

**ÜLE 1 kV NIMIVAHELDUIVPIŒEGA
TUGEVVOOLUPAIGALDISTE MAANDAMINE**

Earthing of power installations exceeding 1 kV a.c.



EESTI STANDARDI EESSÕNA

See Eesti standard on

- Euroopa standardi EN 50522:2022 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 aprillis 2022;
- eesti keeles avaldatud sellekohase teate ilmunisega EVS Teataja 2022. aasta maikuu numbris.

Standardi tõlke koostamise ettepaneku on esitanud tehniline komitee EVS/TK 19 „Kõrgepinge“, standardi tõlkimist on korraldanud Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskus.

Standardi on tõlkinud Rein Oidram, standardi on heaks kiitnud EVS/TK 19.

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

Standardis sisalduvad arväärtusrajad eessõnadega *alates* ja *kuni* sisaldavad alati, nagu ka senistes eestikeelsetes normdokumentides, kaasaarvatult rajaväärtust ennast.

Euroopa standardimisorganisatsioonid on teinud Euroopa standardi EN 50522:2022 rahvuslikele liikmetele kättesaadavaks 04.03.2022.	Date of Availability of the European Standard EN 50522:2022 is 04.03.2022.
--	---

See standard on Euroopa standardi EN 50522:2022 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 50522:2022. 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 29.120.50

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

Earthing of power installations exceeding 1 kV a.c

Prises de terre des installations électriques de puissance en
courant alternatif de tension supérieure à 1 kV

Erdung von Starkstromanlagen mit
Nennwechselspannungen über 1 kV

This European Standard was approved by CENELEC on 2022-01-10. 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, Turkey 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.....	5
1 KÄSITLUSALA.....	6
2 NORMIVIITED.....	7
3 TERMINID JA MÄÄRATLUSED.....	7
4 PÕHINÕUDED.....	22
4.1 Üldnõuded.....	22
4.2 Elektrialased nõuded.....	22
4.2.1 Neutraali maandamisviisid.....	22
4.2.2 Lühisvool.....	22
4.3 Ohutuskriteeriumid.....	22
4.4 Talitluslikud nõuded.....	23
5 MAANDUSPAIGALDISTE PROJEKTEERIMINE.....	23
5.1 Üldnõuded.....	23
5.2 Projekteerimine korrosioonikindluse ja mehaanilise tugevuse järgi.....	23
5.2.1 Maanduselektroodid.....	23
5.2.2 Maandusjuhid.....	23
5.2.3 Potentsiaaliühtlustusjuhid.....	23
5.3 Juhtide valik termilise tugevuse järgi.....	24
5.3.1 Üldnõuded.....	24
5.3.2 Voolutaluvus.....	24
5.4 Projekteerimine puutepinge järgi.....	25
5.4.1 Lubatavad väärtused.....	25
5.4.2 Meetmed lubatavatest puutepingetest kinnipidamiseks.....	26
5.4.3 Projekteerimismetoodika.....	27
6 MEETMED KANDUNUD POTENTSIAALI VÄLTIMISEKS.....	30
6.1 Kõrgepingevõrkudest madalpingevõrkudesse kandunud potentsiaal.....	30
6.1.1 Kõrgepinge- ja madalpinge-maanduspaigaldised.....	30
6.1.2 Madalpingelised elektritoiteahelad ainult kõrgepingealajaama ulatuses.....	30
6.1.3 Kõrgepingealajaama sisenevad või sealt väljuvad madalpingelised elektritoiteahelad.....	30
6.1.4 Madalpinge kõrgepingealajaamade läheduses.....	30
6.2 Telekommunikatsiooniseadmetesse ja teistesse võrkudesse kanduvad potentsiaalid.....	31
7 MAANDUSPAIGALDISTE EHITAMINE.....	31
7.1 Maandurite ja maandusjuhtide paigaldamine.....	31
7.2 Välg ja transienttoimed.....	32
7.3 Meetmed seadmete ja paigaldiste maandamiseks.....	32
8 MÕÕTMISED.....	32
9 HOOLDATAVUS.....	32
9.1 Ülevaatused.....	32
9.2 Mõõtmised.....	32
10 MAANDUSPAIGALDISTE ÜLEVAATUSED JA DOKUMENTATSIOON.....	33
Lisa A (normlisa) Lubatavate puutepingete arvutusmeetodid.....	34
Lisa B (normlisa) Lubatava puutepinge U_{Tp} ja puute-eelse lubatava pinge U_{vTp} arvutus.....	37
Lisa C (normlisa) Maandurite materjal ja vähimmõõtmised mehaanilise tugevuse ja korrosioonikindluse tagamiseks.....	42
Lisa D (normlisa) Maandusjuhtide ja maandurite lubatava voolu arvutamine.....	44

Lisa E (normlisa) Tunnustatud erimeetmete M kirjeldused	49
Lisa F (normlisa) Maanduspaigaldistel rakendatavad meetmed kõrgsagedushäiringute vähendamiseks..	52
Lisa G (normlisa) Seadmete ja paigaldiste maandamisel rakendatavad üksikmeetmed	53
Lisa H (normlisa) Puutepingete mõõtmine	56
Lisa I (teatmelisa) Õhuliinide piksekaitsetrosse ja maakaablite metallmanteleid arvestavad vähendustegurid.....	57
Lisa J (teatmelisa) Maanduspaigaldiste projekteerimise alused.....	60
Lisa K (teatmelisa) Maandurite ja maandusjuhtide paigaldamine	66
Lisa L (teatmelisa) Maanduspaigaldiste projekteerimis- ja kontrollmõõtmised	68
Lisa M (teatmelisa) Betoonis olevate sarrusevarraste kasutamine maandamiseks	78
Lisa N (teatmelisa) Lai maandussüsteem	79
Lisa O (normlisa) Rahvuslikud eritingimused	80
Lisa P (teatmelisa) A-kõrvalekalded	81
Kirjandus.....	84

JOONISED

Joonis 1 — Maapinna potentsiaali profiili ja pingete näide juhul, kui maanduselektroodides kulgeb vool	13
Joonis 2 — Voolude, pingete ja takistuste näide väikese näivtakistuse kaudu maandatud neutraaliga trafoalajaama maaühenduse korral.....	15
Joonis 3 — Maaühendusvool isoleeritud neutraaliga võrgus.....	17
Joonis 4 — Maaühendusvool resonantsmaandatud neutraaliga võrgus	18
Joonis 5 — Maaühendusvool väikese näivtakistuse kaudu maandatud neutraaliga võrgus.....	19
Joonis 6 — Maaühendusvool resonantsmaandatud ja ajutiselt väikese näivtakistuse kaudu maandatud neutraaliga võrgus	20
Joonis 7 — Kaksikmaalühisvool isoleeritud või resonantsmaandatud neutraaliga võrgus	21
Joonis 8 — Lubatav puutepinge	26
Joonis 9 — Laia maandussüsteemi koosseisu (C1 jaotises 5.4.2) mittekuuluva maanduspaigaldise projekteerimine lubatava puutepinge U_{Tp} järgi, maanduspinge U_E või puutepinge U_T kontrolliga ja kandunud potentsiaali arvestamata.....	29
Joonis B.1 — Inimese keha summaarse impedantsi Z_T sõltuvus keha voolust I_B voolurajal käsi-käsi	39
Joonis B.2 — Aseskeem U_{vTp} väärtuste arvutamiseks olenevalt rikke kestusest t_f	40
Joonis B.3 — Graafikute $U_{vTp} = f(t_f)$ näited erisuguste lisatakistuste $R_F = R_{F1} + R_{F2}$ korral	41
Joonis D.1 — Maandusjuhtide ja maandurite lühisel lubatav voolutihedus G olenevalt maaühendusvoolu kestusest t_f	46
Joonis D.2 — Ümara maandusjuhi kestvalt lubatav vool I_D olenevalt ristlõikest A	47
Joonis D.3 — Täisnurkse ristlõikega maandusjuhtide kestvalt lubatav vool I_D olenevalt ristlõike ja profiili ümberrõõdu korrutisest $(A \cdot s)$	48
Joonis G.1 — Metalltara maandamispõhimõte alajaama võrkmaanduriga ühendamise abil.....	53
Joonis G.2 — Kaugemal oleva sõltumatult maandatud metalltara maandamispõhimõte	54
Joonis I.1 — Kaablimantli voolule vastavad parameetrid.....	59

Joonis J.1 — Rõhtsate (riba- või ümarmaterjalist või kiudjuhtmest valmistatud) sirg- ja rõngasmaandurite valgumistakistus homogeenses pinnases	61
Joonis J.2 — Homogeensesse pinnasesse süvistatud püstmaanduri valgumistakistus	62
Joonis J.3 — Maanduritoimega kaabli tüüpiline valgumistakistus sõltuvalt kaabli pikkusest ja pinnase eritakistusest	63
Joonis J.4 — Rõhtsa 0,6 m sügavusele pinnasesse eritakistusega vahemikus 250 Ω m kuni 10 000 Ω m asetatud 95 mm ² vaskjuhi tüüpiline valgumistakistus	64
Joonis J.5 — Rõhtsa 0,6 m sügavusele pinnasesse eritakistusega vahemikus 50 Ω m kuni 250 Ω m asetatud 95 mm ² vaskjuhi tüüpiline valgumistakistus	65
Joonis L.1 — Näide maandustakistuse määramise kohta suurevoolumeetodil	72
Joonis L.2 — Puute-eelse pinge U_{VT} mõõtmine	74
Joonis L.3 — Puutepinge U_T mõõtmine	74
Joonis L.4 — Puutepinge U_T lisatakistusega mõõtmine	75
Joonis L.5 — Puute-eelse pinge U_{VT} lisatakistusega mõõtmine	75
Joonis L.6 — Puutepinge ja puute-eelse pinge mõõtmiste valikud ja nõuded	76
TABELID	
Tabel 1 — Olulised voolud maanduspaigaldise projekteerimisel	24
Tabel 2 — U_E piirväärtustel põhinevad vähimnõuded madalpinge- ja kõrgepinge-maanduspaigaldiste ühendamisel	30
Tabel B.1 — Lubatav inimese keha läbiv vool I_B olenevalt rikke kestusest t_f	37
Tabel B.2 — Inimese keha summaarne impedants Z_T olenevalt puutepingest U_T voolurajal käsi-käsi (Z_T väärtused on ümardatud takistusele 25 Ω)	38
Tabel B.3 — Inimese keha summaarne impedants Z_T olenevalt keha voolust I_B voolurajal käsi-käsi	38
Tabel B.4 — Lubatava puutepinge U_{Tp} arvutatud väärtused olenevalt rikke kestusest t_f (U_{Tp} väärtused on ümardatud pingele 5 V)	39
Tabel C.1 — Maandurite materjal ja vähimmõõtmised mehaanilise tugevuse ja korrosioonikindluse tagamiseks	42
Tabel D.1 — Materjalikonstandid	44
Tabel D.2 — Kestevvoolu teisendustegurid lõpptemperatuurilt 300 °C muule lõpptemperatuurile	45
Tabel E.1 — Lubatavate puutepingete U_{Tp} (vt joonis 8) tagamiseks vajalike tunnustatud erimeetmete M kasutamistingimused	49
Tabel J.1 — Pinnase eritakistus vahelduvvoolusagedustel (mõõtmistel sageli saadud väärtusvahemikud)	60

EUROOPA EESSÕNA

Dokumendi (EN 50522:2022) on koostanud tehniline komitee CLC/TC 99X „Power installations exceeding 1 kV AC (1,5 kV DC)“.

Kehtestatud on järgmised tähtpäevad:

- viimane tähtpäev selle dokumendi kehtestamiseks riigi tasandil identse (dop) 2023-01-10 rahvusliku standardi avaldamisega või jõustumisteate meetodil kinnitamisega
- viimane tähtpäev selle dokumendiga vastuolus olevate rahvuslike (dow) 2025-01-10 standardite tühistamiseks

See dokument asendab standardit EN 50522:2010 ning kõiki selle võimalikke muudatusi ja parandusi.

EN 50522:2022 sisaldab standardiga EN 50522:2010 võrreldes järgmisi olulisi tehnilisi muudatusi:

- Kalkkirjas tekstilõigud, mis näitasid, et see lõik on koopia standardi IEC 61936-1 tekstist, on autoriõiguste tõttu asendatud viitemärkusega standardile IEC 61936-1.
- Peatükk 3 on puutepingete osas uuendatud.
- Täiustatud on peatüki 3 jooniseid maaühendusvoolude jagunemise kohta.
- Jaotises 5.4 ja joonisel 9 on selgitatud maanduspaigaldise projekteerimise protsessi.
- Lisad A ja B on puute-eelse lubatava pinge ja lubatava sammupinge lisamisega ümber korraldatud.
- Lisadesse C ja D on sisse toodud roostevaba teras.
- Lisas G on rohkem üksikasju ja jooniseid tarade kohta.
- Lisas I on laiendatud vähendustegurite tabelit ja rakendamist kaablite puhul.
- Lisas J on uued joonised (J.4 ja J.5).
- Pinnase eritakistuse mõõtmise ja puutepinge mõõtmise üksikasjad, kaasa arvatud vookaart lisas L.
- Peatükk 10 oli eelmises väljaandes lisa M.

Tuleb pöörata tähelepanu võimalusele, et standardi 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.

1 KÄSITLUSALA

Selles dokumendis määratakse võrkudes nimivahelduvpingega üle 1 kV ja nimisagedusega kuni 60 Hz paiknevate elektripaigaldiste maandussüsteemide projekteerimise ja ehitamise nõuded, et tagada ettenähtud kasutamise ohutus ja nõuetekohane toimivus.

MÄRKUS Selle dokumendi tehnilisi ja protseduurilisi põhimõtteid saab rakendada, kui kolmandate poolte paigaldisi ja rajatisi kavandatakse ja/või ehitatakse kõrgepinge tugevvolupaigaldiste lähedusse.

Selles dokumendis mõistetakse tugevvolupaigaldiste all järgmisi paigaldisi:

- a) alajaamad, sealhulgas elektriraudtee toitealajaamad;
- b) elektripaigaldised postidel, mastidel ja tornides;
väljaspool suletud elektrikäiduala paiknevad jaotlad ja/või trafod;
- c) ühessamas paigas asuv(ad) üks (või mitu) elektrijaamaplokk(i);
tugevvolupaigaldis sisaldab generaatoreid ja trafosid koos kõigi selle juurde kuuluvate jaotlate ja kõigi abivooluahelatega; eri paikades asuvate elektrijaamaplokkide vahelised ühendused siia hulka ei kuulu;
- d) tehaste, tootmisettevõtete või muude tööstuslike, põllumajanduslike, kaubanduslike või avalike asutuste elektrivõrgud;
- e) tugevvolupaigaldised avamererajatistel elektrienergia tootmiseks, ülekandeks, jaotamiseks ja/või salvestamiseks;
- f) õhuliinide ja maa-aluste liinide vahelised siirdemastid.

Tugevvolupaigaldisse kuuluvad muu hulgas järgmised seadmed:

- pöörlevad elektrimasinad;
- jaotlad;
- trafod ja reaktorid;
- muundurid;
- kaablid;
- juhistikud;
- akupatareid;
- kondensaatorid;
- maandussüsteemid;
- suletud elektrikäiduala koostisse kuuluvad hooned ja tarad;
- juurdekuuluvad kaitse-, juhtimis- ja abisüsteemid;
- suured õhksüdamikreaktorid.

MÄRKUS 2 Üldjuhul on seadmestandard selle dokumendi suhtes ülimuslik.

Seda dokumenti ei rakendata järgmiste tugevvolupaigaldiste maandussüsteemide projekteerimisel ja ehitamisel:

- eri paigaldiste vahelised õhuliinid ja maa-alused liinid;
- elektriraudteed ja veerem;
- kaevandusseadmed ja -paigaldised;
- luminofoorlampipaigaldised;

- standardile IEC 60092 (kõik osad) vastavad laevade elektripaigaldised ja standardile IEC 61892 (kõik osad) vastavad mandrilavapaigaldised, mida kasutatakse avamere naftatööstuses puurimiseks, töötlemiseks ja ladustamiseks;
- elektrostaatilised seadmed (nt elektrifiltrid, elektrostaatilised värvipihustid);
- katsetamispaigad;
- meditsiiniseadmed, nt meditsiinilised röntgenseadmed.

MÄRKUS 3 Standardisari EN 50341 „Elektriõhuliinid vahelduvpingega üle 1 kV“ määratleb õhuliinide maandussüsteemide konstruktsiooni ja ehitamise nõuded.

MÄRKUS 4 Selle dokumendi käsitusala ei sisalda nõudeid pingealuste tööde sooritamise kohta tugevvoolupaigaldistes.

MÄRKUS 5 Selle dokumendi käsitusala käsitleb kõrgepingepaigaldiste ohutusnõudeid ja nende mõju madalpingepaigaldistele. Kuni 1 kV elektripaigaldisele kehtib harmoneerimisdokumendi HD 60364 sari.

2 NORMIVIITED

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

EN 60909 (sari). Short-circuit currents in three-phase a.c. systems (IEC 60909 sari)

EN IEC 62561-2. Lightning protection system components (LPSC) – Part 2: Requirements for conductors and earth electrodes (IEC 62561-2)

HD 60364-1. Low-voltage electrical installations – Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions (IEC 60364-1)

IEC 60479-1:2018. Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects

IEC 61936-1:2010. Power installations exceeding 1 kV a.c. – Part 1: Common rules

3 TERMINID JA MÄÄRATLUSED

Standardi rakendamisel kasutatakse standardis IEC 61936-1:2010 ning allpool esitatud termineid ja määratlusi.

ISO ja IEC hoiavad alal standardimisel kasutamiseks olevaid terminoloogilisi andmebaase järgmistel aadressidel:

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

3.1

rõngasmaanduselektrood (*earth ring electrode*)

pinnasesse ehitise või masti ümber suletud rõngana paigutatud elektrood

earth electrode embedded in the soil around a building or pole as a closed ring