

JÕUTRAFOD
Osa 1: Üldist

Power transformers
Part 1: General
(IEC 60076-1:1993, modified + A1:1999)

EESTI STANDARDI EESSÕNA

Käesolev Eesti standard:

- on Euroopa standardi EN 60076-1:1997 "Power transformers – Part 1: General" ja selle muudatuste: A1:2000 ja A12:2002 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 16.02.2009 käskkirjaga nr 26,
- jõustub sellekohase teate avaldamisel EVS Teataja 2009. aasta märtsikuu numbris.

Standardi tõlkis Tallinna Tehnikaülikooli elektroenergeetika instituudi dotsent Ülo Treufeldt ja eestikeelse kavandi ekspertiisi teostas Rein Oidram. Käesoleva standardi on heaks kiitnud tehniline komitee EVS/TK 19 "Kõrgepinge".

Standardi tõlke koostamisetpaneku esitas EVS/TK 19 "Kõrgepinge", standardi tõlkimist korraldas Eesti Standardikeskus ning rahastas Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium.

Standardi mõnede sätetele on lisatud Eesti olusid arvestavaid märkusi, selgitusi ja täiendusi, mis on tähistatud Eesti maatahisega EE.

Euroopa standardimisorganisatsioonide poolt rahvuslikele liikmetele Euroopa standardi teksti kättesaadavaks tegemise kuupäev on 28.05.1997, muudatuse A1 teksti kättesaadavaks tegemise kuupäev on 08.11.2000 ja muudatuse A12 teksti kättesaadavaks tegemise kuupäev on 13.02.2002.

Date of Availability of the European Standard EN 60076-1:1997 is 28.05.1997, the Date of Availability of the Amendment A1 is 08.11.2000 and the Date of Availability of the Amendment A12 is 13.02.2002.

Käesolev standard on eestikeelne [et] versioon Euroopa standardist EN 60076-1:1997+A1:2000+A12:2002. Teksti tõlke avaldas Eesti Standardikeskus ja see omab sama staatust ametlike keelte versioonidega.

This standard is the Estonian [et] version of the European Standard EN 60076-1:1997+A1:2000+A12:2002. It was translated by Estonian Centre for Standardisation. It has the same status as the official versions.

ICS 29.180 Trafod. Reaktorid
Võtmesõnad: trafo, jõutrafo
Hinnagrupp U

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

EUROOPA STANDARD
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM

EN 60076-1

May 1997

+A1 +A12

November 2000 February 2002

ICS 29.180

Supersedes HD 398.1 S1:1980; HD 398.4 S1:1980; EN 60076-1:1997/A11:1997

Descriptors: Power transformers, general, service conditions, definitions, rating plates, tolerances, tests, enquires (requests for proposal), orders

English version

Power transformers
Part 1: General
(IEC 60076-1:1993, modified + IEC 60076-1:1993/A1:1999)

Transformateurs de puissance
Partie 1: Généralités
(CEI 60076-1:1993, modifiée +
CEI 60076-1:1993/A1:1999)

Leistungstransformatoren
Teil 1: Allgemeines
(IEC 60076-1:1993, modifiziert +
IEC 60076-1:1993/A1:1999)

This European Standard EN 60076-1 was approved by CENELEC on 1997-03-11. Amendment A1 modifies the European Standard EN 60076-1:1997; it was approved by CENELEC on 2000-04-01. Amendment A12 modifies the European Standard EN 60076-1:1997; it was approved by CENELEC on 2002-02-01. CENELEC 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 CENELEC 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 CENELEC member into its own language and notified to the Central Secretariat has the same status as the official versions.

CENELEC members are the national electrotechnical committees of Austria, Belgium, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.

CENELEC

European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

Central Secretariat: rue de Stassart 35, B - 1050 Brussels

© 2002 CENELEC - All rights of exploitation in any form and by any means reserved worldwide for CENELEC members.

Ref. No. EN 60076-1:1997 E + Ref. No. EN 60076-1:1997/A1:2000 E + Ref. No. EN 60076-1:1997/A12:2002 E

EN 60076-1:1997 EESSÕNA

IEC tehnilise komitee TC 14 (Power transformers) poolt koostatud rahvusvahelise standardi IEC 60076-1:1993 tekst koos CENELECi tehnilise komitee TC 14 poolt koostatud tavapäraste muutustega esitati vormikohaseks hääletamiseks ja võeti CENELECi poolt 11.03.1997 vastu kui Euroopa standard EN 60076-1.

EN 60076-1:1997 asendab CENELECi harmoneerimisdokumente HD 398.1 S1:1980 ja HD 398.4 S1:1980.

Tehnilised erinevused on seotud peamiselt kindlate mõõtudega (nt kohandatavus antud tingimustele), et viia standard vastavusse kasutaja tegelike tehniliste tingimustega.

Kehtestati järgmised tähtajad:

- | | | |
|---|-------|------------|
| – viimane tähtpäev standardi kehtestamiseks rahvuslikul tasandil identse rahvusliku standardi avaldamise või jõustumisteate meetodil kinnitamise teel | (dop) | 1997-09-01 |
| – viimane tähtpäev Euroopa standardile vasturääkiva rahvusliku standardi tühistamiseks | (dow) | 1997-09-01 |

Lisad, mis on tähistatud kui "normlisa" moodustavad osa standardist. Lisad, mis on tähistatud kui "teatmelisa" on esitatud informatsiooniks. Käesolevas standardis on lisad: A, E ja ZA normlisad ning lisad: B, C, D ja F teatmelisad.

Lisa ZA on lisanud CENELEC.

JÕUSTUMISTEADE

CENELEC kinnitas rahvusvahelise standardi IEC 60076-1:1993 teksti Euroopa standardina koos alljärgnevalt loetletud tavapäraste muutustega.

EE MÄRKUS Kõik alljärgnevalt loetletud tavapärased muudatused on eestikeelsesesse teksti juba sisse viidud.

TAVAPÄRASED MUUTUSED

2 Normiviited

Kustutada standardite IEC 76-5 ja IEC 606 viitest avaldamise aasta.

Asendada standardi IEC 137 viites avaldamise aasta uuega: "1995".

3 Määratlused

3.6 Lisada uus määratlus:

3.6.5 Harmoonmoonutustegur:

$$D = \sqrt{\sum_{h=2}^H u_h^2}$$

kus:

$$u_h = U_h / U_1$$

U_h on h -nda harmooniku efektiivväärtus

U_1 on põhiharmooniku efektiivväärtus

H võib kohandatuna käesolevale standardile olla 7.

EE MÄRKUS Standardi EVS-EN 50160:2007 kohaselt kasutatakse tähistuse D asemel lühendit THD (*total harmonic distortion factor*)

4 Nimiaandmed

4.1 Lisada teise lõigu lõppu:

kui tootja ja ostja vahel ei ole enne tellimuse sisseandmist kokku lepitud teisiti.

4.2 Lisada kolmanda lõigu lõppu:

; siiski peab vajadus trafo vastamiseks standardite IEC 354, IEC 905** või muudele koormamistingimustele olema ostja poolt fikseeritud pakkumise tegemise faasis.

4.4 Lisada teise lõigu lõppu:

kui tootja ja ostja vahel ei ole enne tellimuse sisseandmist erandlikes talitlustingimustes kokku lepitud.

9 Tolerantsid

Lisada uus lõik enne viimast lõiku:

Erijuhtudel, kui on vajalikud muud tolerantsid kui tabelis 1 esitatud, peavad need olema tootja ja ostja vahelise kokkuleppe objektid enne tellimuse sisseandmist.

10 Katsed

10.1 Lisada uus lõik pärast kolmandat lõiku:

Identsete trafode rühma kuuluvate konkreetsete trafode katsetamisel võivad tootja ja ostja kokku leppida katsete valiku suhtes. Tüüpkatseid ja erikatseid võib teha rohkem kui ühele partiisse kuuluvale trafole, kui see on määratletud ostja poolt tellimise ajal. Katsete sooritamise järjekord ja katsetatavate trafode valik peavad olema samuti kokku lepitud tellimise ajal.

10.4 Lisada uus lause neljanda lõigu lõppu:

Mõõtmisi võib teha ka muudel väljavõtetel vastavalt tootja ja ostja vahelisele kokkuleppele.

10.5 **Uuendada** seitsmes lõik järgnevalt:

Katsepinge kuju on rahuldav, kui:

- harmoonmoonutustegur ei ületa 5 %;
- erinevus pingelugemite U' ja U vahel ei ületa 3 %.

Jätta alles olemasolev märkus.

Uuendada eelviimane lõik järgnevalt:

Kui harmoonmoonutustegur on üle 5 % ja/või voltmeetrite näitude erinevus on suurem kui 3 %, on katse paikapidavus kokkuleppe objektiks.

**EE MÄRKUS IEC 354 ja IEC 905 asemel kehtivad tähistused IEC 60354 ja IEC 60905.

MUUDATUSE EN 60076-1:1997/A1:2000 EESSÕNA

IEC tehnilise komitee TC 14 (Power transformers) poolt koostatud dokumendi 14/344/FDIS, rahvusvahelise standardi IEC 60076-1:1993 tulevase esimese muudatuse tekst esitati IEC ja CENELECi rööbitiseks hääletamiseks ja võeti CENELECi poolt 01.04.2000 vastu kui Euroopa standardi EN 60076-1:1997 muudatus A1.

MÄRKUS Muudatus A1 on identne muudatusega EN 60076-1:1997/A11:1997, välja arvatud viide CENELECi tehnilisele aruandele R014-001.

Kehtestati järgmised tähtajad:

- viimane tähtpäev standardi kehtestamiseks rahvuslikul tasandil identse rahvusliku standardi avaldamise või jõustumisteate meetodil kinnitamise teel (dop) 2001-05-01
- viimane tähtpäev Euroopa standardile vasturääkiva rahvusliku standardi tühistamiseks (dow) 2003-04-01

JÕUSTUMISTEADE

CENELEC kinnitas rahvusvahelise standardi IEC 60076-1:1993 muudatuse A1:1999 teksti Euroopa standardi muudatusena muutmata kujul.

MUUDATUSE EN 60076-1:1997/A12:2002 EESSÕNA

Muudatus EN 60076-1:1997/A12:2002 valmistati ette CENELECI tehnilise komitee TC 14 (Power transformers) poolt.

Muudatuse kavandi tekst esitati vormikohaseks hääletamiseks ja võeti CENELECI poolt 01.02. 2002 vastu kui Euroopa standardi EN 60076-1:1997 muudatus A12.

Kehtestati järgmised tähtajad:

- | | | |
|---|-------|------------|
| – viimane tähtpäev standardi kehtestamiseks rahvuslikul tasandil identse rahvusliku standardi avaldamise või jõustumisteate meetodil kinnitamise teel | (dop) | 2003-02-01 |
| – viimane tähtpäev Euroopa standardile vasturääkiva rahvusliku standardi tühistamiseks | (dow) | 2005-02-01 |

Lisad, mis on tähistatud kui "normlisa" moodustavad osa standardist.

Lisad, mis on tähistatud kui "teatmelisa" on esitatud informatsiooniks.

Käesolevas standardi lisa ZB on teatmelisa.

Lisa ZB on lisanud CENELEC.

SISUKORD

EN 60076-1:1997 EESSÕNA	2
MUUDATUSE EN 60076-1:1997/A1:2000 EESSÕNA.....	4
MUUDATUSE EN 60076-1:1997/A12:2002 EESSÕNA.....	5
1 KÄSITLUSALA JA TALITLUSTINGIMUSED	8
1.1 Käsitlusala.....	8
1.2 Talitlustingimused	8
2 NORMIVIITED.....	10
3 MÄÄRATLUSED	11
3.1 Üldist	11
3.2 Klemmid ja neutraalpunkt	12
3.3 Mähised.....	13
3.4 Nimiaandmed	14
3.5 Väljavõtted	17
3.6 Kaod ja tühijooksuvool	19
3.7 Lühisimpedants ja pingelangus	21
3.8 Ületemperatuur	23
3.9 Isolatsioon (<i>insulation</i>)	23
3.10 Lülitusskeemid	23
3.11 Katsete liigid.....	25
3.12 Jahutustingimustega seotud meteoroloogilised andmed.....	25
4 NIMIANDMED	25
4.1 Nimivõimsus.....	25
4.2 Koormustsükkel	26
4.3 Nimivõimsuste eelisväärtused	26
4.4 Talitus nimipingest kõrgemal pingel ja/või häiritud sagedusel	26
5 NÕUDED MÄHISEVÄLJAVÕTETEGA TRAFODELE	27
5.1 Üldist – väljavõtte muutmisevahemiku tähistamine	27
5.2 Väljavõttepinge – väljavõttevool. Väljavõttepinge muutumise standardsed liigid. Suurima pingel väljavõtte.....	27
5.3 Väljavõttevõimsus. Täisvõimsusväljavõtte – vähendatud võimsusega väljavõtte	28
5.4 Väljavõtte kirjeldamine päringul ja tellimisel	31
5.5 Lühisimpedantsi kirjeldamine	32
5.6 Koormuskadu ja ületemperatuur.....	32
6 KOLMEFAASILISTE TRAFODE LÜLITUS- JA FAASINIHKETÄHISED	33
7 ANDMESILDID	34
7.1 Kõigil juhtudel antav teave	34
7.2 Vajaduse korral antav lisateave	35
8 MUUD NÕUDED.....	36
8.1 Neutraaliühenduse dimensioonimine.....	36
8.2 Õli paisumissüsteem.....	36
8.3 Koormuskadu generaatori trafodel	36
9 TOLERANTSID	36

10	KATSED	37
10.1	Kontroll-, tüüp- ja erikatsete üldnõuded	37
10.2	Mähise takistuse mõõtmine	39
10.3	Pingete suhte mõõtmine ja faasinihke kontrollimine	40
10.4	Lühisimpedantsi ja koormuskao mõõtmine	40
10.5	Tühijooksukao ja -voolu mõõtmine	41
10.6	Tühijooksuvoolude harmoonikute mõõtmine	41
10.7	Kolmefaasilise trafo nulljärgnevusimpedantsi(de) mõõtmine	41
10.8	Katsed väljavõtetega	42
11	ELEKTROMAGNETILINE ÜHILDUVUS	42
	Lisa A (normlisa) Päringul ja tellimusel nõutav teave	43
	Lisa B (teatmelisa) Väljavõtetega trafode spetsifikatsioonide näiteid	46
	Lisa C (teatmelisa) Lühisimpedantsi kirjeldamine piiride abil	48
	Lisa D (teatmelisa) Kolmefaasilise trafo lülitused	49
	Lisa E (normlisa) Koormuskadude temperatuurikorreksioon	52
	Lisa F (teatmelisa) Kasutatud kirjandus	53
	Lisa ZA (normlisa) Normiviited rahvusvahelistele standarditele ja neile vastavatele Euroopa standarditele	54
	Lisa ZB (teatmelisa) Vedeliktäitega trafo paigaldus ja ohutus	56

1 KÄSITLUSALA JA TALITLUSTINGIMUSED

1.1 Käsitusala

See rahvusvahelise standardi IEC 60076 osa kehtib kolmefaasilistele ja ühefaasilistele jõutrafodele (kaasa arvatud autotrafod), välja arvatud teatud liiki väike- ja eritrafodele nagu:

- ühefaasilised trafod nimivõimsusega alla 1 kVA ja kolmefaasilised trafod alla 5 kVA;
- trafod, millel ei ole mähiseid nimipingega U_n üle 1000 V;
- mõõdetrafod;
- trafod staatilistele muunduritele;
- veeremile paigaldatud veotrafod;
- käivitustrafod;
- katsetrafod;
- keevitustrafod.

MÄRKUS Kui nimetatud tüüpi trafodele IEC standard puudub, võib käesolevat osa standardist IEC 60076 siiski rakendada kas tervikuna või osaliselt.

Neile jõutrafo tüüpidele, mille kohta on olemas oma IEC standard, on käesolev standard rakendatav ainult selles ulatuses, mida on spetsiaalselt mainitud oma IEC standardi viidetes.*

Mitmes selle osa lõigus on eraldi mainitud või soovitatud, et "kokkuleppe" peab saavutama alternatiivide või täiendavate tehniliste lahenduste või protseduuride suhtes. Sellist kokkulepet on vaja saavutada tootja ja ostja vahel. Asjaolud peavad eelistatult esile kerkima juba varases staadiumis ja kokkulepped peavad olema lisatud lepingu spetsifikatsiooni.

1.2 Talitlustingimused

1.2.1 Normaaltalitlustingimused

See standardi IEC 60076 osa esitab trafodele üksikasjalikud nõuded järgmistel tingimustel kasutamiseks:

a) Kõrgus

Kõrgus merepinnast mitte üle 1 000 m (3 300 jalga).

b) Ümbritseva õhu ja jahutuskeskkonna temperatuur

Ümbritseva õhu temperatuur mitte alla miinus 25 °C ja mitte üle pluss 40 °C. Vesijahutusega trafode jahutusvee temperatuur sisendis mitte üle pluss 25 °C.

* Sellised standardid on olemas kuivtrafodele (IEC 60726), üldiselt reaktoritele (IEC 60289), veotrafodele ja -reaktoritele (IEC 60310) ning on valmimisel staatiliste muundurite trafodele.

Täiendavad piirangud jahutusvee osas on antud:

- õlitäitega trafodele standardis IEC 60076-2;
- kuivtrafodele standardis IEC 60726.

c) Toitepinge lainekuju

Toitepinge, mille lainekuju on ligikaudu siinuseline.

MÄRKUS See nõue ei ole tavaliselt väga oluline üldkasutatavates elektrivõrkudes, kuid seda tuleks silmas pidada muunduritega märkimisväärselt koormatud paigaldistes. Sellistel juhtumitel on tavaliseks nõudeks, et lainemoonutused ei ületaks harmoonikute summa osas viit protsenti ega iga üksiku harmooniku osas üht protsenti.

d) Kolmefaasilise toitepinge sümmeetria

Kolmefaasilistele trafodele on kolmefaasiline toitepinge ligikaudu sümmeetriline.

e) Paigalduskoha ümbrus

Ümbritseva keskkonna selline saastetase (vt IEC 60137 ja IEC 60815), mis ei nõua eraldi arvestamist trafo läbiviikude välisisolatsiooni või trafo enda osas

Keskkond, kus ei esine seismilisi häiringuid, mis võiksid nõuda eraldi tähelepanu konstruktsioonis (on eeldatud, et pinnase kiirenduse tase a_g on alla 2 m/s^2).

EE MÄRKUS Trükiviga käesoleva standardi ingliskeelses originaaltekstis m/s.

1.2.2 Ettevaatusabinõud erakorraliste talitlustingimuste korral

Igasugused erakorralised talitlustingimused, mis võivad tingida nende eraldi arvestamist trafo konstruktsioonis, peavad olema määratletud päringul ja tellimuses. Need võivad olla sellised tegurid nagu suur kõrgus, äärmuslikult kõrge või madal temperatuur, troopiline niiskus, seismiline aktiivsus, tugev saastumine, erakorraline pinge või koormusvoolu lainekuju ja katkendlik koormamine. Need võivad samuti puudutada transporditingimusi, ladustamist ja paigaldamist, nagu kaalu- või mahupiirangud (vt lisa A).

Täiendavad reeglid reitinguks ja katsetamiseks on esitatud teistes väljaannetes:

- Ületemperatuur ja jahutus kõrge ümbritseva temperatuuri või suure kõrguse tingimustes: IEC 60076-2 õlitäitega trafodele ja IEC 60726 kuivtrafodele.
- Välisisolatsioon suurtes kõrgustes: IEC 60076-3 ja IEC 60076-3-1 õlitäitega trafodele ja IEC 60726 kuivtrafodele.

* Vt IEC 60068-3-3.

2 NORMIVIITED

Järgnevad normatiivdokumendid sisaldavad klausleid, mis käesolevas tekstis esinevate viidete kaudu moodustavad selle IEC 60076 osa klausleid. Käesoleva publikatsiooni avaldamise ajal olid kõik allpool loetletavad väljaanded kehtivad. Kõik normatiivdokumendid kuuluvad läbivaatamisele ja on käesoleva standardi IEC 60076 osas kokkulepete osalised ning rakendusvõimaluste uurimiseks on soovitatav kasutada allpoolloetletud normatiivdokumentide hilisemaid väljaandeid. IEC ja ISO liikmed peavad käesoleval hetkel kehtivate rahvusvaheliste standardite registrit.

IEC 60050(421):1990 International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 421: Power transformers and reactors

IEC 60068-3-3:1991 Environmental testing – Part 3: Guidance. Seismic test methods for equipments

IEC 60076-2:1993 Power transformers – Part 2: Temperature rise

IEC 60076-3:1980 Power transformers – Part 3: Insulation levels and dielectric tests

IEC 60076-3-1:1987 Power transformers – Part 3: Insulation levels and dielectric tests. External clearances in air

IEC 60076-5:1976 Power transformers – Part 5: Ability to withstand short circuit

IEC 60137:1984 Bushings for alternating voltages above 1 000 V

IEC 60354:1991 Loading guide for oil-immersed power transformers

IEC 60529:1989 Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)

IEC 60551:1987 Determination of transformer and reactor sound levels

IEC 60606:1978 Application guide for power transformers

IEC 60726:1982 Dry-type power transformers

IEC 60815:1986 Guide for the selection of insulators in respect of polluted conditions

IEC 60905:1987 Loading guide for dry-type power transformers

ISO 3:1973 Preferred numbers – Series of preferred numbers

ISO 9001:1987 Quality systems – Model for quality assurance in design/development, production, installation and servicing

EE MÄRKUS Eestikeelsena avaldatud standard **EVS-EN 60529:2001** Ümbristega tagatavad kaitseastmed (IP-kood)