

VOOLU TOIME INIMESTELE JA KODULOOMADELE
Osa 1: Üldalused

Effects of current on human beings and livestock
Part 1: General aspects

EESSÕNA TEHNILISE SPETSIFIKATSIOONI EESTIKEELSELE VÄLJAANDELE

See väljaanne on

- IEC tehnilise spetsifikatsiooni IEC/TS 60479-1:2005 ingliskeelse teksti sisu poolest identne tõlge eesti keelde. Tõlgenduserimeelsuste korral tuleb lähtuda ametlikes keeltes avaldatud tekstidest;
- eesti keeles avaldatud sellekohase teate ilmunisega EVS Teataja 2012. aasta aprillikuu numbris.

Dokumendi on tõlkinud Tallinna Tehnikaülikooli elektriainete ja jõuelektronika instituudi emeriitprofessor Endel Risthein ja selle on heaks kiitnud tehnilise komitee EVS/TK 17 „Madalpinge“ ekspertkomisjon koosseisus:

Arvo Kübarsepp OÜ Auditron

Tõnis Mägi OÜ Auditron

Raivo Teemets TTÜ elektriainete ja jõuelektronika instituut

Meelis Kärt Tehnilise Järelevalve Amet

Mati Roosnurm Eesti Energia Jaotusvõrk OÜ

Olev Sinijärv AS Raasiku Elekter

Dokumendi tõlke koostamise ettepaneku on esitanud EVS/TK 17, tõlkimist on korraldanud Eesti Standardikeskus ning rahastanud Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium.

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

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

See dokument on IEC tehnilise spetsifikatsiooni IEC/TS 60479-1:2005 eestikeelne [et] versioon. Teksti tõlke on avaldanud Eesti Standardikeskus.

This document is the Estonian [et] version of the IEC Technical Specification IEC/TS 60479-1:2005. It has been translated by the Estonian Centre for Standardisation.

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

ICS 13.200 Avariide ja õnnetuste vältimine; 29.020 Elektrotehnika üldküsimused
Võtmesõnad: elektrivool, inimene, ohtlikkus, toime
Hinnagrupp XA

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

SISUKORD

IEC/TS 60479-1:2005 EESSÖNA	VI
SISSEJUHATUS.....	VIII
1 KÄSITLUSALA	1
2 NORMIVIITED	1
3 TERMINID JA MÄÄRATLUSED	1
3.1 Üldmääratlused	2
3.2 Siinuselise vahelduvvoolu toime sagedusel 15 Hz kuni 100 Hz	4
3.3 Alalisvoolu toime	5
4 INIMKEHA ELEKTRILINE NÄIVTAKISTUS	6
4.1 Inimkeha sise-näivtakistus (Z_i)	6
4.2 Naha näivtakistus (Z_s)	6
4.3 Inimkeha kogu-näivtakistus (Z_T)	6
4.4 Tegurid, mis mõjutavad inimkeha alg-aktiivtakistust (R_0)	7
4.5 Inimkeha kogu-näivtakistus (Z_T)	7
4.6 Inimkeha alg-aktiivtakistus (R_0)	14
5 SIINUSELISE VAHELDUVVOOLU TOIME SAGEDUSEL 15 Hz KUNI 100 Hz	15
5.1 Tajulävi	15
5.2 Reageerimislävi	15
5.3 Liigutusvõimetus	15
5.4 Lahtilaskelävi	15
5.5 Südamevatsakeste virvenduslähvi	15
5.6 Elektrilöögi muud toimed	16
5.7 Voolu toime nahale	16
5.8 Aeg-vool-piirkondade kirjeldus (vt joonis 20)	17
5.9 Südamevooluteguri (F) kasutamine	17
6 ALALISVOOLU TOIME	18
6.1 Tajulävi ja reageerimislävi	18
6.2 Liigutusvõimetuslähvi ja lahtilaskelävi	18
6.3 Südamevatsakeste virvenduslähvi	18
6.4 Voolu muud toimed	19
6.5 Aeg-vool-piirkondade kirjeldus (vt joonis 22)	20
6.6 Südamevoolutegur	20
LISAD.....	38
Lisa A (normlisa) Keha kogu-näivtakistuse Z_T mõõtmised elavatel inimestel ja surnukehadel ning tulemuste statistiline analüüs	39
Lisa B (normlisa) Sageduse mõju keha kogu-näivtakistusele (Z_T)	42
Lisa C (normlisa) Keha kogu-aktiivtakistus (R_T) alalisvoolul	43
Lisa D (teatmelisa) Takistuse Z_T arvutusnäited	44
Kirjandus	47
JOONISED	
Joonis 1 — Inimkeha näivtakistused	20
Joonis 2 — Inimkeha osade sise-näivtakistused Z_{ip}	21
Joonis 3 — Inimkeha sise-näivtakistuste lihtsustatud skeem	22
Joonis 4 — Keha kogu-näivtakistused Z_T (50 %) vooluteel 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	23

Joonis 5 — Ühe elava isiku kogu-näivtakistuse Z_T sõltuvus kokkupuutepindalast kuivas seisundis ja puutepingest sagedusel 50 Hz	24
Joonis 6 — Keha kogu-näivtakistuse Z_T sõltuvus puutepingest U_T vooluteel parema nimetissõrme otsast vasaku nimetissõrme otsani võrreldes ühe elava inimese voolutee korral paremast käest vasakusse, suure kokkupuutepindalaga kuivas seisundis, puute-vahelduvpingel $U_T = 25$ V kuni $U_T = 200$ V sagedusel 50 Hz, voolu kestus enamalt 25 ms	25
Joonis 7 — Keha kogu-näivtakistuse Z_T (elavatele inimestele, 50 % elanikkonnast) suure, keskmise ja väikese kokkupuutepindala korral (suurusjärg vastavalt 10 000 mm ² , 1000 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	26
Joonis 8 — Keha kogu-näivtakistuse Z_T (elavatele inimestele, 50 % elanikkonnast) 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	27
Joonis 9 — Keha kogu-näivtakistuse Z_T (elavatele inimestele, 50 % elanikkonnast) suure, keskmise ja väikese kokkupuutepindala korral (suurusjärg vastavalt 10 000 mm ² , 1000 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.....	28
Joonis 10 — 10 elava inimese kogu-näivtakistus Z_T vooluteel käsi-käsi suure kokkupuutepinna korral kuivas seisundis puutepingel 10 V ja sagedusel 25 Hz kuni 20 kHz	29
Joonis 11 — Ühe elava inimese kogu-näivtakistus Z_T vooluteel käsi-käsi suure kokkupuutepinna korral kuivas seisundis puutepingel 25 V ja sagedusel 25 Hz kuni 2 kHz	29
Joonis 12 — Keha kogu-näivtakistuse Z_T (50 % kohta elanikkonnast) sõltuvus sagedusest puutepingel 10 V kuni 1000 V ja sagedusel 50 Hz kuni 2 kHz vooluteel käsi-käsi või käsi-jalg suure kokkupuutepinna korral kuivas seisundis	30
Joonis 13 — Keha näivtakistuse Z_T ja keha aktiivtakistuse R_T statistilised väärtused (elavad inimesed, 50 % elanikkonnast) vooluteel käsi-käsi suure kokkupuutepinna korral kuivas seisundis puutepingel kuni 700 V, vahelduvvoolul sagedusega 50 Hz või 60 Hz ja alalisvoolul	30
Joonis 14 — Inimese naha seisundi muutuste olenevus voolutihedusest i_T ja voolu kestusest (piirkondade üksikasjalik kirjeldus vt 5.7)	31
Joonis 15 — Elektrodid, mida kasutatakse selleks, et mõõta inimkeha näivtakistuse Z_T olenevust kokkupuutepinna suurusest	32
Joonis 16 — Puutepinge U_T ja puutevoolu I_T mõõtmisel saadud ostsilogrammide vahelduvvoolul, vooluteel käsi-käsi suure kokkupuutepinna korral kuivas seisundis.....	33
Joonis 17 — Vatsakeste virvendusohklik ajavahemik südamealilise perioodi kestel	34
Joonis 18 — Südamevatsakeste virvenduse teke virvendusohklikus ajavahemikus. Toime elektrokardiogrammide (EKG) ja vererõhule	34
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 %).....	35
Joonis 20 — Kokkulepitud aeg-vool-piirkonnad vahelduvvoolu (15 Hz kuni 100 Hz) toime kohta inimestele voolutee korral vasakust käest jalgadesse (selgitused vt tabel 11).....	36
Joonis 21 — Puute-alalispinge U_T ja puute-alalisvoolu I_T ostsilogrammide voolutee käsi-käsi ja suure kokkupuutepinna korral kuivas seisundis	36
Joonis 22 — Kokkulepitud aeg-vool-piirkonnad alalisvoolu toime kohta inimestele ülespidise piki-voolutee korral (selgitused vt tabel 13).....	37
Joonis 23 — Lahtilaskevool siinuselise vahelduvvoolu korral sagedusega 60 Hz.....	37

TABELID

Tabel 1 — Keha kogu-näivtakistus Z_T voolutee käsi-käsi puhul vahelduvvoolul sagedusega 50 Hz või 60 Hz, suure kokkupuutepinna korral kuivas seisundis	8
--	---

Tabel 2 — Keha kogu-näivtakistus Z_T voolutee käsi-käsi puhul vahelduvvoolul sagedusega 50 Hz või 60 Hz, suure kokkupuutepinna korral vesimärjas seisundis	9
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 kokkupuutepinna korral kuivas seisundis puute-vahelduvpingel $U_T = 25$ V kuni $U_T = 200$ V sagedusega 50 Hz või 60 Hz (ümardatult arvuga 25 jaguvate väärtusteni Ω)	11
Tabel 5 — Keha kogu-näivtakistus Z_T voolutee käsi-käsi puhul keskmise kokkupuutepinna korral vesimärjas seisundis puute-vahelduvpingel $U_T = 25$ V kuni $U_T = 200$ V sagedusega 50 Hz või 60 Hz (ümardatult arvuga 25 jaguvate väärtusteni Ω)	12
Tabel 6 — Keha kogu-näivtakistus Z_T voolutee käsi-käsi puhul keskmise kokkupuutepinna korral soolvesimärjas seisundis puute-vahelduvpingel $U_T = 25$ V kuni $U_T = 200$ V sagedusega 50 Hz või 60 Hz (ümardatult arvuga 5 jaguvate väärtusteni 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 (ümardatult arvuga 25 jaguvate väärtusteni Ω)	12
Tabel 8 — Keha kogu-näivtakistus Z_T voolutee käsi-käsi puhul väikese kokkupuutepinna korral vesimärjas seisundis puute-vahelduvpingel $U_T = 25$ V kuni $U_T = 200$ V sagedusega 50 Hz või 60 Hz (ümardatult arvuga 25 jaguvate väärtusteni Ω)	13
Tabel 9 — Keha kogu-näivtakistus Z_T voolutee käsi-käsi puhul väikese kokkupuutepinna korral soolvesimärjas seisundis puute-vahelduvpingel $U_T = 25$ V kuni $U_T = 200$ V sagedusega 50 Hz või 60 Hz (ümardatult arvuga 5 jaguvate väärtusteni Ω)	13
Tabel 10 — Keha kogu-aktiivtakistus R_T voolutee käsi-käsi korral alalisvoolul suure kokkupuutepinna korral kuivas seisundis	14
Tabel 11 — Aeg-vool-piirkonnad vahelduvvoolul sagedusega 15 Hz kuni 100 Hz voolutee käsi-jalg korral joonise 20 järgi	17
Tabel 12 — Südamevoolutegur F voolu eri kulgemisteede puhul	18
Tabel 13 — Aeg-vool-piirkonnad alalisvoolul voolutee käsi-jalg korral joonise 22 järgi	20
Tabel A.1 — Keha kogu-näivtakistus Z_T , elektroodide tüübi A korral kuivas seisundis ja hälbetegurid F_D (jaotustel 5 % ja 95 %)	39
Tabel A.2 — Keha kogu-näivtakistus Z_T , elektroodide tüübi B korral kuivas, vesimärjas ja soolvesimärjas seisundis ja hälbetegurid F_D (jaotustel 5 % ja 95 %)	39
Tabel A.3 — Keha kogu-näivtakistus Z_T , elektroodide tüübi C korral kuivas, vesimärjas ja soolvesimärjas seisundis ja hälbetegurid F_D (jaotustel 5 % ja 95 %)	39
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	41
Tabel D.1 — Keha kogu-näivtakistuse 50-protsendilise jaotusega väärtused vooluteel käed-jalad, käte keskmise ja jalgade suure kokkupuutepinna korral, vähendustegur 0,8, kuiv seisund, puutevool I_T ja elektrofüsioloogilised toimed	45

IEC/TS 60479-1:2005 EESSÕNA

1. Rahvusvaheline Elektrotehnika Komisjon (*International Electrotechnical Commission*, IEC) on ülemaailmne standardimisorganisatsioon, mis hõlmab kõiki rahvuslikke elektrotehnikakomiteesid (IEC rahvuslikke komiteesid). IEC ülesanne on arendada rahvusvahelist koostööd kõigis elektri- ja elektroonikaala standardimisküsimustes. Selleks kirjastab IEC, lisaks oma muudele tegevusaladele, rahvusvahelisi standardeid, tehnilisi spetsifikatsioone, tehnilisi aruandeid, avalikult kättesaadavaid spetsifikatsioone (PAS) ja juhendeid (edaspidi „IEC publikatsioon(id)“). Nende ettevalmistamine on usaldatud tehnilistele komiteedele; iga IEC rahvuslik komitee, kes on huvitatud sellest tegevusest, võib nimetatud ettevalmistuses osaleda. Selles ettevalmistuses võivad osaleda ka rahvusvahelised, riiklikud ja mitteriiklikud organisatsioonid, mis on IEC-ga sidemetes. IEC teeb tihedat koostööd Rahvusvahelise Standardimisorganisatsiooniga (*International Organization for Standardization*, ISO) vastavalt mõlema organisatsiooni vahel sõlmitud kokkuleppes sätestatud tingimustele.
2. Kuna IEC igas tehnilises komitees on esindatud kõik asjahuvilised rahvuslikud komiteed, väljendavad IEC otsused ja kokkulepped olulistes tehnilistes küsimustes suurimal võimalikul määral rahvusvahelist arvamuskonsensust.
3. IEC publikatsioonid kujutavad endast rahvusvaheliseks kasutamiseks mõeldud soovitusi ja on sellistena heaks kiidetud rahvuslike komiteede poolt. Kuigi on tehtud kõik, et tagada IEC publikatsioonide tehniline täpsus, ei saa IEC vastutada selle eest, mis viisil neid kasutatakse, ega nende valestimõistmise eest lõpptarbija poolt.
4. Rahvusvahelise ühtlustamise huvides võtavad IEC rahvuslikud komiteed IEC rahvusvahelisi standardeid läbipaistvalt ja enamalt võimalikul määral kasutusele oma rahvuslikes ja regionaalsetes standardites. Lahknevused IEC standardite ja vastavate rahvuslike või regionaalsete standardite vahel peavad olema viimastes selgelt esile toodud.
5. IEC ei teosta mingeid oma nõuetele vastavuse markeerimisi ega saa vastutada ühegi seadme eest, mis on deklareeritud kui IEC mingile standardile vastav.
6. Kõik kasutajad peavad veenduma, et nad kasutavad selle publikatsiooni uusimat väljaannet.
7. IEC-d, selle juhte, ametnikke, teenistujaid ega agente, sealhulgas tehniliste komiteede ja rahvuslike komiteede eksperte ega liikmeid ei saa pidada vastutavaks mingit liiki otseste või kaudsete isikuvigastuste, omandi- või muude kahjustuste ega kulude (sealhulgas seaduslike maksude) eest, mis võivad olla tekkinud selle publikatsiooni või mõne muu IEC publikatsiooni kasutamisel või sellega seoses.
8. Tuleb pöörata tähelepanu selle publikatsiooni normiviidetele. Viidatud publikatsioonide kasutamine on vältimatult vajalik selle publikatsiooni õigeks rakendamiseks.
9. Tuleb pöörata tähelepanu võimalusele, et standardi mõni osa võib olla patendiõiguse subjekt. IEC-d ei saa pidada vastutavaks sellis(t)e patendiõigus(t)e väljaselgitamise eest.

IEC tehniliste komiteede peaülesanne on rahvusvaheliste standardite koostamine. Erandjuhtumel võib tehniline komitee esitada avaldamiseks tehnilise spetsifikatsiooni, kui

- vaatamata korduvatele pingutustele ei saavutata nõutavat toetust rahvusvahelise standardi avaldamiseks või
- ainestik on alles tehnilise arengu seisundis või kui mingil muul põhjusel kokkulepe rahvusvahelise standardi avaldamiseks tulevikus on vajalik, kuid mitte koheselt võimalik.

Tehnilisi spetsifikatsioone vaadatakse üle kolme aasta jooksul pärast avaldamist, et otsustada, kas neid saab muuta rahvusvahelisteks standarditeks.

Tehnilise spetsifikatsiooni IEC/TS 60479-1 on koostanud IEC tehniline komitee 64 „Electrical installations and protection against electric shock“.

See neljas väljaanne tühistab ja asendab kolmanda väljaande (1994. aastal avaldatud tehnilise aruande) ja kujutab endast tehnilist uustöötlust.

Alljärgnevalt on loetletud põhilised täiendused ja muudatused võrreldes eelmise väljaandega:

- 50 % elanikkonna suhtes on esitatud inimese keha kogu-näivtakistus Z_T suure, keskmise ja väikese kokkupuutepinna puhul kuivas, vesimärjas ja soolvesimärjas seisundis olenevalt puutepingest $U_T = 25$ V kuni $U_T = 200$ V vahelduvvoolul sagedusega 50 Hz või 60 Hz.
- On esitatud puutepinge U_T ja puutevoolu I_T ostsillogrammid (vt joonis 16) vahelduvvoolul, voolu kulgemisteel käest kätte suure kokkupuutepinna puhul kuivas olekus, koos vastavate selgitustega põhitekstis.
- On esitatud südamevatsakeste virvenduse katselised andmed koerte, sigade ja lammaste kohta ning arvutuslikud andmed inimeste kohta, lähtudes elektriõnnetuste statistikast voolu põigitise kulgemistee korral käest kätte puute-vahelduvpingel $U_T = 220$ V kuni $U_T = 380$ V, keha näivtakistusel Z_T (5 %) (vt joonis 19), koos vastavate selgitustega põhitekstis.
- Kõvera **b** algus joonisel 20 (vahelduvvoolu toime kokkuleppelised aeg-vool-piirkonnad sagedusel 15 Hz kuni 100 Hz) on nihutatud väärtuselt 10 mA väärtusele 5 mA, koos vastavate selgitustega põhitekstis.
- Joonisel 23 on esitatud lahtilaske-vahelduvvoolu väärtused siinuselise voolu puhul sagedusega 60 Hz, koos vastavate selgitustega põhitekstis.
- Standardi struktuur on uus.

Sellel tehnilisel spetsifikatsioonil on vastavalt juhendile IEC Guide 104 ohutuse põhipublikatsiooni staatus.

Selle tehnilise spetsifikatsiooni tekst tugineb järgmistele dokumentidele:

Arvamusküsitluse kavand	Hääletusaruanne
64/1427/DTS	64/1463/RVC

Täieliku teabe selle tehnilise spetsifikatsiooni heakskiiduhääletuse kohta saab ülaltoodud tabelis viidatud hääletusaruandest.

See publikatsioon on koostatud ISO/IEC direktiivi „ISO/IEC Directives: Part 2“ kohaselt.

Sari IEC 60479 koosneb üldpealkirja „Voolu toime inimestele ja koduloomadele“ all alljärgnevalt nimetatud osadest.

Osa 1: Üldalused

Osa 2: Eriaspektid:

Peatükk 4: Vahelduvvoolu toime sageduse korral üle 100 Hz

Peatükk 5: Voolu erisuguste lainekujude toime

Peatükk 6: Unipolaarsete lühikeste üksik-vooluimpulsside toime

Osa 3: Läbi koduloomade keha kulgeva voolu toime

Part 4: Pikselöökide toime inimestele ja koduloomadele

Komitee on otsustanud, et selle publikatsiooni sisu jääb muutmatuks kuni IEC veebilehel <http://webstore.iec.ch> viidatud ülevaatustulemuse tähtajani. Pärast seda võidakse publikatsioon

- muuta rahvusvaheliseks standardiks,
- taaskinnitada,
- tühistada,
- asendada uustöötusega või
- muuta.

See väljaanne sisaldab oktoobris 2006 vastuvõetud parandust (Corrigendum of October 2006).

SISSEJUHATUS

Selles tehnilises spetsifikatsioonis esitatakse põhijuhised elektrilöögivoolu toime kohta inimestele ja koduloomadele, et kasutada neid juhiseid elektriohutuspõuete sätestamisel.

Et vältida vigu selle spetsifikatsiooni interpreteerimisel, tuleb rõhutada, et selles esitatud andmed põhinevad peamiselt loomadega sooritatud katsetel ning kliinilistest vaatlustest kättesaadaval informatsioonil. Ainult mõni katse lühikese kestusega elektrilöögivooludega on sooritatud elaval inimesel.

Olemasolevate tõendite järgi, peaaesjalikult loomade uurimise põhjal, on saadud andmed sedavõrd usaldusväärsed, et see standard kehtib normaalsete füsioloogiliste omadustega inimeste, sealhulgas laste kohta, olenemata east ja kehamassist.

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

See spetsifikatsioon summeerib oma kasutuselevõetud kujul need seni saavutatud tulemused, mida tehniline komitee 64 on aluseks võtnud elektrilöögivastase kaitse nõuete sätestamisel. Neid tulemusi on loetud piisavalt tähtsateks, et täpsustada IEC publikatsiooni, mida saab esitada juhiseina teistele IEC komiteedele ja maadele, kus tuntakse vajadust sellise informatsiooni järele.

See tehniline spetsifikatsioon lähtub südamevatsakeste virvenduslāvest (fibrillatsioonilāvest), mis on elektrivoolust tingitud surmajuhtumite peapõhjus. Südamefüsioloogia ja virvenduslāve alal tehtavate uurimistööde kokkuvõtlik analüüs on võimaldanud paremini hinnata põhiliste füüsikaliste parameetrite ja eriti voolu kestuse toimet.

IEC 60479-1 sisaldab informatsiooni inimkeha näivtakistuse ja kehavoolu lāve kohta mitmesuguste füsioloogiliste nähtuste korral. Selle informatsiooni ühendamisel saab tuletada puutepeinge hinnangulisi lāvivāartusi vahelduv- ja alalisvoolul mitmesuguste lābi keha kulgevate vooluteede, naha kokkupuutepindade niiskussastmete ja pindalade korral. Informatsioon eri füsioloogiliste nähtuste puutepingelāvede kohta on esitatud standardis IEC 61201.

See spetsifikatsioon käsitleb spetsiaalselt elektrivoolu toimet. Kui tahetakse hinnata mingi sündmuse kahjulikkude toimet inimestele või koduloomadele, tuleb arvestada ka teisi, mitteelektrilisi toimeid, sealhulgas kukkumisi, kuumust, tuld ja muid. Selline aineistik on väljaspool selle spetsifikatsiooni käsitusala, kuid on omaette āärmiselt tāhtis.

Nūdisaja uurimistöö on olnud suunatud ka muudele füüsikalistele õnnetusi mõjutavatele parameetritele, eeskātt voolu lainekujule ja sagedusele ning inimkeha takistusele. IEC 60479-1 neljandat vāljaannet tuleb lugeda kolmanda vāljaande loogiliseks edasiarenduseks.

IEC 60479-1 kolmanda vāljaande peatūkk 2, mis kāsitles inimkeha nāivtakistust, sisaldas vāhe informatsiooni nāivtakistuse sõltuvuse kohta kokkupuutepinna suurusest ja sedagi ūksnes kuivas seisundis.

Seetõttu sooritati kümne isiku kohta mõõtmised, kasutades keskmist ja vāikest kokkupuutepinda kuivas, vesimārjas ja soolvesimārjas seisundis voolutee kāsiki-puhul puute-vahelduvpingel 25 V ja sagedusel 50 Hz. Nende mõõtmiste jārgi arvutati nāivtakistuse vāārtused 5 %, 50 % ja 95 % elanikkonna jaoks.

Ebameeldivate aistingute ja katsetele omase ohu vōimalikkuse tõttu sooritati katsed suure kokkupuutepinna korral (suurusjārgus 10 000 mm²) kuivas, vesimārjas ja soolvesimārjas seisundis ning keskmise ja vāikese kokkupuutepinna korral (suurusjārgus vastavalt 1000 mm² ja 100 mm²) kuivas seisundis puute-vahelduvpingel 25 V kuni 200 V ainult ūhel isikul. Hālbetegurite kasutamise teel oli sellegipārast vōimalik tuletada keha kogu-nāivtakistuse Z_T vāārtused 5 %, 50 % ja 95 % elanikkonna jaoks. Sama isikuga sooritati katsesused ka veelgi vāiksemate kokkupuutepindade korral (10 mm² ja 1 mm²) ja voolul lābi sõrmeotste.

Keha kogu-näivtakistuse Z_T arvutamiseks 5 %, 50 % ja 95 % elanikkonna kohta suure kokkupuutepinna korral puutepingel üle 200 V kuni pingeni 700 V ja üle selle (kuni asümptootväärtusteni) kasutati IEC 60479-1 teises väljaandes rakendatud meetodi andmeid, mis põhinesid surnukehade takistuse Z_T mõõtmisel, arvestades seejuures surnukehade temperatuuri erinevust võrreldes elava inimese temperatuuriga 37 °C.

Selles väljaandes on esitatud teadmiste praegune seis inimkeha vahelduvvoolu-näivtakistuse Z_T kohta suure, keskmise ja väikese kokkupuutepinna korral kuivas, vesimärjas ja soolvesimärjas seisundis ning alalisvoolutakistuse R_T kohta suure kokkupuutepinna korral kuivas seisundis.

Tuleb mainida, et läviväärtused kehtivad kõigi inimeste (meeste, naiste ja laste) kohta sõltumata nende tervislikust seisundist. Selles suhtes on tihti avaldatud kahtlust, kuid selliste vastuväidete kontrollimisel on alati leitud, et neil ei ole katselist tõestust. Mõned mõõtmised näitavad, et tajulävi ja lahtilaskelävi on naistel madalam kui meestel. Sama võib käia ka laste kohta.

Peatükis 5 on esitatud südamevoolutegur F ka voolutee jalg-jalg korral. See on tähtis sammupingest tingitud riski hindamisel.

1 KÄSITLUSALA

Voolu antud kulgemistee korral läbi inimkeha sõltub oht inimesele peamiselt voolu väärtusest ja kestusest. Edasistes jaotistes esitatud aeg-vool-piirkondi ei saa aga tegelikkuses otseselt rakendada elektrilöögivastaste kaitseviiside väljatöötamiseks. Vajalik kriteerium on puutepinge lubatav piirväärtus (st 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 osad (nagu nahk, veri, lihased, muud koed ja liigesed) on elektrivoolule erisuguse takistusega, mis koosneb aktiivsetest ja mahtuvuslikest komponentidest.

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

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

Teadmised vahelduvvoolu toime alal põhinevad esmajoones voolu toime kohta saadud andmetel sageduste 50 Hz ja 60 Hz korral, mis on elektripaigaldistes kõige tavalisemad. Esitatud väärtused loetakse 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 elektrilöönetuste peapõhjuseks.

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

MÄRKUS Standardisari IEC 60479 sisaldab informatsiooni inimkeha näivtakistuse ja kehavoolu läviväärtuste kohta mitmesugustel füsioloogilistel toimetel. Seda informatsiooni võib kombineeritult kasutada, et tuletada lävi-puutepinge eeldatavaid väärtusi vahelduv- ja alalisvoolul kehavoolu mitmesuguste kulgemisteede, puutekoha niiskusestmete ja naha kokkupuutepinna suuruste korral. Informatsioon puutepinge läviväärtuste kohta eri füsioloogilistel toimetel on esitatud standardis IEC 61201.

2 NORMIVIITED

Alljärgnevalt nimetatud dokumendid on vajalikud selle standardi rakendamiseks. Dateeritud viidete korral kehtib üksnes viidatud väljaanne. Dateerimata viidete korral kehtib viidatud dokumendi uusim väljaanne koos võimalike muudatustega.

IEC 61201:1992. Extra-low voltage (ELV) – Limit values

Guide 104:1997. The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications

3 TERMINID JA MÄÄRATLUSED

Standardi rakendamisel kasutatakse alljärgnevalt esitatud termineid ja määratlusi.

EE MÄRKUS Selles eestikeelses standardis on oskussõnad esitatud eesti, inglise ja prantsuse keeles, määratlused eesti ja inglise keeles. Inglis- ja prantsuskeelsed oskussõnad on võetud kahekeelsest lähtestandardist. Prantsuskeelsete oskussõnade mees- või naissugu on tähistatud vastavalt tähtedega *m* ja *f*.