosa A_i temperatuur;
κ	adaptsioonitegur;
κ_1	adaptsioonitegur, mis arvestab ristlõike ebaühtlast temperatuurijaotust;
κ_2	adaptsioonitegur, mis arvestab ebaühtlast temperatuurijaotust varde pikkusel;
λ	soojusjuhtivus;
λ_i	avast i väljuva leegi paksus;
λ_p	tulekaitsesüsteemi soojajuhtivus;
λ_f	tulekaitsematerjali efektiivne soojajuhtivus;
μ_0	ärakasutusaste ajahetkel $t = 0$;
σ	Stefan Boltzmann konstant [$5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$];
ρ_a	terase tihedus;
ρ_p	tulekaitsematerjali tihedus;
χ_{fi}	nõtketegur tulekahjuolukorras;
$\chi_{LT,fi}$	kiivetegur tulekahjuolukorras;
$\chi_{min,fi}$	väiksem väärtus $\chi_{y,fi}$ ja $\chi_{z,fi}$;
$\chi_{z,fi}$	z -telje suunaline nõtketegur tulekahjuolukorras;

$\chi_{y,fi}$ y-telje suunaline nõtketegur tulekahjuolukorras;

ψ_{fi} muutuvkoormuse kombinatsioonitegur tulekahju olukorras, kas $\psi_{1,1}$ või $\psi_{2,1}$;

11) 2.4.2 Konstruksioonielemendi sisejõudude leidmine

Lõik '(3)', 'Q_{k,1}' seletuses asendada järgnevalt: "muutuvkoormuse iseloomulik väärtus".

Lõik '(3)', 'Märkus', kustutada " $\gamma_{GA} = 1,0$ ".

12) 3.4.1.1 Temperatuuripikenemine

Lõik '(1)', muuta 1. lause järgnevalt: "Terase suhteline temperatuuripikenemine leitakse valemiga".

Lõik '(1)', muuta Märkus järgnevalt: "Suhtelise temperatuuripikenemise sõltuvus temperatuurist on toodud joonisel 3.3".

Lõik '(1)', muuta joonise pealkiri järgnevalt: "Joonis 3.3 – Süsinikterase suhteline temperatuuripikenemine sõltuvalt temperatuurist".

13) 4.2.3.3 Painutatud vardad, mille ristlõige kuulub klassi 1 või 2

Lõik '(3)', valem '(4.10)', kirjutada " $\kappa_1\kappa_2$ " asemel: " $(\kappa_1\kappa_2)$ ".

Lõik '(3)', valem '(4.10)', lisada tingimus:

$$M_{fi,\theta,Rd} \leq M_{Rd}.$$

14) 4.2.3.4 Ristlõikeklassi 3 painutatud vardad

Lõik '(2)', 8. rida, kustutada: ", vt jaotis 3".

Lõik '(2)', valem '(4.18)', kirjutada " $\kappa_1\kappa_2$ " asemel: " $(\kappa_1\kappa_2)$ ".

Lõik '(2)', valem '(4.18)', lisada tingimus:

$$M_{fi,\theta,Rd} \leq M_{Rd}.$$

15) 4.2.3.5 Ristlõikeklassi 1, 2 või 3 kuuluvad vardad, mis on üheaegselt koormatud surve ja paindega

Lõik '(1)', muuta " μ_y " valem järgmiselt:

"Tugeva telje suhtes:

$$\mu_y = (2\beta_{M,y} - 5)\bar{\lambda}_{y,\theta} + 0,44\beta_{M,y} + 0,29 \leq 0,8, \text{ kusjuures } \bar{\lambda}_{y,20^\circ C} \leq 1,1."$$

Lõik '(1)', muuta " μ_z " valem järgmiselt:

"Nõrgema telje suhtes:

$$\mu_z = (1,2\beta_{M,z} - 3)\bar{\lambda}_{z,\theta} + 0,71\beta_{M,z} - 0,29 \leq 0,8."$$

16) 4.2.4 Kriitiline temperatuur

Lõik '(2)', 1. rida, kirjutada "või stabiilsust ei ole vaja" asemel: "või ebastabiilsust ei ole vaja".

17) 4.2.5.1 Siseruumis paiknevad kaitsmata teraskonstruksioonid

Lõik '(1)', valem '(4.25)', kirjutada " $\dot{h}_{\text{net}}$ " asemel: " $\dot{h}_{\text{net,d}}$ ".

Lõik '(1)', valem '(4.25)', määratluste all, kirjutada " $\dot{h}_{\text{net}}$ " asemel: " $\dot{h}_{\text{net,d}}$ ".

18) B.4 Leegis asetsev post

Lõik '(1)', valem '(B.18)', asendada järgmiselt:

$$I_z = \frac{(I_{z,1} + I_{z,2}) \cdot d_1 + (I_{z,3} + I_{z,4}) \cdot d_2}{(C_1 + C_2) \cdot d_1 + (C_3 + C_4) \cdot d_2}.$$

19) B.5.1.1 Üldist

Lõik '(5)', valem '(B.21)', asendada järgmiselt:

$$I_z = \frac{(I_{z,1} + I_{z,2}) \cdot d_1 + (I_{z,3} + I_{z,4}) \cdot d_2}{(C_1 + C_2) \cdot d_1 + (C_3 + C_4) \cdot d_2}.$$

20) B.5.3 Leegi neelduvusvõime

Lõik '(1)', lisada pärast valemit '(B.26)':

"kus:

h - ava kõrgus, vaata joonis B.7b (Kõrgus on tähistatud λ_1 -ga)."

21) C.2.2 Tihedus

Joonis C.1, kirjutada võrrand 'Tangentsiaalelastsusmoodul' jaoks, kui ' $\varepsilon_{c,\theta} < \varepsilon \leq \varepsilon_{u,\theta}$ ':

$$\frac{d + (\varepsilon_{u,\theta} - \varepsilon)}{c \sqrt{c^2 - (\varepsilon_{u,\theta} - \varepsilon)^2}}$$

asemel:

$$\frac{d \cdot (\varepsilon_{u,\theta} - \varepsilon)}{c \sqrt{c^2 - (\varepsilon_{u,\theta} - \varepsilon)^2}}.$$

22) D.1.2.1 D- ja E-klassi eelpingestamata ja eelpingestatud liited

Lõik '(1)', kirjutada võrrandi '(D.3)' all " $k_{b\theta}$ " asemel: " $k_{b,\theta}$ ".

23) E.2 Lihtsad arvutusmodelid

Lõik '(5)', kirjutada "Roostevaba terase arvutusliku voolavuspiiri vähendusteguri..." asemel: "Vähendusteguri roostevabade teraste projektugevuse jaoks katsetugevuse suhtes..."

'Tabel E.1', kirjutada tabeli ülemises reas: " $k_{p0,2,\theta}$ " asemel: " $k_{0,2p,\theta}$ ".

'Joonis E.2', kirjutada joonisel " $k_{p0,2,\theta}$ " ja " $f_{p0,2,\theta}$ " asemel: " $k_{0,2p,\theta}$ " ja " $f_{0,2p,\theta}$ ".

ICS 13.220.50 Ehitusmaterjalide ja -elementide tulepüsivus; 91.010.30 Tehnilised aspektid;
91.080.10 Metallkonstruktsioonid
Võttesõnad: ehituskonstruktsioonid, teras, tulepüsivus, projekteerimine, arvutusreeglid, Eurokoodeks

Standardite reprodutseerimis- ja levitamiseõigus kuulub Eesti Standardikeskusele

Andmete paljundamine, taastekitamine, kopeerimine, salvestamine elektroonilisse süsteemi või edastamine ükskõik millises vormis või millisel teel on keelatud ilma Eesti Standardikeskuse poolt antud kirjaliku loata.

Kui Teil on küsimusi standardite autorikaitse kohta, palun võtke ühendust Eesti Standardikeskusega:
Aru 10 Tallinn 10317 Eesti; www.evs.ee; Telefon: 605 5050; E-post: info@evs.ee