

Avaldatud eesti keeles koos rahvusliku lisaga: märts 2010
Jõustunud Eesti standardina: märts 2007

See dokument on EVS poolt loodud eelvaade

EUROKOODEKS 3: TERASKONSTRUKTSIOONIDE PROJEKTEERIMINE

**Osa 1-6: Koorikkonstruktsioonide tugevus
ja stabiilsus**

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

EESTI STANDARDI EESSÕNA

Käesolev Eesti standard:

- on Euroopa standardi EN 1993-1-6:2007 “Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 1-6: Strength and Stability of Shell Structures” ja selle paranduse AC:2009 ingliskeelse teksti identne tõlge eesti keelde ning tõlgendamise erimeelsuste korral tuleb lähtuda ametlikes keeltes avaldatud tekstidest,
- omab sama staatust, mis jõustumisteate meetodil vastuvõetud originaalversioon,
- on kinnitatud Eesti Standardikeskuse 26.02.2010 käskkirjaga nr 29,
- jõustub sellekohase teate avaldamisel EVS Teataja 2010. aasta märtsikuu numbris.

Käesoleva standardi on heaks kiitnud tehniline komitee EVS/TK 13 “Ehituskonstruksioonide projekteerimine”.

Standardi tõlke koostamisetepaneku esitas EVS/TK 13, standardi tõlkimist ja rahvusliku lisa koostamist korraldas Eesti Standardikeskus ning rahastas Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium.

Eesti standard sisaldab rahvuslikku lisa NA.

Käesolevasse standardisse on parandus EVS-EN 1993-1-6:2007/AC:2009 sisse viidud ja tehtud parandused tähistatud püstkriipsuga lehe veerisel.

Euroopa standardimisorganisatsioonide poolt rahvuslikele liikmetele Euroopa standardi teksti kättesaadavaks tegemise kuupäev on 28.02.2007. Date of Availability of the European Standard EN 1993-1-6:2007 is 28.02.2007.

Käesolev standard on eestikeelne [et] versioon Euroopa standardist EN 1993-1-6:2007. Teksti tõlke avaldas Eesti Standardikeskus ja see omab sama staatust ametlike keelte versioonidega. Käesolev standard sisaldab rahvuslikku lisa NA. This standard is the Estonian [et] version of the European Standard EN 1993-1-6:2007. It was translated by Estonian Centre for Standardisation. It has the same status as the official versions. This standard includes Estonian National Annex NA.

ICS 91.010.30 Tehnilised aspektid, 91.080.10 Metallkonstruktsioonid
Võtmesõnad: Eurokoodeks, projekteerimine, ehitus, teraskonstruktsioonid
Hinnagrupp XA

Standardite reprodutseerimis- ja levitamiseõigus kuulub Eesti Standardikeskusele

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

Kui Teil on küsimusi standardite autorikaitse kohta, palun võtke ühendust Eesti Standardikeskusega:

Aru 10, 10317 Tallinn, Eesti; www.evs.ee; Telefon: 605 5050; E-post: info@evs.ee

English Version

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

Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 1-6:
Résistance et stabilité des structures en coque

Eurocode 3 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
- Teil 1-6: Festigkeit und Stabilität von Schalen

This European Standard was approved by CEN on 12 June 2006.

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN Management Centre or to any CEN member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the CEN Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

Management Centre: rue de Stassart, 36 B-1050 Brussels

SISUKORD

EESSÕNA	4
1 ÜLDIST	5
1.1 Käsitlusala	5
1.2 Normiviited	6
1.3 Terminid ja määratlused	7
1.4 Tähised	12
1.5 Kokkuleppelised märgireeglid	15
2 PROJEKTEERIMISE ALUSED JA MODELLEERIMINE	16
2.1 Üldist	16
2.2 Arvutuste tüübid	16
2.3 Kooriku ääritingimused	18
3 MATERJALID JA GEOMEETRIA	19
3.1 Materjaliomadused	19
3.2 Geomeetriliste andmete arvutusväärtused	19
3.3 Geomeetrilised tolerantsid ja geomeetrilised alghälbed	19
4 TERASKOORIKUTE KANDEPIIRSEISUNDID	20
4.1 Vaadeldavad kandepiirseisundid	20
4.2 Koorikute piirseisundite arvutuspõhimõtted	22
5 PINGERESULTANDID JA PINGED KOORIKUTES	25
5.1 Pingeresultandid koorikus	25
5.2 Kooriku modelleerimine arvutusteks	25
5.3 Arvutusmeetodid	27
6 PLASTNE PIIRSEISUND (LS1)	28
6.1 Koormuste arvutusväärtused	28
6.2 Pingearvutus	28
6.3 Projekteerimine numbrilise MNA või GMNA üldarvutusega	29
6.4 Otsene projekteerimine	30
7 TSÜKLILISE PLASTSUSE PIIRSEISUND (LS2)	31
7.1 Koormuste arvutusväärtused	31
7.2 Pingearvutus	31
7.3 Projekteerimine numbrilise MNA või GMNA üldarvutusega	32
7.4 Otsene projekteerimine	32
8 MÕLKEPIIRSEISUND (LS3)	33
8.1 Koormuste arvutusväärtused	33
8.2 Erimääratlused ja -tähised	33
8.3 Mõlkumisega seotud toetingimused	33
8.4 Mõlkumise seisukohalt olulised geomeetrilised tolerantsid	33
8.5 Pingearvutus	40
8.6 Projekteerimine numbriliste üldarvutusmeetoditega, kasutades MNA ja LBA arvutust	42
8.7 Projekteerimine numbrilise üldarvutuse põhjal, kasutades GMNIA arvutust	45
9 VÄSIMUSPIIRSEISUND (LS4)	50
9.1 Koormuste arvutusväärtused	50
9.2 Pingearvutus	50
9.3 Projekteerimine LA või GNA numbrilise üldarvutusega	51
Lisa A (normlisa) Membraanteooria pinged koorikutes	52
A.1 Üldist	52
A.2 Jäigastamata silindrilised koorikud	54
A.3 Jäigastamata koonilised koorikud	55

A.4	Jäigastamata sfäärilised koorikud	56
Lisa B	(normlisa) Lisavalemid plastse kandevõimekaotuse jaoks	57
B.1	Üldist	57
B.2	Jäigastamata silindrilised koorikud	58
B.3	Rõngaga jäigastatud silindrilised koorikud	60
B.4	Koorikutevahelised liitekohad	62
B.5	Ringikujulised plaadid telgsümmeetriliste toetingimustega	65
Lisa C	(normlisa) Lineaarelastsete membraan- ja paindepingete avaldised	66
C.1	Üldist	66
C.2	Jäigalt kinnitatud põhjaga jäigastamata silindrilised koorikud	67
C.3	Põhjaga liigendkinnitusega jäigastamata silindrilised koorikud	69
C.4	Jäigastamata silindriliste koorikute sisetingimused	73
C.5	Silindrilise kooriku rõngasjäikur	75
C.6	Telgsümmeetriliste toetingimustega ringikujulised plaadid	77
Lisa D	(normlisa) Mõlkepinge valemid	79
D.1	Konstantse seinapaksusega jäigastamata silindrilised koorikud	79
D.2	Astmeliselt muutuva seinapaksusega jäigastamata silindrilised koorikud	89
D.3	Ülekatteliidetega jäigastamata silindrilised koorikud	93
D.4	Jäigastamata koonilised ja tüvikoonusekujulised koorikud	95
Lisa NA	(teatmelisa) Eesti standardi rahvuslik lisa	99

EESSÕNA

Käesoleva Euroopa standardi EN 1993-1-6 “Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 1-6: Strength and stability of shell structures” on ette valmistanud CENi tehniline komitee CEN/TC 250 “Structural Eurocodes”, mille sekretariaati haldab BSI. CEN/TC 250 vastutab kõigi kandekonstruktsioone käsitlevate Eurokoodeksite eest.

Käesolevale Euroopa standardile tuleb anda rahvusliku standardi staatus kas identse tõlke avaldamisega või jõustumistega hiljemalt augustiks 2007 ja sellega vastuolus olevad rahvuslikud standardid peavad olema kehtetuks tunnistatud hiljemalt märtsiks 2010.

Käesolev Eurokoodeks asendab Euroopa eelstandardi ENV 1993-1-6.

CEN/CENELECi sisereeglite järgi peavad käesoleva Euroopa standardi kasutusele võtma järgmiste riikide rahvuslikud standardimisorganisatsioonid: Austria, Belgia, Eesti, Hispaania, Holland, Iirimaa, Island, Itaalia, Kreeka, Küpros, Leedu, Luksemburg, Läti, Malta, Norra, Poola, Portugal, Prantsusmaa, Rootsi, Saksamaa, Slovakkia, Sloveenia, Soome, Šveits, Taani, Tšehhi Vabariik, Ungari ja Ühendkuningriik.

Standardi EN 1993-1-6 rahvuslik lisa

Käesolev standard annab alternatiivsed protseduurid, väärtused ja soovitused koos viidetega punktidele, kus võib teha rahvusliku valiku. Sellest tulenevalt peaks standardit EN 1993-1-6 rakendavas rahvuslikus standardis olema rahvuslik lisa, milles on ära toodud kõik vaadeldaval maal ehitatavate hoonete teraskonstruktsioonide projekteerimisel kasutatavad rahvuslikult määratud parameetrite väärtused.

Rahvuslikku valikut lubatakse kasutada standardi EN 1993-1-6 järgmistes punktides:

- | | |
|-------------|------------------------|
| – 3.1.(4) | – 8.4.4 (4) |
| – 4.1.4 (3) | – 8.4.5 (1) |
| – 5.2.4 (1) | – 8.5.2 (2) |
| – 6.3 (5) | – 8.5.2 (4) |
| – 7.3.1 (1) | – 8.7.2 (7) |
| – 7.3.2 (1) | – 8.7.2 (16) |
| – 8.4.2 (3) | – 8.7.2 (18) (2 korda) |
| – 8.4.3 (2) | – 9.2.1 (2)P |
| – 8.4.3 (4) | |

1 ÜLDIST

1.1 Käsitlusala

- (1) Standard EN 1993-1-6 annab põhireeglid pöördkoorikukujuliste terasest plaatkonstruktsioonide projekteerimiseks.
- (2) Antud standard on mõeldud kasutamiseks koos EN 1993-1-1, EN 1993-1-3, EN 1993-1-4, EN 1993-1-9 ja teiste asjakohaste rakenduvate standardi EN 1993 osadega, mis sisaldavad teavet:
 - osa 3.1 tornide ja mastide kohta;
 - osa 3.2 korstende kohta;
 - osa 4.1 silode kohta;
 - osa 4.2 mahutite kohta;
 - osa 4.3 torustike kohta.
- (3) Käesolev standard määratleb konstruktsiooni kandevõime norm- ja arvutusväärtused.
- (4) Käesolev standard käsitleb projekteerimisnõudeid järgmistele kandepiirseisunditele:
 - plastsuspiir;
 - tsükliline plastsus;
 - üldstabiilsus;
 - väsimus.
- (5) Konstruktsiooni staatilist tasakaalu (nihkumine, tõusmine, ümberlüke) ei ole käesolevas standardis kajastatud, kuid neid on käsitletud standardis EN 1993-1-1. Spetsiaalsete rakenduste iseärasused on arvesse võetud standardi EN 1993 asjakohastes osades.
- (6) Käesoleva standardi reeglid rakenduvad telgsümmeetrilistele koorikutele ja vastavatele ümaratele või rõngakujulistele plaatidele ja ringikujuliste ristlõigetega taladele ja tala jäikuritele, kus need moodustavad mingi osa kogu konstruktsioonist. Käsitletud on üldist meetodikat kõigi koorikutüüpide arvutamiseks arvutiprogrammidega. Detailsed avaldised jäigastamata silindrite ja koonuste käsitsiarvutuseks on antud lisades.
- (7) Silindri- ja koonusekujulisi paneele ei ole käesolevas standardis üksikasjalikult käsitletud. Kuid siiski on reeglid rakendatavad, kui vastavad toetingimused võetakse nõuetekohaselt arvesse.
- (8) Käesolev standard on mõeldud kasutamiseks terasest koorikkonstruktsioonide korral. Kui teistest metallidest koorikkonstruktsioonide jaoks standardid puuduvad, võib käesoleva standardi reegleid rakendada, kui vastava materjali omadused võetakse nõuetekohaselt arvesse.
- (9) Käesoleva standardi reeglid on mõeldud rakendamiseks standardi EN 1993 vastavates rakenduvates osades määratletud temperatuurivahemikes. Maksimalne temperatuur on piiratud nii, et roome mõju võiks jätta arvesse võtmata, kui kõrgeist temperatuurist tingitud roome mõjud ei ole arvesse võetud vastavas rakenduvates osas.
- (10) Käesoleva standardi reeglid rakenduvad konstruktsioonidele, mis rahuldavad standardis EN 1993-1-10 antud hapra purunemise reegleid.

(11) Käesoleva standardi reeglid rakenduvad projekteerimiseks sellistele koormustele, mida võib oma olemuselt käsitleda kvaasistaatiliste koormustena.

(12) Selles standardis on eeldatud, et nii tuulekoormust kui ka puistematerjali koormust tuleks üldiselt arvesse võtta kui kvaasistaatilisi koormusi.

(13) Dünaamikateguriid tuleks arvesse võtta vastavalt standardi EN 1993-1-9 osadele, sealhulgas arvestades väsimusest tingitud tagajärgi. Dünaamilisest koormusest tulenevad pinged võetakse arvesse kui kvaasistaatilisest koormusest põhjustatud pinged.

(14) Käesoleva standardi reeglid rakenduvad konstruktsioonidele, mis on rajatud vastavuses standardiga EN 1090-2.

(15) Käesolev standard ei käsitlen lekkimise mõjusid.

(16) Käesolev standard on mõeldud rakendamiseks konstruktsioonidele järgmistes vahemikes:

— projekteeritava metalli temperatuur jääb vahemikku -50 °C kuni $+300\text{ °C}$;

— raadiuse ja paksuse suhe jääb vahemikku 20 kuni 5000.

MÄRKUS Tuleks arvesse võtta, et käesolevas standardis olevad pingete arvutusreeglid võivad teatud geomeetriaga paksuseinaste koorikute puhul ja teatud koormustingimuste puhul olla pigem konservatiivsed.

1.2 Normiviited

(1) Käesolev standard sisaldab dateeritud ja dateerimata viidete kaudu muude väljaannete sätteid. Need normiviited on osundatud teksti sobivates kohtades ning väljaanded on loetletud allpool. Dateeritud viidete hilisemad muudatused ja uued väljaanded rakenduvad selles standardis ainult muudatuste ja uusväljaande kaudu. Dateerimata viidete korral kehtib viidatud dokumendi uusim väljaanne.

EN 1090-2	<i>Execution of steel structures and aluminium structures – Part 2: Technical requirements for steel structures</i>
EN 1990	<i>Basis of structural design</i>
EN 1991	<i>Eurocode 1: Actions on structures</i>
EN 1993	<i>Eurocode 3: Design of steel structures</i>
Part 1.1:	<i>General rules and rules for buildings</i>
Part 1.3:	<i>Cold formed thin gauged members and sheeting</i>
Part 1.4:	<i>Stainless steels</i>
Part 1.5:	<i>Plated structural elements</i>
Part 1.9:	<i>Fatigue strength of steel structures</i>
Part 1.10:	<i>Selection of steel for fracture toughness and through-thickness properties</i>
Part 1.12:	<i>Additional rules for the extension of EN 1993 up to steel grades S 700</i>
Part 2:	<i>Steel bridges</i>
Part 3.1:	<i>Towers and masts</i>
Part 3.2:	<i>Chimneys</i>
Part 4.1:	<i>Silos</i>
Part 4.2:	<i>Tanks</i>

Part 4.3: *Pipelines*

Part 5: *Piling*

1.3 Terminid ja määratlused

Käesolevas standardis kasutatakse üldiselt ehitiste kandekonstruktsioonidele standardis EN 1990 defineeritud termineid. Kui ei ole määratletud teisiti, rakenduvad käesolevas standardis ka standardi ISO 8930 määratlused. Lisaks standardis EN 1993-1-1 antutele kasutatakse käesoleva standardi spetsiifikast tulenevalt järgmiseid määratlusi:

1.3.1 Konstruktsiooni tüübid ja geomeetria

1.3.1.1

koorik (*shell*)

kaarekujulisest õhukesest plaadist vormitud konstruktsioon või konstruktsiooni osa

1.3.1.2

pöördkoorik (*shell of revolution*)

koorik, mille geomeetiline kuju on määratletud keskpinnaga, mis on moodustunud, pöörates meridionaalset moodustajat ümber üksiktelje 2π radiaani ulatuses. Koorik võib olla suvalise pikkusega

1.3.1.3

täielikult telgsümmeetriline koorik (*complete axisymmetric shell*)

osadest koosnev koorik, mille iga osa on pöördkoorik

1.3.1.4

kooriku osa, segment (*shell segment*)

defineeritud kooriku kujuga konstantse seinapaksusega pöördkoorik: silinder, tüvikoonus, sfääriline tüvikoonus, rõngakujuline plaat, toroid vms

1.3.1.5

koorikpaneel (*shell panel*)

mittetäielik pöördkoorik: koorik, mille kuju on määratletud moodustaja pööramisega ümber telje vähem kui 2π radiaani ulatuses

1.3.1.6

keskpind (*middle surface*)

pind, mis asub kooriku igas punktis sise- ja välispinna keskel. Kus koorik on kas ühel või mõlemal pinnal jäigastatud, võetakse keskpinnaks ikka kaarekujuline koorikplaadi keskpind. Keskpind on pinna arvutusel aluseks ja võib paksuse muutumisel või kooriku ühenduskohtades olla mittepidev, tekitades ekstsentrilisuse, mis võib kooriku konstruktiivse käitumise juures oluline olla

1.3.1.7

liitekoht (*junction*)

joon, kus kaks või enam kooriku osa (segmenti) ühinevad, see võib olla ka jäikur. Ringjoont kooriku ja ringikujulise jäikuri kokkupuutekohas võib käsitleda kui liitekohta

1.3.1.8

talajäikur (*stringer stiffener*)

kohalik jäigastav konstruktsioonielement, mis järgib kooriku meridiaani, kirjeldades pöördkooriku moodustajat. See on mõeldud stabiilsuse suurendamiseks või aitamaks vastu võtta kohalikke koormusi. See ei ole mõeldud põikkoormusest tingitud painde tagajärgede peamiseks vastuvõtjaks