

KAABLITE JA ISOLEERJUHTMETE VOOLUJUHI

Conductors of insulated cables (IEC 60228:2023)

EESTI STANDARDI EESSÕNA

See Eesti standard on

- Euroopa standardi EN IEC 60228:2024 ingliskeelse teksti sisu poolest identne tõlge eesti keelde ja sellel on sama staatus mis jõustumisteate meetodil vastu võetud originaalversioonil. Tõlgenduserimeelsuste korral tuleb lähtuda ametlikes keeltes avaldatud tekstidest;
- jõustunud Eesti standardina inglise keeles septembris 2024;
- eesti keeles avaldatud sellekohase teate ilmumisega EVS Teataja 2024. aasta septembrikuu numbris.

Standardi tõlke koostamise ettepaneku on esitanud tehniline komitee EVS/TK 17 „Madalpinge“, standardi tõlkimist on korraldanud Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskus.

Standardi on tõlkinud Meelis Kärt, standardi on heaks kiitnud EVS/TK 17.

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

Euroopa standardimisorganisatsioon on teinud Euroopa standardi EN IEC 60228:2024 rahvuslikele liikmetele kättesaadavaks 23.08.2024.

Date of Availability of the European Standard EN IEC 60228:2024 is 23.08.2024.

See standard on Euroopa standardi EN IEC 60228:2024 eestikeelne [et] versioon. Teksti tõlke on avaldanud Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskus ning sellel on sama staatus ametlike keelte versioonidega.

This standard is the Estonian [et] version of the European Standard EN IEC 60228:2024. It was translated by the Estonian Centre for Standardisation and Accreditation. It has the same status as the official versions.

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

ICS 29.060.20

Standardite reprodutseerimise ja levitamise õigus kuulub Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskusele

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

Kui Teil on küsimusi standardite autoriõiguse kaitse kohta, võtke palun ühendust Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskusega: Koduleht www.evs.ee; telefon 605 5050; e-post info@evs.ee

English Version

**Conductors of insulated cables
(IEC 60228:2023)**

Ames des câbles isolés
(IEC 60228:2023)

Leiter für Kabel und isolierte Leitungen
(IEC 60228:2023)

This European Standard was approved by CENELEC on 2024-06-12. 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 CEN-CENELEC Management Centre 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 CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CENELEC members are the national electrotechnical committees of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, the Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, the Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Republic of North Macedonia, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Türkiye and the United Kingdom.



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

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brussels

SISUKORD

EUROOPA EESSÕNA.....	4
EESSÕNA.....	8
SISSEJUHATUS.....	10
1 KÄSITLUSALA.....	11
2 NORMIVIITED.....	11
3 TERMINID JA MÄÄRATLUSED.....	11
4 LIIGITUS.....	12
5 MATERJALID.....	12
5.1 Üldnõuded.....	12
5.2 Ümarad ja profiilsed alumiiniumist massiivjuhid.....	12
5.3 Ümarad ja profiilsed alumiiniumist kiudjuhid.....	13
6 MASSIIV- JA KIUDJUHID.....	13
6.1 Massiivjuhid (klass 1).....	13
6.1.1 Ehitus.....	13
6.1.2 Aktiivtakistus.....	13
6.2 Ümarad tihendamata kiudjuhid (klass 2).....	14
6.2.1 Ehitus.....	14
6.2.2 Aktiivtakistus.....	14
6.3 Ümarad tihendatud kiudjuhid ja profiilsed kiudjuhid (klass 2).....	14
6.3.1 Ehitus.....	14
6.3.2 Aktiivtakistus.....	14
6.4 Millikenjuhid (klass 2).....	14
6.4.1 Ehitus.....	14
6.4.2 Aktiivtakistus.....	14
7 PAINDJUHID (KLASSID 5 JA 6).....	15
7.1 Ehitus.....	15
7.2 Aktiivtakistus.....	15
8 PEATÜKKIDES 6 JA 7 ESITATUD NÕUETEGA VASTAVUSE KONTROLL.....	15
Lisa A (normlisa) Aktiivtakistuse mõõtmine.....	21
Lisa B (teatmelisa) Täpsed valemid temperatuuri parandusteguritele.....	23
Lisa C (teatmelisa) Juhis ümarate volujuhtide mõõtmete piiride kohta.....	24
Lisa ZA (normlisa) Normiviited rahvusvahelistele publikatsioonidele koos neile vastavate Euroopa publikatsioonidega.....	28
Lisa ZB (normlisa) Rahvuslikud eritingimused.....	29
Kirjandus.....	30

TABELID

Tabel 1 — Ümarate ja profiilsete alumiiniumist massiivjuhtide tõmbetugevuse piirid	13
Tabel 2 — Ümarate ja profiilsete alumiiniumist kiudjuhtmete tõmbetugevuste piirid	13
Tabel 3 — Klassi 1 massiivjuhid ühesoonelistele ja mitmesoonelistele kaablitele ning isoleerjuhtmetele	16
Tabel 4 — Klassi 2 kiudjuhid ühesoonelistele ja mitmesoonelistele kaablitele ning isoleerjuhtmetele	17
Tabel 5 — Klassi 5 vasest paindjuhid ühesoonelistele ja mitmesoonelistele kaablitele ning isoleerjuhtmetele	19
Tabel 6 — Klassi 6 vasest paindjuhid ühesoonelistele ja mitmesoonelistele kaablitele ning isoleerjuhtmetele	20
Tabel A.1 — Voolujuhi aktiivtakistuse temperatuuri parandustegurid k_t temperatuuril t °C kuni 20 °C mõõdetud aktiivtakistuse korrigeerimiseks	22
Tabel C.1 — Vasest ümarate voolujuhtide suurimad läbimõõdud – massiivjuht, tihendamata kiudjuht ja paindjuht	25
Tabel C.2 — Vasest, alumiiniumist ja alumiiniumisulamist tihendatud ümarate kiudjuhtide vähimad ja suurimad läbimõõdud	26
Tabel C.3 — Alumiiniumist ümarate massiivjuhtide vähimad ja suurimad läbimõõdud	27

EUROOPA EESSÕNA

IEC tehnilise komitee TC 20 „Electric cables“ koostatud dokumendi 20/2125/FDIS tekst, rahvusvahelise standardi IEC 60228 tulevane neljas väljaanne on esitatud IEC ja CENELEC-i paralleelsele hääletusele ja CENELEC on selle üle võtnud kui EN IEC 60228:2024..

Kehtestatud on järgmised tähtpäevad:

- viimane tähtpäev selle dokumendi kehtestamiseks riigi (dop) 2025-03-12 tasandil identse rahvusliku standardi avaldamisega või jõustumisteate meetodil kinnitamisega
- viimane tähtpäev selle dokumendiga vastuolus olevate (dow) 2027-06-12 rahvuslike standardite tühistamiseks

See dokument asendab standardit EN 60228:2005 ning kõiki selle muudatusi ja parandusi (kui on).

Tuleb pöörata tähelepanu võimalusele, et dokumendi mõni osa võib olla patendiõiguse objekt. CENELEC ei vastuta sellis(t)e patendiõigus(t)e väljaselgitamise ega selgumise eest.

Igasugune tagasiside ja küsimused selle dokumendi kohta tuleks suunata dokumendi kasutaja rahvuslikule komiteele. Täielik loetelu nende organisatsioonide kohta on leitav CENELEC-i veebilehelt.

Jõustumisteade

CENELEC on rahvusvahelise standardi IEC 60228:2023 teksti muutmata kujul üle võtnud Euroopa standardina.



®

IEC 60228

Edition 4.0 2023-12

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Conductors of insulated cables

Ames des câbles isolés



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2023 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.



IEC 60228

Edition 4.0 2023-12

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Conductors of insulated cables

Ames des câbles isolés

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.060.20

ISBN 978-2-8322-7808-6

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

EESSÕNA

- 1) Rahvusvaheline Elektrotehnikakomisjon (International Electrotechnical Commission, IEC) on ülemaailmne standardimisorganisatsioon, mis hõlmab kõiki rahvuslikke elektrotehnikakomiteesid (IEC rahvuslikke komiteesid). IEC ülesanne on arendada rahvusvahelist koostööd kõigis elektri- ja elektroonikaalastes standardimisküsimustes. Selleks avaldab IEC lisaks oma muudele tegevusaladele rahvusvahelisi standardeid, tehnilisi spetsifikatsioone, tehnilisi aruandeid, avalikult kättesaadavaid spetsifikatsioone (*Publicly Available Specifications*, PAS) ja juhendeid (edaspidi IEC publikatsioon(id)). Nende koostamine on usaldatud tehnilistele komiteedele; iga IEC rahvuslik komitee, kes on käsitletavast valdkonnast huvitatud, võib selles koostamistöös osaleda. Publikatsioonide koostamises osalevad ka IEC-ga seotud rahvusvahelised riiklikud organisatsioonid ning vabaühendused. IEC teeb tihedat koostööd Rahvusvahelise Standardimisorganisatsiooniga (International Organization for Standardization, ISO) nende organisatsioonide vahelises kokkuleppes sätestatud tingimuste kohaselt.
- 2) Kuna IEC igas tehnilises komitees on esindatud kõik asjahuvilised rahvuslikud komiteed, väljendavad IEC otsused või kokkulepped olulistes tehnilistes küsimustes suurimal võimalikul määral rahvusvahelist arvamuskonsensust.
- 3) IEC publikatsioonid kujutavad endast rahvusvaheliseks kasutamiseks mõeldud soovitusi ja on sellistena IEC rahvuslikes komiteedes heaks kiidetud. Kuigi on tehtud kõik, et tagada IEC publikatsioonide tehniline täpsus, ei saa IEC vastutada selle eest, mis viisil neid kasutatakse, ega selle eest, kui lõpptarbija neid valesti mõistab.
- 4) Rahvusvahelise ühtlustamise huvides võtavad IEC rahvuslikud komiteed IEC publikatsioone läbipaistvalt ja suurimal võimalikul määral kasutusele oma rahvuslikes ja regionaalsetes publikatsioonides. Lahknevused IEC publikatsioonide ja vastavate rahvuslike või regionaalsete publikatsioonide vahel peavad olema viimastes selgelt esile toodud.
- 5) IEC ei osuta nõuetele vastavuse tõendamise teenust. Sõltumatud sertifitseerimisasutused osutavad vastavushindamisteenuseid ja mõnes valdkonnas juurdepääsu IEC vastavusmärkidele. IEC ei vastuta sõltumatute sertifitseerimisasutuste osutatud teenuste eest.
- 6) Kõik kasutajad peaksid veenduma, et nad kasutavad selle publikatsiooni uusimat väljaannet.
- 7) IEC-d, selle juhte, töotajaid, teenistujaid ega agente, sealhulgas tehniliste komiteede ja IEC rahvuslike komiteede eksperte ega liikmeid, ei saa pidada vastutavaks mingit liiki otseste ega kaudsete isikuvigastuste, omandi- või muu kahjustuse ega kulude (sealhulgas seaduslike maksude) eest, mis võivad olla tekkinud selle või mõne muu IEC publikatsiooni kasutamisel või sellega seoses.
- 8) Tuleb pöörata tähelepanu selle publikatsiooni normiviidetele. Viidatud publikatsioonide kasutamine on vajalik selle publikatsiooni õigeks rakendamiseks.
- 9) ISO ja IEC pööravad tähelepanu võimalusele, et selle dokumendi rakendamine võib olla seotud patendi (patentide) kasutamisega. ISO ega IEC ei võta seisukohta mis tahes esitatud patendiõiguste tõendamise, kehtivuse ega rakendatavuse eest. Selle dokumendi avaldamise kuupäeva seisuga ei ole ISO ega IEC saanud teateid patendi (patentide) kohta, mida võib vaja minna selle dokumendi rakendamiseks. Dokumendi kasutajaid on siiski hoiatatud, et siin esitatu ei pruugi olla uusim teave, mis võib olla saadud patendiandmebaasist (kättesaadav veebilehtedelt www.iso.org/patents ja <https://patents.iec.ch>). ISO ega IEC ei vastuta sellis(t)e patendiõigus(t)e väljaselgitamise ega selgumise eest.

IEC 60228 on koostanud IEC tehniline komitee IEC/TC 20 „Electric cables“. See on rahvusvaheline standard.

See neljas väljaanne tühistab ja asendab 2004. aastal välja antud kolmandat väljaannet. See väljaanne kujutab endast tehnilist uustöötlust.

See väljaanne sisaldab eelmise väljaandega võrreldes järgmisi olulisi tehnilisi muudatusi:

- a) on lisatud millikenjuhtide kirjeldus;
- b) on lisatud nimiristlõiked üle 2500 mm²;
- c) 2500 mm² nimiristlõikega alumiiniumist voolujuhi aktiivtakistuse endist väärtust on korrigeeritud ja antud sellele uus väärtus.

Varasemates süsteemides, kus 2500 mm² nimiristlõikega alumiiniumist voolujuht oli projekteeritud, võttes arvesse eelmistes väljaannetes esitatud ja tabelites enam mitte olevaid väärtusi, saab säilitada algse projektlahenduse ja seda siiski kasutada.

Lisaks võivad tarnijad sellist varasemate nõuete kohast 2500 mm² nimiristlõikega alumiiniumist voolujuhi projektlahendust kasutada kas juba kavandatud ja heakskiidetud, kuid tarnimata süsteemides või nt tarnitud süsteemide remondi- ja lisavarupikkuste tootmiseks.

Valiku, kas kasutada algset varasemate nõuete kohast 2500 mm² nimiristlõikega alumiiniumist voolujuhi projektlahendust või kasutada projekteerimisel uusi aktiivtakistuse tabeliväärtusi, peavad kokku leppima tarnija ja lõppkasutajad.

Selle rahvusvahelise standardi tekst põhineb järgmistel dokumentidel:

Lõppkavand	Hääletusaruanne
20/2125/FDIS	20/2131/RVD

Täieliku teabe selle standardi heakskiiduhääletuse kohta saab üaltoodud tabelis viidatud hääletusaruandest.

Selle rahvusvahelise standardi väljatöötamiseks kasutatud keel on inglise keel.

See dokument on kavandatud ISO/IEC direktiivide 2. osa kohaselt ja välja töötatud ISO/IEC direktiivide 1. osa ja ISO/IEC direktiivide „IEC Supplement“ kohaselt, mis on kättesaadav veebilehelt www.iec.ch/members_experts/refdocs. Peamised IEC välja töötatud dokumendid on täpsemalt kirjeldatud veebilehel www.iec.ch/standardsdev/publications/.

Komitee on otsustanud, et selle dokumendi sisu jääb muutumatuks kuni alalhoiutähtpäevani, mis on toodud IEC veebilehel <http://webstore.iec.ch> vastava dokumendiga seotud andmetes. Sellel kuupäeval dokument kas

- kinnitatakse uuesti,
- tühistatakse,
- asendatakse uustöötlusega või
- muudetakse.

SISSEJUHATUS

See dokument on mõeldud põhistandardiks IEC tehnilistele komiteedele ja rahvuslikele komiteedele elektrikaablite standardite koostamisel ning rahvuslikele komiteedele riigisiseste spetsifikatsioonide koostamisel. Need komiteed peaksid valima selle põhistandardi tabelitest voolujuhid, mis sobivad konkreetsetele nendega seotud juhtudele ja kas lisama kohaldatavad üksikasjad oma kaabli spetsifikatsioonidesse või tegema asjakohased viited sellele standardile.

1 KÄSITLUSALA

See dokument määratleb laias ulatuses elektrikaablite ja -juhtmete tüüpide voolujuhtide nimiristlõiked vahemikus $0,5 \text{ mm}^2$ kuni 3500 mm^2 . Samuti on lisatud nõuded kiudude arvule ja suurusele ning aktiivtakistuse väärtustele. Need voolujuhid hõlmavad massiiv-, kiud- ja millikenjuhte ning vasest, alumiiniumist ja alumiiniumisulamitest voolujuhte kohtkindlaks paigaldamiseks ette nähtud kaablites ja isoleerjuhtmetes ning vasest paindujuhtides.

Dokument ei kehti telekommunikatsiooni otstarbel kasutatavatele voolujuhtidele.

Selle standardi rakendatavus teatud tüüpi kaablitele või isoleerjuhtmetele on määratletud vastavas kaabli või isoleerjuhtme tüübi standardis.

Kui konkreetsetes jaotises ei ole märgitud vastupidist, käsitleb see dokument valmiskaablis või -isoleerjuhtmes olevaid voolujuhte ega käsitle voolujuhte, mis on valmistatud või tarnitud kaablis või isoleerjuhtmesse lisamiseks.

Selles dokumendis kirjeldatud voolujuhid on määratletud meetermõõdukus.

Teatmelisad annavad täiendavat teavet takistuse mõõtmise temperatuuri parandustegurite kohta (lisa B) ja juhiseid ümmarguste juhtmete mõõtmise piiride kohta (lisa C).

EE MÄRKUS 1 Inglise ja prantsuse keeles tähendab termin „cable“ niihästi kaablit kui ka isoleerjuhet. Eesti, saksa ja vene keeles tehakse neil termineil vahet, nimetades kaabliks juhti, mille sisemus on hermeetiliselt kaitstud mantli ning otsastuste, jätku- ja harumuhvidega.

EE MÄRKUS 2 Selles eestikeelses standardis mõistetakse voolujuhi (ingl *conductor*, pr *âme*, sks *Leiter*) all juhtme või kaabli soone voolujuhtivat metalloosa.

2 NORMIVIITED

Allpool nimetatud dokumentidele on tekstis viidatud selliselt, et nende sisu kujutab endast kas osaliselt või tervenisti selle dokumendi nõudeid. Dateeritud viidete korral kehtib üksnes viidatud väljaanne. Dateerimata viidete korral kehtib viidatud dokumendi uusim väljaanne koos võimalike muudatustega.

IECEE OD-5014. Instrument Accuracy Limits

3 TERMINID JA MÄÄRATLUSED

Dokumendi rakendamisel kasutatakse allpool esitatud termineid ja määratlusi.

ISO ja IEC hoiavad alal standardimisel kasutamiseks olevaid terminoloogiaandmebaase järgmistel aadressidel:

- IEC Electropedia: kättesaadav veebilehelt <https://www.electropedia.org/>;
- ISO veebipõhine lugemisplatvorm: kättesaadav veebilehelt <https://www.iso.org/obp/>.

3.1

metallkattega (*metal-coated*)

kaetud õhukese sobiva metalli, nagu tina või tinasulami kihiga

coated with a thin layer of suitable metal, such as tin or tin alloy