

EUROKOODEKS 3
Teraskonstruktsioonide projekteerimine
Osa 1-9: Väsimusarvutus

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

EESTI STANDARDI EESSÕNA

See Eesti standard on

- Euroopa standardi EN 1993-1-9:2005 ingliskeelse teksti sisu poolest identne tõlge eesti keelde ja sellel on sama staatus mis jõustumisteate meetodil vastuvõetud originaalversioonil;
- jõustunud Eesti standardina inglise keeles juulis 2005;
- eesti keeles avaldatud sellekohase teate ilmumisega EVS Teataja 2007. aasta jaanuarikuu numbris.

Eesti standardi kavandi on koostanud tehnilise komitee EVS/TK 13 „Ehituskonstruksioonide projekteerimine“ töörühm Tallinna Tehnikaülikooli Ehitiste projekteerimise instituudi direktori professor Kalju Looritsa juhendamisel. Standardi koostamist on rahastanud Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium.

Standardi ja selle rahvusliku lisa kavandid on heaks kiitnud tehniline komitee EVS/TK 13 „Ehituskonstruksioonide projekteerimine“.

Euroopa standard EN 1993-1-9:2005+AC:2005 on avaldatud Eesti standardina EVS-EN 1993-1-9:2006, mis on kinnitatud Eesti Standardikeskuse 10.11.2006 käskkirjaga nr 125.

Standardi EVS-EN 1993-1-9:2006 tähis on Eurokoodeksite tähiste ühtlustamise käigus Eesti Standardikeskuse 26.06.2009 käskkirjaga nr 114 muudetud tähiseks EVS-EN 1993-1-9:2005+NA:2006.

See standard sisaldab rahvuslikku lisa NA.

Sellesse standardisse on parandused EVS-EN 1993-1-9:2005/AC:2009 ja EVS-EN 1993-1-9:2005+NA:2006/AC:2013 sisse viidud ning tehtud parandused tähistatud vastavalt sümbolitega **AC1** **AC1** ja **AC2** **AC2**.

Euroopa standardimisorganisatsioonid on teinud Euroopa standardi EN 1993-1-9:2005 rahvuslikele liikmetele kättesaadavaks 11.05.2005. Date of Availability of the European Standard EN 1993-1-9:2005 is 11.05.2005.

See standard on Euroopa standardi EN 1993-1-9:2005 eesti-keelne [et] versioon. Teksti tõlke on avaldanud Eesti Standardikeskus ja sellel on sama staatus ametlike keelte versioonidega. Standard sisaldab rahvuslikku lisa NA.

This standard is the Estonian [et] version of the European Standard EN 1993-1-9:2005. It has been translated by the Estonian Centre for Standardisation. It has the same status as the official versions. This standard includes the Estonian National Annex NA.

Tagasisidet standardi sisu kohta on võimalik edastada, kasutades EVS-i veebilehel asuvat tagasiside vormi või saates e-kirja meiliaadressile standardiosakond@evs.ee.

ICS 91.010.30

Võtmesõnad: Eurokoodeks 3, ehitised, teraskonstruksioonid, projekteerimine, väsimus, arvutusreeglid
Hinnagrupp U

Standardite reprodutseerimise ja levitamise õigus kuulub Eesti Standardikeskusele

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

Kui Teil on küsimusi standardite autorikaitse kohta, võtke palun 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 1-9: Fatigue

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

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

This European Standard was approved by CEN on 23 April 2004.

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 Central Secretariat 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 Central Secretariat has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, 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	8
1.1 Käsitlusala.....	8
1.2 Normatiivviited.....	9
1.3 Terminid ja määratlused	9
1.3.1 Üldist.....	9
1.3.2 Väsimuskoormusega seotud parameetrid	10
1.3.3 Väsimustugevus	12
1.4 Tähised.....	13
2 PÕHINÕUDED JA -MEETODID	13
3 HINDAMISMETOODIKA	14
4 VÄSIMUSKOORMUSEST TINGITUD PINGED	16
5 PINGETE LEIDMINE	17
6 $\langle AC_2 \rangle$ PINGEVAHEMIKE ARVUTUS $\langle AC_2 \rangle$	18
6.1 $\langle AC_2 \rangle$ Üldist.....	18
6.2 Nimipingevahemiku arvutusväärtus	18
6.3 Modifitseeritud nimipingevahemiku arvutusväärtus	19
6.4 Toruprofiilide keevisliidete pingevahemiku arvutusväärtus	19
6.5 Geomeetrilise pinge (<i>hot-spot</i> -pinge) vahemiku arvutusväärtus	19
7 VÄSIMUSTUGEVSUS.....	20
7.1 Üldist.....	20
7.2 Modifitseeritud väsimustugevused	23
7.2.1 Surutud detailid, keevisõmblustega või ilma, kust jääkpinged on kõrvaldatud	23
7.2.2 Suuruse mõju	23
8 VÄSIMUSARVUTUS	24
Lisa A (normatiivlisa) Väsimuskoormuse parameetrite määratlemine ja kontrollimeetodid.....	38
A.1 Koormusjuhtumite määratlemine	38
A.2 Konstruktiivse detaili pingestuskäik.....	38
A.3 Pingetsüklite arvu hindamine	38
A.4 Pingespekter.....	38
A.5 Purustav tsüklite arv	38
A.6 Kontrollimeetodid.....	39
Lisa B (normatiivlisa) Väsimuskandevõime geomeetrilise (<i>hot spot</i>) pinge meetodiga	41
Lisa NA (teatmelisa) Eesti standardi rahvuslik lisa	43
NA.1.1 Käsitlusala.....	43
NA.2 Põhinõuded ja -meetodid	43
NA.3 Hindamismeetoodika	44
NA.5 Pingete leidmine	45
NA.6.1 Üldist.....	45
NA.6.2 $\langle AC_2 \rangle$ Nimipingevahemiku $\langle AC_2 \rangle$ arvutusväärtus	46
NA.7.1 Üldist.....	46
NA.8 Väsimusarvutus.....	47

Lisa NZ (teatmelisa) EPN ja standardite vahelised vastastikused seosed	48
--	----

See dokument on EVS-i poolt loodud eelvaade

EESSÕNA

Käesoleva Euroopa standardi EN 1993 Eurokoodeks 3: "Teraskonstruksioonide projekteerimine" on ette valmistanud CENi tehniline komitee CEN/TC250 "Structural Eurocodes", mille sekretariaati haldab BSI. CEN/TC250 vastutab kõigi kande-konstruksioone käsitlevate Eurokoodeksite eest.

Käesolevale Euroopa standardile tuleb anda rahvusstandardi staatus kas identse tõlke avaldamisega või jõustumisteatega hiljemalt novembrikuu lõpuks 2005. a ja sellega vastuolus olevad rahvusstandardid tuleb kuulutada kehtetuks hiljemalt 2010. aasta märtsikuu lõpuks.

Käesolev standard asendab eelstandardit ENV 1993-1-1.

Vastavalt CEN/CENELEC sisereeglitele peavad käesoleva Euroopa standardi kasutusele võtma järgmiste riikide rahvuslikud standardiorganisatsioonid: 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.

Eurokoodeksite programmi tagapõhi

1975. aastal valis Euroopa Ühenduse Komisjon, toetudes riikidevahelise lepingu artiklile 95, ehitusalase tegevusprogrammi. Programmi eesmärgiks oli tehniliste takistuste kõrvaldamine kaubavahetuses ja tehniliste tingimuste ühtlustamine.

Selle tegevusprogrammi raames näitas Komisjon initsiatiivi rajada ehitiste kande-konstruksioonide projekteerimiseks ühtlustatud tehniliste reeglite süsteem, mis esialgu oleks kasutatav liikmesriikides rahvuslike reeglite alternatiivina ja lõpuks asendaks need.

Liikmesriikide esindajatest koosneva Juhtkomitee abiga juhtis Komisjon viieteistkümne aasta jooksul Eurokoodeksite programmi arengut, mis viis Eurokoodeksite esimese põlvkonna tekkele 1980. aastatel.

Komisjon, EÜ ja EFTA liikmesriigid otsustasid 1989. a. Komisjoni ja CENi vahelise kokkuleppe¹ alusel anda Eurokoodeksite ettevalmistamine ja avaldamine rea mandaatide kaudu üle CENile selleks, et need edaspidi saaksid Euroopa standardi (EN) staatuse. See ühendab Eurokoodeksid *de facto* kõikide Nõukogu direktiivide ja/või Komisjoni otsuste sätetega, mis Euroopa standardeid käsitlevad (nt Nõukogu ehitustoodete direktiiv 89/106/EMÜ (CPD) ning Nõukogu riigihangete direktiivid 93/37/EMÜ, 92/50/EMÜ ja 89/440/EMÜ ja vastavad siseturu korrastamist käsitlevad EFTA direktiivid.

Ehitiste kandekonstruksioonide Eurokoodeksite programm hõlmab järgmisi standardeid, mis tavaliselt koosnevad mitmest osast:

EN 1990	Eurokoodeks:	Kandekonstruksioonide projekteerimise alused;
EN 1991	Eurokoodeks 1:	Konstruksioonide koormused;

¹ Euroopa Ühenduse Komisjoni ja Euroopa Standardikomitee (CEN) kokkulepe, mis käsitleb tööhoonete ja rajatiste projekteerimise Eurokoodeksite alal (BC/CEN/03/89).

EN 1992	Eurokoodeks 2:	Raudbetoonkonstruktsioonide projekteerimine;
EN 1993	Eurokoodeks 3:	Teraskonstruktsioonide projekteerimine;
EN 1994	Eurokoodeks 4:	Terasest ja betoonist komposiitkonstruktsioonide projekteerimine;
EN 1995	Eurokoodeks 5	Puitkonstruktsioonide projekteerimine;
EN 1996	Eurokoodeks 6	Kivikonstruktsioonide projekteerimine;
EN 1997	Eurokoodeks 7	Geotehniline projekteerimine;
EN 1998	Eurokoodeks 8	Maavärinat taluvate ehitiste projekteerimine
EN 1999	Eurokoodeks 9	Alumiiniumkonstruktsioonide projekteerimine.

Euroopa Eurokoodeksite standardisari tunnustab iga liikmesriigi pädeva ametkonna vastutust ja tagab nende õiguse kehtestada rahvuslikul tasandil ohutusnõudeid, mis jäävad riigiti erinevateks.

Eurokoodeksite staatus ja kasutusala

EÜ ja EFTA liikmesriigid tunnustavad, et Eurokoodeksid on alusdokumentideks järgmistel eesmärkidel:

:

- vahendina kontrollimaks hoonete ja rajatiste vastavust Nõukogu direktiivi 89/106/EMÜ olulistele nõuetele, eriti olulisele nõudele nr 1 – mehaaniline tugevus ja stabiilsus – ning olulisele nõudele nr 2 – ohutus tulekahjuolukorras;
- alusena ehitustööde ja vastavate inseneriteenistuste töövõtulepingute koostamisel;
- raamistikuna, mida kasutatakse ehitustoodete harmoneeritud tehniliste kirjelduste (EN-id ja ETA-d) väljakujundamiseks.

Ehitisi käsitlevas osas on Eurokoodeksitel otsene seos CPD artiklis 12 viidatud tõlgendusdokumentidega², kuigi neil on harmoneeritud tootestandarditest³ erinev olemus.

Seetõttu tuleb Eurokoodeksite alases tegevuses ilmnevaid tehnilisi aspekte adekvaatselt käsitleda CEN tehnilistes komiteedes ja/või EOTA töögruppides, mis tegelevad tootestandarditega, saavutamaks nende tehniliste kirjelduste täielikku vastavust Eurokoodeksitega.

² Vastavalt CPD artiklile 3.3 peavad tõlgendusdokumentides olema olulised nõuded antud konkreetsetel kujul, loomaks vajalikke seoseid oluliste nõuete ja volituste vahel ühtlustatud EN -ide ja ETAG/ETA -de jaoks.

³ Vastavalt CPD artiklile 12 peavad tõlgendusdokumendid:

- a) andma olulistele nõuetele konkreetse kuju terminoloogia ja tehnilise baasi ühtlustamise ja, kus vajalik, iga nõude klassi või taseme näitamise teel;
- b) näitama meetodid nõuete klasside või tasemete sidumiseks tehniliste spetsifikatsioonidega, nt arvutus- ja katsetamismeetodid, tehnilised juhised projekteerimiseks jne.
- c) olema teabeks Euroopa tehnilise tunnustuse jaoks harmoneeritud standardite ja juhtnööride koostamisel

Eurokoodeksid täidavad *de facto* sarnast osa olulistes nõuetes nr 1 ja nr 2.

Eurokoodeksite standardisari annab igapäevaseks kasutamiseks üldised projekteerimisjuhised nii traditsioonilise kui ka uuendusliku olemusega tervik-konstruktsioonide ja nende osade projekteerimiseks. Eriviisil ehitamine või projekteerimistingimused ei ole spetsiifiliselt kajastatud ja sellistel juhtudel on nõutav projekteerijapoolne täiendav ekspertkaalutus.

Eurokoodekseid rakendavad rahvuslikud standardid

Eurokoodekseid rakendavad rahvuslikud standardid peavad sisaldama Eurokoodeksi täisteksti (kaasa arvatud kõik lisad) CENi poolt avaldatud kujul, mille ette võib lisada rahvusliku tiitellehe ja rahvusliku eessõna ning millele võib järgneda rahvuslik lisa.

Rahvuslik lisa võib sisaldada teavet ainult nende parameetrite kohta, mis on jäetud Eurokoodeksis rahvusliku valiku jaoks lahtiseks ja mis on tuntud rahvuslikult määratud parameetritena, mida kasutatakse vaadeldaval maal ehitatavate hoonete ja rajatiste projekteerimisel, so:

- väärtused ja/või klassid, millele Eurokoodeksis on esitatud alternatiivid;
- väärtused, mida tuleb kasutada juhul, kui Eurokoodeksis on toodud üksnes tähis;
- maale eriomased andmed (geograafilised, kliimaatilised jne), näiteks lumikatte kaart;
- kasutatav protseduur, kui Eurokoodeksis on esitatud alternatiivsed protseduurid.

Samuti võib see sisaldada:

- teatmelisade rakendamist puudutavaid otsuseid;
- viiteid Eurokoodeksitele mittevasturääkivale täiendavale teabele, abistamaks kasutajat Eurokoodeksi rakendamisel.

Seos Eurokoodeksite ja toodete harmoneeritud tehniliste kirjelduste (EN ja ETA) vahel

Ehitustoodete harmoneeritud tehnilised kirjeldused peavad olema kooskõlas tööde teostamise tehniliste eeskirjadega⁴. Lisaks sellele peab kogu ehitustoodete CE-märgisega kaasnev teave, kus viidatakse Eurokoodeksitele, selgesti välja tooma, missuguseid rahvuslikult määratud parameetreid on seal arvesse võetud.

Standardi EN 1993-1-9 rahvuslik lisa

Käesolev standard annab alternatiivsed protseduurid, väärtused ja soovitusel koos märkustega, mis näitavad, kus võib teha rahvusliku valiku. Sellest tulenevalt peaks Euroopa standardit EN 1993-1-9 rakendavas rahvusstandardis olema rahvuslik lisa, milles on toodud kõik vaadeldaval maal ehitatavate hoonete teraskonstruktsioonide projekteerimisel kasutatavad rahvuslikult määratud parameetrite väärtused.

Rahvuslikku valikut lubatakse kasutada EN 1993-1-9 järgmistes punktides:

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

⁴ Vt CPD artiklid 3.3 ja 12, samuti tõlgendusdokumendi nr 1 jaotised 4.2, 4.3.1, 4.3.2 ja 5.2.

Eesti standardi märkus.

EN 1993-1 koosneb üheteistkümnest osast EN 1993-1-1 ... EN 1993-1-11, millest igaüks käsitleb erinevaid teraselemente, pürseisundeid või materjale.

EESTI STANDARD**EVS-EN 1993-1-9:2005+NA:2006****EUROKOODEKS 3: TERASKONSTRUKTSIOONIDE PROJEKTEERIMINE****Osa 1-9: Väsimusarvutus**

Eurocode 3: Design of steel structures

Part 1-9: Fatigue

Käesolev standard on identne Euroopa standardiga EN 1993-1-9:2005+AC:2005 ja see on välja antud CEN-i loal. Euroopa standard EN 1993-1-9:2005+AC:2005 on võetud kasutusele Eesti standardina	This standard is identical with European Standard EN 1993-1-9:2005+AC:2005 and it is published with permission of CEN. The European Standard EN 1993-1-9:2005+AC:2005 has the status of an Estonian National Standard
Tõlgendamise erimeelsuste korral on kehtiv ingliskeelne tekst	In case of interpretation disputes the English text applies

1 ÜLDIST**1.1 Käsitlusala**

(1) Standard EN 1993-1-9 annab meetodid väsimuskoormusega koormatud konstruktsioonelementide, kinnituselementide ja liidete kandevoime hindamiseks.

(2) Need meetodid põhinevad täismõõtkavas katsetel, mistõttu nad sisaldavad valmistamise ja püstitamise seotud geomeetriliste ja konstruktiivsete hälvete mõju (näiteks tolerantside ja keevitamisest tingitud jääkpingete mõju).

Märkus 1. Tolerantside kohta vt standard EN 1090. Rahvuslikus lisas võib anda kuni standardi EN 1090 avaldamiseni tööde teostamist käsitleva standardi.

Märkus 2. Rahvuslikus lisas võib anda lisareegleid valmistamisaegsete kontrollinõuete kohta.

(3) Reeglid kehtivad konstruktsioonide jaoks, mis valmistatakse standardi EN 1090 kohaselt.

Märkus. Vajaduse korral võib lisanõudeid anda väsimusklasside tabelites.

(4) Käesolevas osas toodud hindamismeetodid kehtivad kõigile konstruktsiooni-terastele, roostevabadele terastele ja ilmastikukindlatele kaitsmata terastele, kui väsimusklasside tabelites ei ole sätestatud teisiti. Siin toodud reeglid kehtivad ainult nende materjalide puhul, mis rahuldavad standardi EN 1993-1-9 sitkusnõudeid.

(5) Väsimushinnangu meetoditest vaadeldakse ainult $\Delta\sigma_R - N$ -meetodit. Teisi meetodeid, nagu sisselõike arengu jälgimise meetodit ja purunemismehaanika meetodeid selles osas ei käsitleta.

(6) Valmistusjärgsetest väsimustugevust parandavatest meetoditest käsitletakse ainult jääkpingete kõrvaldamist. Muid meetodeid selles osas ei käsitleta.

(7) Käesolevas osas toodud väsimustugevused kehtivad ainult tavalistes ilmastikutingimustes asuvatele konstruktsioonidele, mis on piisavalt kaitstud korrosiooni eest ja mida regulaarselt hooldatakse. Merevee korrodeerivat mõju ei käsitleta. Kõrge temperatuurist ($> 150\text{ °C}$) tingitud mikrostruktuuri vigastusi ei vaadelda.

1.2 Normatiivviited

Käesolev standard sisaldab dateeritud ja dateerimata viidete kaudu muude väljaannete sätteid. Need normatiivviited 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 viited rakenduvad viidatud dokumendi viimase väljaande kohaselt (sh muudatuste korral).

EN 1090	Execution of steel structures – Technical requirements
EN 1990	Basis of structural design
EN 1991	Actions on Structures
EN 1993	Design of Steel Structures
EN 1994-2	Design of Composite Steel and Concrete Structures: Part 2: Bridges

1.3 Terminid ja määratlused

(1) Käesolevas Euroopa standardis kasutatakse järgmisi termineid ja määratlusi.

1.3.1 Üldist

1.3.1.1

väsimus (*fatigue*)

vahelduvatest pingetest tingitud pragude liitumine ja kasv konstruktsioonielelemendis

1.3.1.2

nimipinge (*nominal stress*)

põhimaterjalis või keevisõmbluses prao potentsiaalses tekkekohas olev pinge, mis leitakse elastsusteooria põhjal, jättes kõik pingekontsentratsiooni mõjud arvestamata

Märkus. Nimipinge võib olla normaalpinge, nihkepinge, peapinge või ekvivalentne pinge.

1.3.1.3

modifitseeritud nimipinge (*modified nominal stress*)

asjakohase pingekontsentratsiooniteguriga korrutatud nimipinge, mis võtab arvesse geomeetrilise ebapidevuse, mida ei ole arvestatud üksiku konstruktsiooni detaili liigituses

1.3.1.4

geomeetriline pinge (*geometric stress*)

Hot-spot-pinge

keevisõmbluse piiril põhimaterjalis mõjuv suurim peapinge, arvestades konkreetse konstruktiivse detaili üldgeomeetriast tingitud pingekontsentratsiooni mõju

Märkus. Näiteks keevisõmbluse kujust tingitud kohaliku pingekontsentratsiooni mõju (mida on arvestatud juba lisas B toodud väsimusklassides) ei tarvitse arvestada.

1.3.1.5

jääkpinge (*residual stress*)

konstruktsiooni püsiv pingeseisund, mis on staatilises tasakaalus ja on kõigist koormustest sõltumatu. Jääkpinged võivad tekkida valtsimisel, löikeprotsessidel, keevisõmbluste kokkutõmbumisel või konstruktsioonelementide puudulikkusest kokkusobivusest või mistahes koormusjuhtumist, mis põhjustavat konstruktsiooni elemendi mõne osa voolamist

1.3.2 Väsimuskoormusega seotud parameetrid

1.3.2.1

koormusjuhtum (*loading event*)

konstruktsioonile mõjuv määratletud koormuste järgnevus, mis täiendab pingestuskäiku ja mis tavaliselt kordub ehitise kasutusea vältel määratud arv kordi

1.3.2.2

pingestuskäik (*stress history*)

registreeritud või arvutatud pingete vaheldumine konstruktsiooni mingis punktis koormusjuhtumi ajal

1.3.2.3

rainflow-meetod (*rainflow method*)

☐_{AC2}☐ meetod pingetsüklite loendamiseks pingespektris etteantud pingekäigu põhjal ☐_{AC2}☐

1.3.2.4

reservuaarimeetod (*reservoir method*)

☐_{AC2}☐ meetod pingetsüklite loendamiseks pingespektris etteantud pingekäigu põhjal ☐_{AC2}☐

Märkus. Matemaatilise määratluse kohta vt lisa A.

1.3.2.5

pingevahemik ☐_{AC2}☐ (*stress range*)

pingestuskäiguga määratletud pingetsükli kahe ekstreemse pinge algebraline vahe