

VOOLU TOIME INIMESTELE JA KODULOOMADELE
Osa 1: Üldalused

Effects of current on human beings and livestock
Part 1: General aspects
(IEC 60479-1:2018, identical)

EESTI STANDARDI EESSÕNA

See Eesti standard on

- rahvusvahelise standardi IEC 60479-1:2018 ingliskeelse teksti sisu poolest identne tõlge eesti keelde ja sellel on sama staatus mis ümbertrüki meetodil vastu võetud originaalversioonil. Tõlgenduserimeelsuste korral tuleb lähtuda ametlikes keeltes avaldatud tekstidest;
- jõustunud Eesti standardina inglise keeles veebruaris 2020;
- eesti keeles avaldatud sellekohase teate ilmumisega EVS Teataja 2020. aasta veebruarikuu numbris.

Standardi tõlke koostamise ettepaneku on esitanud tehniline komitee EVS/TK 17 „Madalpinge“, standardi tõlkimist on korraldanud Eesti Standardikeskus ning rahastanud Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium.

Standardi on tõlkinud Tallinna Tehnikaülikooli elektroenergeetika ja mehhatroonika instituudi emeriitprofessor Endel Risthein, standardi on heaks kiitnud EVS/TK 17 eksperdikomisjon koosseisus:

Mati Roosnurm	Eesti Elektroenergeetika Selts
Meelis Kärt	Tarbijakaitse ja Tehnilise Järelevalve Amet
Endel Risthein	Eesti Moritz Hermann Jacobi Selts
Arvo Kübarsepp	OÜ Auditron
Olev Sinijärv	AS Raasiku Elekter
Toomas Vinnal	Tallinna Tehnikaülikooli elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut
Ülo Treufeldt	Tallinna Tehnikaülikooli elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut
Marek Mägi	AS Harju Elekter

Standardi mõneledele 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.

See standard on rahvusvahelise standardi IEC 60479-1:2018 eestikeelne [et] versioon. Teksti tõlke on avaldanud Eesti Standardikeskus ja sellel on sama staatus ametlike keelte versioonidega.

This standard is the Estonian [et] version of the European Standard IEC 60479-1:2018. It was translated by the Estonian Centre for Standardisation. 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 13.200; 29.020

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:

Koduleht www.evs.ee; telefon 605 5050; e-post info@evs.ee

SISUKORD

EESSÕNA.....	VII
SISSEJUHATUS.....	IX
1 KÄSITLUSALA.....	1
2 NORMIVIITED.....	1
3 TERMINID JA MÄÄRATLUSED.....	2
3.1 Üldmääratlused.....	2
3.2 Siinuselise vahelduvvoolu toime sagedusel 15 Hz kuni 100 Hz.....	5
3.3 Alalisvoolu toime.....	6
4 INIMKEHA ELEKTRILINE NÄIVTAKISTUS.....	7
4.1 Üldalused.....	7
4.2 Inimkeha sise-näivtakistus (Z_i).....	8
4.3 Naha näivtakistus (Z_s).....	8
4.4 Inimkeha kogu-näivtakistus (Z_T).....	8
4.5 Tegurid, mis mõjutavad inimkeha alg-aktiivtakistust (R_0).....	8
4.6 Inimkeha kogu-näivtakistus (Z_T).....	9
4.7 Inimkeha alg-aktiivtakistus (R_0).....	14
4.8 Kodulooma keha näivtakistuse tunnusomadused.....	14
5 SIINUSELISE VAHELDUVVOOLU TOIME SAGEDUSEL 15 Hz KUNI 150 Hz.....	15
5.1 Üldalused.....	15
5.2 Tajulävi.....	15
5.3 Reageerimislävi.....	15
5.4 Liigutusvõimetus.....	15
5.5 Lahtilaskelävi.....	15
5.6 Südamevatsakeste virvenduslävi.....	15
5.7 Elektrilöögiga seotud muud toimed.....	16
5.8 Voolu toime nahale.....	17
5.9 Aeg-vool-piirkondade kirjeldus (vt joonis 20).....	17
5.10 Südamevooluteguri (F) kasutamine.....	18
6 ALALISVOOLU TOIME.....	18
6.1 Üldalused.....	18
6.2 Tajulävi ja reageerimislävi.....	19
6.3 Liigutusvõimetuslävi ja lahtilaskelävi.....	19
6.4 Südamevatsakeste virvenduslävi.....	19
6.5 Voolu muud toimed.....	19
6.6 Aeg-vool-piirkonnad (vt joonis 22).....	20
6.7 Südamevoolutegur.....	20
6.8 Anood-alalisvoolu toime võrreldes katood-alalisvooluga.....	35
Lisa A (normlisa) Keha kogu-näivtakistuse Z_T mõõtmised elavatel inimestel ja surnukehadel ning tulemuste statistiline analüüs.....	38
Lisa B (normlisa) Sageduse mõju keha kogu-näivtakistusele (Z_T).....	41
Lisa C (normlisa) Keha kogu-aktiivtakistus (R_T) alalisvoolul.....	42
Lisa D (teatmelisa) Takistuse Z_T arvutusnäited.....	43
Lisa E (teatmelisa) Südamevatsakeste virvenduse teooriad.....	46
Lisa F (teatmelisa) (teatmelisa) Virvendusohklikkuse ülem- ja alampiir.....	47
Lisa G (teatmelisa) Imiteerivate ahelate meetodid elektrilöögi hindamisel.....	48

Lisa H (normlisa) Läbi koduloomakeha kulgeva voolu toime	51
Kirjandus.....	58
JOONISED	
Joonis 1 — Inimkeha näivtakistused.....	21
Joonis 2 — Inimkeha osade sise-näivtakistused Z_{ip}	21
Joonis 3 — Inimkeha sise-näivtakistuste lihtsustatud skeem	22
Joonis 4 — Keha kogu-näivtakistus Z_T (50 %) voolu kulgemisteel käsi-käsi suure kokkupuutepinna korral kuivas, vesimärjas ja soolvesimärjas seisundis, 50 % kohta elanikkonnast, puutepingel $U_T = 25$ V kuni $U_T = 700$ V, vahelduvvoolul sagedusega 50 Hz või 60 Hz	22
Joonis 5 — Ühe elava isiku kogu-näivtakistuse Z_T sõltuvus kokkupuutepindalast kuivas seisundis ja puutepingest sagedusel 50 Hz	23
Joonis 6 — Keha kogu-näivtakistuse Z_T sõltuvus puutepingest U_T voolutee korral parema nimetissõrme otsast vasaku nimetissõrme otsani võrreldes suure kokkupuutepindalaga, mõõdetuna ühe elava inimese voolutee korral paremast käest vasakusse, kuivas seisundis, puute-vahelduvpingel $U_T = 25$ V kuni $U_T = 200$ V sagedusel 50 Hz, voolu kestusel enamalt 25 ms.....	24
Joonis 7 — Elavate inimeste (50 % elanikkonnast) keha kogu-näivtakistus Z_T suure, keskmise ja väikese kokkupuutepindala korral (suurusjärg vastavalt 10 000 mm ² , 1 000 mm ² ja 100 mm ²) kuivas seisundis puute-vahelduvpingel $U_T = 25$ V kuni $U_T = 200$ V sagedusel 50 Hz või 60 Hz.....	25
Joonis 8 — Elavate inimeste (50 % elanikkonnast) keha kogu-näivtakistus Z_T suure, keskmise ja väikese kokkupuutepindala korral (suurusjärg vastavalt 10 000 mm ² , 1000 mm ² ja 100 mm ²) vesimärjas seisundis puute-vahelduvpingel $U_T = 25$ V kuni $U_T = 200$ V sagedusel 50 Hz või 60 Hz	26
Joonis 9 — Elavate inimeste (50 % elanikkonnast) keha kogu-näivtakistus Z_T suure, keskmise ja väikese kokkupuutepindala korral (suurusjärg vastavalt 10 000 mm ² , 1 000 mm ² ja 100 mm ²) soolvesimärjas seisundis puute-vahelduvpingel $U_T = 25$ V kuni $U_T = 200$ V sagedusel 50 Hz või 60 Hz	27
Joonis 10 — Kümne elava inimese kogu-näivtakistus Z_T voolutee käsi-käsi ja suure kokkupuutepinna korral kuivas seisundis puute-vahelduvpingel 10 V ja sagedusel 25 Hz kuni 20 kHz.....	28
Joonis 11 — Kümne elava inimese kogu-näivtakistus Z_T voolutee käsi-käsi ja suure kokkupuutepinna korral kuivas seisundis puute-vahelduvpingel 25 V ja sagedusel 25 Hz kuni 2 kHz.....	28
Joonis 12 — Keha kogu-näivtakistuse Z_T (50 % kohta elanikkonnast) sõltuvus sagedusest puutepingel 10 V kuni 1 000 V ja sagedusel 50 Hz kuni 150 kHz voolutee korral käsi-käsi või käsi-jalg suure kokkupuutepinna puhul kuivas seisundis	29
Joonis 13 — Keha näivtakistuse Z_T ja keha aktiivtakistuse R_T statistilised väärtused (elavad inimesed, 50 % elanikkonnast) voolutee korral käsi-käsi suure kokkupuutepinna puhul kuivas seisundis puute-vahelduvpingel kuni 700 V sagedusega 50 Hz või 60 Hz ja puute-alalispingel kuni 700 V.....	29
Joonis 14 — Inimese naha seisundi muutuste olenevus voolutihedusest i_T ja voolu kestusest.....	30
Joonis 15 — Elektroodid, mida kasutatakse inimkeha näivtakistuse Z_T mõõtmiseks olenevalt kokkupuutepindalast.....	30
Joonis 16 — Puutepinge U_T ja puutevoolu I_T mõõtmisel saadud ostsillogrammid vahelduvvoolul, voolutee käsi-käsi korral suure kokkupuutepinna puhul kuivas seisundis	31
Joonis 17 — Vatsakeste virvendusohklik ajavahemik südamealalise perioodi kestel	32
Joonis 18 — Südamevatsakeste virvenduse teke virvendusohklikus ajavahemikus. Toime elektrokardiogrammile (EKG) ja vererõhule.....	32

Joonis 19 — Katseliselt saadud virvendusandmed koerte, sigade ja lammaste kohta ja elektriõnnetuste statistika järgi arvutatud andmed inimeste kohta põikivoolul käest kätte, puute-vahelduvpingel $U_T = 220$ V ja $U_T = 380$ V, keha näivtakistusel Z_T (5 %)	33
Joonis 20 — Kokkulepitud aeg-vool-piirkonnad vahelduvvoolu (15 Hz kuni 100 Hz) toime kohta inimestele voolutee korral vasakust käest jalgadesse (vt tabel 11)	34
Joonis 21 — Puute-alalispinge U_T ja puute-alalisvoolu I_T ostsillogrammid voolutee käsi-käsi ja suure kokkupuutepinna korral kuivas seisundis	34
Joonis 22 — Kokkulepitud aeg-vool-piirkonnad alalisvoolu toime kohta inimestele ülespidise piki-voolutee korral (vt tabel 13)	35
Joonis 23 — Lahtilaskevool siinuselise vahelduvvoolu korral sagedusega 60 Hz.....	35
Joonis 24 — Anood- ja katood-alalisvoolu toime võrdlus.....	36
Joonis 25 — Üksiku südameraku stimuleerimine impulss-alalisvooluga	37
Joonis G.1 — Elektrilöök Harti elektrilise mudeli järgi [33], kaasaarvatult ehmatusreaktsiooni toime	49
Joonis H.1 — Voolutee veise kehas voolu kulgemisel ninast jalgadesse ja vastavate kehaosade näivtakistused.....	52
Joonis H.2 — Looma elektriline aseskeem voolu kulgemisel ninast nelja jalga (skeem A) ja esijalgadest tagajalgadesse (skeem B).....	52
Joonis H.3 — Kogu-näivtakistuse skeem, mis kehtib 5 % veiste kohta	54
Joonis H.4 — Südamevatsakeste virvenduslävi lammaste puhul	56
Joonis H.5 — Vähim südamevatsakeste virvendust esile kutsuv vool sõltuvalt massist lammaste korral elektrilöögi kestusel 3 s [55]	57
Joonis H.6 — Vähim südamevatsakeste virvendust esile kutsuv vool (keskmiselt) sõltuvalt massist eri loomaliikide korral elektrilöögi kestusel 3 s [53].....	57

TABELID

Tabel 1 — Keha kogu-näivtakistus Z_T voolutee käsi-käsi puhul vahelduvvoolul sagedusega 50 Hz või 60 Hz, suure kokkupuutepinna korral kuivas seisundis.....	9
Tabel 2 — Keha kogu-näivtakistus Z_T voolutee käsi-käsi puhul vahelduvvoolul sagedusega 50 Hz või 60 Hz, suure kokkupuutepinna korral vesimärjas seisundis.....	10
Tabel 3 — Keha kogu-näivtakistus Z_T voolutee käsi-käsi puhul vahelduvvoolul sagedusega 50 Hz või 60 Hz, suure kokkupuutepinna korral soolvesimärjas seisundis	10
Tabel 4 — Keha kogu-näivtakistus Z_T voolutee käsi-käsi puhul keskmise kokkupuutepindala korral kuivas seisundis puute-vahelduvpingel $U_T = 25$ V kuni $U_T = 200$ V sagedusega 50 Hz või 60 Hz (ümaradatult vastavalt astmetele 25 Ω)	12
Tabel 5 — Keha kogu-näivtakistus Z_T voolutee käsi-käsi puhul keskmise kokkupuutepindala korral vesimärjas seisundis puute-vahelduvpingel $U_T = 25$ V kuni $U_T = 200$ V sagedusega 50 Hz või 60 Hz (ümaradatult vastavalt astmetele 25 Ω)	12
Tabel 6 — Keha kogu-näivtakistus Z_T voolutee käsi-käsi puhul keskmise kokkupuutepindala korral soolvesimärjas seisundis puute-vahelduvpingel $U_T = 25$ V kuni $U_T = 200$ V sagedusega 50 Hz või 60 Hz (ümaradatult vastavalt astmetele 5 Ω).....	12
Tabel 7 — Keha kogu-näivtakistus Z_T voolutee käsi-käsi puhul väikese kokkupuutepinna korral kuivas seisundis puute-vahelduvpingel $U_T = 25$ V kuni $U_T = 200$ V sagedusega 50 Hz või 60 Hz (ümaradatult vastavalt astmetele 25 Ω)	12

Tabel 8 — Keha kogu-näivtakistus Z_T voolutee käsi-käsi puhul väikese kokkupuutepindala korral vesimärjas seisundis puute-vahelduvpingel $U_T = 25$ V kuni $U_T = 200$ V sagedusega 50 Hz või 60 Hz (ümardatult vastavalt astmetele 25 Ω)	13
Tabel 9 — Keha kogu-näivtakistus Z_T voolutee käsi-käsi puhul väikese kokkupuutepindala korral soolvesimärjas seisundis puute-vahelduvpingel $U_T = 25$ V kuni $U_T = 200$ V sagedusega 50 Hz või 60 Hz (ümardatult vastavalt astmetele 5 Ω)	13
Tabel 10 — Keha kogu-aktiivtakistus R_T voolutee käsi-käsi korral alalisvoolul suure kokkupuutepindala korral kuivas seisundis	14
Tabel 11 — Aeg-vool-piirkonnad vahelduvvoolul sagedusega 15 Hz kuni 100 Hz voolutee käsi-jalad korral, kokkuvõtlikult joonise 20 järgi	17
Tabel 12 — Südamevoolutegur F voolu eri kulgemisteede puhul	18
Tabel 13 — Aeg-vool-piirkonnad alalisvoolul voolutee käsi-jalad korral, kokkuvõtlikult joonise 22 järgi	20
Tabel A.1 — Keha kogu-näivtakistus Z_T elektrodide tüübi A korral kuivas seisundis ja hälbetegurid F_D (jaotustel 5 % ja 95 %)	38
Tabel A.2 — Keha kogu-näivtakistus Z_T , elektrodide tüübi B korral kuivas, vesimärjas ja soolvesimärjas seisundis ja hälbetegurid F_D (jaotustel 5 % ja 95 %)	38
Tabel A.3 — Keha kogu-näivtakistus Z_T , elektrodide tüübi C korral kuivas, vesimärjas ja soolvesimärjas seisundis ja hälbetegurid F_D (jaotustel 5 % ja 95 %)	38
Tabel A.4 — Hälbetegurid F_D (5 %) ja F_D (95 %) kuivas ja vesimärjas seisundis puutepingel $U_T = 25$ V kuni $U_T = 400$ V suure, keskmise ja väikese kokkupuutepinna korral	40
Tabel D.1 — Keha kogu-näivtakistuse 50-protsendilise jaotusega väärtused vooluteel kätest jalgadesse, käte keskmise ja jalgade suure kokkupuutepinna korral, vähendustegur 0,8, kuiv seisund, puutevool I_T ja elektrofüsioloogilised toimed	44
Tabel G.1 — Keha näivtakistuse näited (kompenseerimatult)	49
Tabel H.1 — Veisesõrgade takistus (Z_h , R_h) vahelduvpingel kuni 230 V, 50 Hz või 60 Hz	53
Tabel H.2 — Veiste keha kogu-näivtakistus Z_T vahelduvvoolul sagedusega 50 Hz või 60 Hz ja puutepingel kuni 230 V	54
Tabel H.3 — Veiste keha alg-aktiivtakistus R_0	55
Tabel H.4 — Südamevatsakeste virvenduslävi vahelduvvoolul sagedusega 50 Hz või 60 Hz [53] [54] eri loomade puhul elektrilöögi kestusel 3 s	56

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 käsikäes IEC-ga ka rahvusvahelised, riiklikud ja valitsusvälised organisatsioonid. 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, töötajaid, 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 publikatsioonid on vajalikud selle publikatsiooni õigeks rakendamiseks.
- 9) Tuleb pöörata tähelepanu võimalusele, et selle IEC publikatsiooni mõni osa võib olla patendiõiguse objekt. IEC ei vastuta sellis(t)e patendiõigus(t)e väljaselgitamise ega selgumise eest.

Rahvusvahelise standardi IEC 60479-1:2005 on koostanud IEC tehniline komitee IEC/TC 64 „Electrical installations and protection against electric shock“.

See esimene väljaanne tühistab ja asendab tehnilise spetsifikatsiooni IEC TS 60479-1:2005 2016. aastal välja antud muudatust 1 ja tehnilist aruannet IEC TR 60479-3:1998. See väljaanne kujutab endast tehnilist uustöötlust.

See väljaanne sisaldab väljaandega IEC TS 60479-1 ja IEC TR 60479-3 võrreldes järgmisi olulisi tehnilisi muudatusi:

- tehnilise aruande IEC TR 60479-3 sisaldis, mis hõlmab kodulooma keha läbiva elektrivoolu ainulaadseid aspekte, on ühendatud uude normlissasse **H**.

Väljaandel on IEC Guide 104 kohaselt ohutuse põhipublikatsiooni staatus.

Selle rahvusvahelise standardi tekst põhineb järgmistel dokumentidel:

Lõppkavand	Hääletusaruanne
64/2275/CDV	64/2343/RVC

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

See dokument on koostatud ISO/IEC direktiivide 2. osa kohaselt.

Standardisarja IEC 60479 üldpealkirjaga „Effects of current on human beings and livestock“ („Voolu toime inimestele ja koduloomadele“) kõikide osade loetelu on leitav IEC veebilehelt.

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

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

Hiljem avaldatakse arvatavasti selle väljaande kakskeelne versioon.

Oluline! Selle publikatsiooni tiitellehel olev märg „sisaldab värvilisi lehekülgi“ näitab, et see sisaldab värve, mida peetakse selle sisu õigesti mõistmisel vajalikuks. Seepärast peaksid kasutajad seda dokumenti printima värviprinteriga.

SISSEJUHATUS

Et vältida vigu selle dokumendi interpreteerimisel, tuleb rõhutada, et selles esitatud andmed põhinevad peamiselt loomadega sooritatud katsetel ning kliinilistest vaatlustest kättesaadaval informatsioonil. Üksnes mõningad katsed lühidalt kestvate elektrilöögivooludega on sooritatud elavatel inimestel.

Olemasolevate tõendite järgi, peaaesjalikult loomade uurimise põhjal, on saadud andmed sedavõrd usaldusväärsed, et see dokument kehtib normaalse füsioloogilise seisundiga inimeste, sealhulgas laste kohta, sõltumata east ja kehamassist.

On aga ka muid arvesse võtmist nõudvaid aspekte nagu nt rikete tõenäosus, kokkupuute tõenäosus pingestatud või riknenud osadega, puutepinge ja rikkepinge suhe, saadud kogemus, tehnilised võimalused ja majanduslikud kaalutlused. Neid asjaolusid tuleb hoolikalt kaaluda ohutusnõuete sätestamisel, nt elektripaigaldiste kaitseaparaatide rakendumistunnusjoonte valikul.

Selle dokumendi vorm summeerib oma kasutuselevõetud kujul neid seni saavutatud tulemusi, mida tehniline komitee 64 on aluseks võtnud elektrilöögivastase kaitse nõuete sätestamisel. Neid tulemusi on loetud piisavalt tähtsateks, et täpsustada IEC publikatsiooni, mida saab esitada juhisena teistele IEC komiteedele ja maadele, kus tuntakse vajadust sellise teabe järele.

See dokument lähtub südamevatsakeste virvenduslähvest (fibrillatsioonilähvest), mis on elektrivoolust tingitud surmajuhtumite peapõhjus. Südamefüsioloogia ja virvenduslähve alal tehtavate uurimistööde kokkuvõtlik analüüs on võimaldanud paremini hinnata põhiliste füüsikaliste parameetrite ja eriti voolu kestuse toimet.

See dokument sisaldab teavet inimkeha näivtakistuse ja keha läbiva voolu läve kohta mitmesuguste füsioloogiliste nähtuste korral. Selle teabe ühendamisel saab tuletada puutepinge hinnangulisi läviväärtusi vahelduv- ja alalisvoolul mitmesuguste läbi keha kulgevate vooluteede, kokkupuute niiskused ja naha kokkupuutepindalade korral.

See dokument käsitleb spetsiaalselt elektrivoolu toimet. Kui tahetakse hinnata mingi sündmuse kahjulikku toimet inimestele või koduloomadele, tuleb arvestada ka teisi, mitteelektrilisi toimeid, sealhulgas kukkumisi, kuumust, tuld ja muid. Selline aine on väljaspool selle dokumendi käsitusala, kuid võib olla omaette äärmiselt tähtis.

Edasised katseandmed on arutusel, nt käimasolev katseline uurimus voolust tingitud südamevirvenduse ergastamisel vastavalt diskreetsele Fourier' spektrile, mis peaks kaasa aitama sageduse toime kindlakstegemiseks.

Koduloomade keha näivtakistuse tunnusjooned ja siinuselise vahelduvvoolu toime on kirjeldatud lisas **H**.

See dokument on EVS-i poolt loodud eelvaade

Taotluslikult tühjaks jäetud

1 KÄSITLUSALA

Standardisarja IEC 60479 see osa käsitleb põhijuhiseid elektrilöögivoolu toime kohta inimestele ja koduloomadele.

Voolu antud kulgemistee korral läbi inimkeha sõltub oht inimesele peamiselt voolu väärtusest ja kestusest. Edasistes jaotistes esitatud aeg-vool-piirkondi ei saa aga tegelikkuses elektrilöögivastaste kaitseviiside väljatöötamiseks paljudel juhtudel otseselt rakendada. Vajalik kriteerium on puutepinge lubatav piirväärtus (s.t läbi keha kulgeva voolu, mida nimetatakse puutevooluks, ja keha näivtakistuse korrutis) olenevalt ajast. Voolu ja pinge vastastikune sõltuvus ei ole lineaarne, kuna inimkeha näivtakistus muutub koos puutepingega, mistõttu on vaja sellekohaseid andmeid. Inimkeha eri osade (nagu nahk, veri, lihased, muud koed ja liigesed) on elektrivoolule erisuguse takistusega, mis koosneb aktiivtakistuslikest ja mahtuvuslikest komponentidest.

Keha näivtakistuse väärtus sõltub mitmest asjaolust, eriti vooluteest, puutepingest, voolu kestusest, sagedusest, naha niiskusest, kokkupuutepinna suurusest, toimivast rõhust ja temperatuurist.

Selles dokumendis esitatud näivtakistuse väärtused põhinevad surnukehadel ja mõnedel elavatel inimestel tehtud katseliste mõõtmiste tulemuste hoolikal analüüsil.

Teadmised vahelduvvoolu toime kohta põhinevad esmajoones voolu toime alal saadud andmetel sageduste 50 Hz ja 60 Hz korral, mis on elektripaigaldistes kõige tavalisemad. Esitatud väärtusi peetakse aga rakendatavateks sageduspiirkonnas 15 Hz kuni 100 Hz, kusjuures läviväärtused selle piirkonna piiridel on kõrgemad kui sagedusel 50 Hz või 60 Hz. Põhimõtteliselt loetakse südamevatsakeste virvendust surmaga lõppevate elektriõnnetuste peapõhjuseks.

Alalisvoolu korral on elektriõnnetusi palju vähem kui võiks järeldada alalisvoolurakenduste arvust, kusjuures surmaga lõppevaid elektriõnnetusi juhtub üksnes väga ebasoodsates oludes, nt kaevandustes. Osaliselt seletub see asjaoluga, et alalisvoolu korral on kätte haaratud osade lahtilaskmine kergem ja et voolu pikemal kestusel kui südamealatluse periood on südamevatsakeste virvenduse lävi tunduvalt kõrgem kui vahelduvvoolu puhul.

See dokument on ette nähtud kasutamiseks eeskätt tehnilistes komiteedes standardite ettevalmistamisel vastavalt IEC juhises 104 ja ISO/IEC juhises 51 esitatud põhimõtetele. See ei ole ette nähtud kasutamiseks tootjatele või sertifitseerimisasutustele.

Üks tehnilise komitee vastutusele kuuluvatest ülesannetest on kus iganes kasutada ohutuse põhipublikatsioone oma publikatsioonide väljatöötamisel. Selle ohutuse põhipublikatsiooni nõudeid, katsetusmeetodeid või katsetustingimusi ei tohi rakendada ilma nende spetsiaalselt viitamata või vastavasse publikatsiooni sisse võtmata.

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.

IEC Guide 104:2010. The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications

ISO/IEC Guide 51:2014. Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards