

ELEKTROMAGNETILINE ÜHILDUVUS
Osa 5: Paigaldus- ja leevendusjuhendid
Jagu 2: Maandamine ja kaabeldus

Electromagnetic compatibility (EMC)
Part 5: Installation and mitigation guidelines
Section 2: Earthing and cabling
(ISO/IEC 61000-5-2:1997)

EESSÕNA TEHNILISE ARUANDE EESTIKEELSELE VÄLJAANDELE

See väljaanne on

- IEC tehnilise aruande IEC/TR 61000-5-2:1997 ingliskeelse teksti sisu poolest identne tõlge eesti keelde. Tõlgenduserimeelsuste korral tuleb lähtuda ametlikes keeltes avaldatud tekstidest;
- eesti keeles avaldatud sellekohase teate ilmumisega EVS Teataja 2017. aasta jaanuarikuu numbris.

Dokumendi tõlke koostamise ettepaneku on esitanud tehniline komitee EVS/TK 44 „Elektromagnetiline ühilduvus“, dokumendi tõlkimist on korraldanud Eesti Standardikeskus ning rahastanud Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium.

Dokumendi on tõlkinud elektriinsener Jüri Loorens, dokumendi on heaks kiitnud EVS/TK 44 ekspertkomisjon koosseisus:

Maret Ots	Tehnilise Järelevalve Amet
Taavi Lentso	Tehnilise Järelevalve Amet
Margus Sirel	OÜ Elektrilevi
Raivo Teemets	Tallinna Tehnikaülikooli elektrotehnika instituut

Dokumendi mõnede 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 aruande IEC/TR 61000-5-2:1997 eestikeelne [et] versioon. Teksti tõlke on avaldanud Eesti Standardikeskus.

This document is the Estonian [et] version of the IEC Technical Report IEC/TR 61000-5-2:1997. It has been translated by the Estonian Centre for Standardisation.

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

ICS 33.100

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

IEC/TR 61000-5-2:1997 EESSÕNA	VI
SISSEJUHATUS.....	VII
1 KÄSITLUSALA	1
2 VIITEDOKUMENDID	1
3 MÄÄRATLUSED	2
4 MAANDUS- JA KAABLIÜSTEEMIDEGA PAIGALDISE ÜLDISED ELEKTROMAGNETILISE ÜHILDUVUSE ASJAOLUD	6
4.1 Üldist.....	6
4.2 Paigaldise elektromagnetilise ühilduvuse ja ohutuse (isolatsiooni) nõuded	6
4.3 Paigaldiste ja seadmete sidendid	6
5 MAANDAMINE JA SILDAMINE.....	7
5.1 Ohutusega seonduvad nõuded	7
5.2 Elektromagnetilise ühilduvusega seonduvad nõuded	7
5.3 Maandussüsteemide ehitus	8
6 SILDAMINE	15
6.1 Üldist.....	15
6.2 Sildamisribad	16
6.3 Ühendused	17
6.4 Eriotstarbeliste seadmete sildamine	18
6.5 Kasutajate tegevused	19
7 KAABLID JA JUHTMED	20
7.1 Üldist.....	20
7.2 Sümmeetrilised ja asümmeetrilised ahelad, ülekandeimpedants Z_t	21
7.3 Kaablite ja juhtmete paigaldamise elektromagnetilise ühilduvuse reeglite sari	23
7.4 Kaablitüübid ja nende kasutamine seoses elektromagnetilise ühilduvusega	25
7.5 Paralleelmaandusjuhtide tüübid	25
7.6 Kaablite ja paralleelmaandusjuhtide ühendamise ja maandamine.....	28
7.7 Kaablite üldine paigutussuund.....	30
7.8 Kaablikimbud.....	32
7.9 Elektritoitesidendite kaablid.....	33
7.10 Signaali- ja juhtimissidendite kaablid	34
8 HÄIRIMISE LEEVENDAMISE LISAMEETMED	37
8.1 Asümmeetrilised ferriitdrosselid.....	37
8.2 Elektriline eraldamine	38
9 MÕÕTE- JA KATSETUSMEETODID	40
9.1 Maandamine ja sildamine	40
9.2 Kaablid ja paigaldis.....	40
Lisa A (teatmelisa) Näited maandussüsteemidest ja kaabeldusest.....	42
Lisa B (teatmelisa) Kaabliteooria rakendamine elektromagnetilise ühilduvuse tõstmiseks: erinevate kaablitüüpide Z_t tunnused	48
Lisa C (teatmelisa) Kaabliga paralleelsete lisajuhtide eelised	56
Lisa D (teatmelisa) Kirjandus	61

JOONISED

Joonis 1 — Vale arusaama näide „potentsiaaliühtlustuse“ mõistest kui üldreeglist, eriti kõrgematel sagedustel.....	8
Joonis 2 — Tüüpilise maanduselektroodi skeem.....	9
Joonis 3 — Väärarusaam „ühiskasutusega“, „iseseisvast“ või „eraldatud“ maaelektroodist.....	10
Joonis 4 — Ühtse maanduselektroodi kasutamise põhimõte.....	10
Joonis 5 — Maandusjuhistiku ja maanduselektroodide soovituslik konfiguratsioon.....	11
Joonis 6 — Signaalkaablist ja maandusjuhtidest tulenevad kontuurid.....	12
Joonis 7 — Maandusvõrgu soovitusliku teostusviisi kolmemõõtmeline skeem.....	13
Joonis 8 — Üldised põhimõtted erinevate aparatuuride ja süsteemide ühendustele maandusvõrguga.....	14
Joonis 9 — Sildamisriba lihtsustatud aseskeem.....	15
Joonis 10 — Paigaldatud sildamisriba tegelik aseskeem.....	16
Joonis 11 — Tüüpilised sildamisribad.....	17
Joonis 12 — Latt- ja ümarjuhi suhteline induktiivsus.....	17
Joonis 13 — Sama ristlõikega ümar-, latt- ja topeltsildamisribade suhteline induktiivsus.....	17
Joonis 14 — Näide sildamisriba lahtivõetava ühenduse kaitsest.....	18
Joonis 15 — Näide varjestatud kaabli optimaalsest sildamisest ümbrisega surveliitmiku abil, mis tagab 360-kraadise ühenduse.....	19
Joonis 16 — Karkasside omavaheline ühendamine sildamisribade ja signaalkaablitega.....	19
Joonis 17 — Tasakaalustamata signaaliedastussüsteemi sümmeetriline ja asümmeetriline ahel.....	21
Joonis 18 — Paralleelmaandusjuhi kuju mõju koaksiaalkaablite ülekandeimpedantsile.....	26
Joonis 19 — Kaablikanalite ja kaablikandurite sisselõiked.....	27
Joonis 20 — Soovituslik kaablipaigutus hargnemistega kaablikanduril.....	27
Joonis 21 — Elektromagnetilise ühilduvuse seisukohalt soovituslik kaablite paralleelne paigutus H-kujulise metalltala suhtes.....	28
Joonis 22 — Varjestatud kaabli sisenemine läbi ümbrise seina.....	29
Joonis 23 — Vaheseinaga kaablikandur.....	31
Joonis 24 — Kaablikanalite või kaablikandurite kohakuti asetuse näide.....	32
Joonis 25 — Lüliteid sisaldavate ahelate asendiskeemid.....	34
Joonis 26 — Koaksiaalkaabli mittesoovituslik ühenduslüli.....	36
Joonis 27 — Asümmeetriliste ferriitdrosselite tüüpilised rakendused.....	37
Joonis 28 — Eraldustrafo võimekuse piirangud.....	39
Joonis 29 — Parasiitsidestus kõrgetel sagedustel.....	39
Joonis A.1 — Näide hübriidmaandussüsteemi topoloogiast.....	43
Joonis A.2 — Elektromagnetilise ühilduvuse kambrid tundliku elektroonika kaitseks.....	44
Joonis A.3 — Maandussüsteem muunduriga draiverile ja kaasatud elektroonikale.....	45
Joonis A.4 — Elektritoitesüsteemi maandamise skeem koos elektroonilise juhtimis- ja jälgimissüsteemiga.....	45

Joonis A.5 — Toite- ja juhtimiskaablite algne paigalduskorraldus.....	46
Joonis A.6 — Täiustatud konstruktsioon koos asjakohaste varjeühendustega.....	47
Joonis B.1 — Signaalide tasakaalustamata edastus.....	48
Joonis B.2 — Erinevate (a), (b), (c) ja (d) koaksiaalkaablite Z'_t käitumine kui funktsioon sagedusest	49
Joonis B.3 — Ühes otsas maaga ühendatud tasakaalustamata ülekandesüsteem	50
Joonis B.4 — Tasakaalustatud ülekandesüsteem.....	50
Joonis B.5 — Voolude leviteed koaksiaalkaablis	51
Joonis B.6 — Punutud varjega kaabli magnetvälja poolt indutseeritud sümmeetriline pinge	52
Joonis B.7 — Koaksiaalkaabli välisjuhi voolud.....	53
Joonis B.8 — Kahesooneline kaabel, mida mõjutatakse lähedalasuva juhi pingega U_{ext}	54
Joonis C.1 — Koaksiaalkaablid koos paralleelmaandusjuhiga	56
Joonis C.2 — Kahe välisjuhiga koaksiaalkaabel	57
Joonis C.3 — Tasakaalustatud juhtmepaariga varjestatud kaabli ülekandeimpedantsid.....	58
Joonis C.4 — Näide alumiiniumkaablikanali ülekandeimpedantsist kui funktsioon sagedusest	58
Joonis C.5 — Kaablikanali või kaablikanduri magnetväli ja vastastikune induktiivsus.....	59
Joonis C.6 — Kaablikanali isoleeritud katted.....	59

IEC/TR 61000-5-2:1997 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 elektroonikaala standardimisküsimustes. Selleks kirjastab IEC lisaks oma muudele tegevusaladele ka rahvusvahelisi standardeid. 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 valitsusvälised 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. Koostatud dokumendid kujutavad endast rahvusvaheliseks kasutamiseks mõeldud soovitusi ja antakse välja standarditena, tehniliste aruannete ja juhistena, ning need on sellistena heaks kiitnud rahvuslikud komiteed.
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 soorita mingeid oma nõuetele vastavuse markeerimisi ega saa vastutada ühegi seadme eest, mis on deklareeritud kui IEC mingile standardile vastav.
6. Tuleb pöörata tähelepanu võimalusele, et tehnilise aruande mõni osa võib olla patendiõiguse objekt. IEC ei vastuta sellis(t)e patendiõigus(t)e väljaselgitamise ega selgumise eest.

IEC tehniliste komiteede peaülesanne on rahvusvaheliste standardite koostamine. Erandolukorras võib tehniline komitee teha ettepaneku avaldada tehniline aruanne, mis on üht liiki järgnevatest:

- 1. liik, kui korduvatele jõupingutustele vaatamata ei õnnestu rahvusvahelise standardi avaldamiseks saavutada nõutavat toetust;
- 2. liik, kui teema on alles tehnilisel arendamisel või kui mingil muul põhjusel on tulevikus, kuid mitte kohe, võimalik kokkulepe rahvusvahelise standardi suhtes;
- 3. liik, kui tehniline komitee on kogunud andmeid, mis on teist liiki kui need, mida tavaliselt rahvusvahelise standardina avaldatakse (näiteks „ajakohane tehniline tase“).

1. ja 2. liiki tehnilised aruanded vaadatakse läbi kolme aasta jooksul avaldamisest ning otsustatakse, kas need on võimalik rahvusvahelisteks standarditeks ümber kujundada. 3. liiki tehnilisi aruandeid ei tule ilmtingimata läbi vaadata enne, kui ollakse seisukohal, et nendes pakutavad andmed ei ole enam kehtivad või kasulikud.

3. liiki tehnilise aruande IEC/TR 61000-5-2 on koostanud IEC tehnilise komitee 77 „Electromagnetic compatibility“ alamkomitee 77B „High-frequency phenomena“.

Selle tehnilise aruande tekst tugineb järgmistele dokumentidele:

Arvamusküsitluse kavand	Hääletusaruanne
77B/168/CDV	77B/183/RVC

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

SISSEJUHATUS

IEC 61000-5 on osa standardisarjast IEC 61000 vastavalt alljärgnevale struktuurile:

Osa 1: Üldosa

Üldkaalutlused (sissejuhatus, aluspõhimõtted)

Määratlused, terminoloogia

Osa 2: Keskkond

Keskkondade kirjeldus

Keskkondade liigitus

Ühilduvustasemed

Osa 3: Piirtasemed

Emissiooni piirtasemed

Häiringukindluse piirtasemed (määral, mil need ei kuulu tootekomiteede pädevusse)

Osa 4: Katsetus- ja mõõtetehnika

Mõõtetehnika

Katsetustehnika

Osa 5: Paigaldus- ja leevendusjuhendid

Paigaldusjuhendid

Leevendusviisid- ja vahendid

Osa 6: Põhistandardid

Osa 9: Mitmesugust

Iga osa on jaotatud jagudeks, mis on kirjastatud kas rahvusvaheliste standarditena või tehniliste aruannetena.

IEC 61000-5 jaod avaldatakse kronoloogilises järjestuses vastavalt nummerdatuna.

Selles tehnilises aruandes antud soovitusi tuleb vaadelda seoses elektripaigaldise elektromagnetilise ühilduvusega, mitte paigaldise ohutuse või elektrivarustustõhususe seisukohalt. Sellele vaatamata on elektromagnetilise ühilduvusega seonduvate soovitude korral siiski nende kahe esmatähtsa asjaoluga ka arvestatud. Neid kahte peamist eesmärki on võimalik saavutada samaaegselt elektromagnetiliste ühilduvusnõuete täitmisega tundliku aparatuuri või süsteemi paigaldamisel, sattumata vastuollu aruandes esitatud soovitude kasutamisel vastavate IEC 60364 ohutusnõuetega. Kuna iga paigaldis on unikaalne, on konkreetsele paigaldisele sobivate soovitude valik projekteerija otsustada.

Oluline on tähele panna, et selles tehnilises aruandes esitatud soovitused ei püüa muuta olemasolevat paigaldustava kui need toimivad rahuldavalt. Erileevendusmeetodite rakendamine võib osutuda mittevajalikuks kui seadmed vastavad asjakohastele häiringutaluvuse ja häiringuemissiooni standarditele.

Mõne konkreetse paigaldustava nagu „tähtühenduse“ või „kolmnurkühenduse“ maandamine põhineb elektromagnetilise ühilduvuse seisukohalt erinevatel lähenemisviisidel, mis leitakse õigesti rajatud elektripaigaldisele **paigaldustopoloogia** seisukohalt sobivana ning mida haldab kogenud spetsialist. Siiski on siinkohal esitatud lähenemisviisid kasutatavad üldiselt kõigile rajatistele, eriti siis, kui signaale vahetatakse erinevate aparatuuride vahel.

Peatükid 1 kuni 3 esitavad üldist teavet elektromagnetilise ühilduvuse IEC 61000 dokumentidest.

Peatükk 4 annab ülevaate ja juhised elektromagnetilise ühilduvuse põhimõtete üldise lähenemisviisi kasutamisest paigaldiste projekteerimisel.

Peatükk 5 esitab soovitusel maandussüsteemi projekteerimisele ja kasutuselevõtule, kaasaarvatud maanduselektroodid ja maandusjuhistik.

Peatükk 6 annab põhiteavet aparatuuri või süsteemi maa või maandusjuhistiku ühenduste projekteerimiseks ja kasutuselevõtuks.

Peatükk 7 esitab soovitusel kaablite valikule, paigaldamisele ning ühendusviisidele, mida kasutatakse alalis- või vahelduvmadalpingelises elektritoites, juhtimis- ja käsusignaalide sisendites ja väljundites kui ka nendele, milliseid kasutatakse tööruumidevaheliseks sidepidamiseks.

Peatükk 8 annab teavet asjakohasest leevendustehnikast.

Peatükk 9 annab teavet kontrolli- ja katsemeetoditest.

Teatmelisad esitavad ülevaate toetavatest mõistetest, kaasaarvatud kirjandusviited, mille alusel see tehniline aruanne on koostatud.

1 KÄSITLUSALA

Antud tehniline aruanne (tüüp 3) hõlmab elektri- ja elektroonikasüsteemide ja paigaldiste maandamise ning kaabelduse juhiseid, mille eesmärk on tagada elektri- ja elektroonikaseadmete või süsteemide elektromagnetiline ühilduvus. Vaadeldakse täpsemalt maandusviise ja kaablipaigutust, mida kasutatakse tööstus-, äri- ja olmepaigaldistes. See tehniline aruanne on ette nähtud paigaldise ehitajatele ning kasutajatele, mingil määral ka tundlike elektri- või elektroonikapaigaldiste ja süsteemide ning ka kõrge häiringuemissiooni tasemega seadmete tootjatele, mis võivad halvendada üldist elektromagnetilist keskkonda. See kehtib eelkõige uutele paigaldistele, kuid majandusliku põhjendatuse korral võib seda rakendada ka olemasolevate rajatiste laiendamisel või uuendamisel.

2 VIITEDOKUMENDID

IEC 60050(161):1990. International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility

IEC 60050(826):1982. International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 826: Electrical installations of buildings

Amendment 1:1990

Amendment 2:1995

IEC 61000-2-5:1995. Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 5: Classification of electromagnetic environments – Basic EMC publication

IEC 61000-5-1:1996. Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 5: Installation and mitigation guidelines – Section 1: General considerations – Basic EMC publication

IEC 61024-1:1990. Protection of structures against lightning – Part 1: General principles

ISO/IEC 11801:1995. Information technology – Generic cabling for customer premises

EE MÄRKUS Dateeritud viidete korral kehtib üksnes viidatud väljaanne. Dateerimata viidete korral kehtib viidatud dokumendi uusim väljaanne koos võimalike muudatustega. Ülalnimetatud dateeritult viidatud dokumentidele on välja antud uustöötusi ja muudatusi. Neist on eestikeelsena ilmunud alljärgnevalt nimetatud dokumendid.

EVS-IEC 60050-161:2015. Rahvusvaheline elektrotehnika sõnastik. Osa 161: Elektromagnetiline ühilduvus

EVS-IEC 60050-826:2006. Rahvusvaheline elektrotehnika sõnastik. Osa 826: Elektripaigaldised

IEC/TR 61000-2-5:2011. Elektromagnetiline ühilduvus. Osa 2-5: Keskkond. Elektromagnetiliste keskkondade kirjeldus ja liigitus

IEC/TR 61000-5-1:1996 Elektromagnetiline ühilduvus. Osa 5: Paigaldus- ja leevendusjuhendid. Jagu 1: Üldpõhimõtted. Elektromagnetilise ühilduvuse alusväljaanne

EVS-EN 62305 (sari). Piksekaitse

Tuleb teavitada, et teatmelisas D „Kirjandus“ on loetletud ka teisi dokumente. See loetelu sisaldab dokumente, milliseid kasutati antud aruande koostamisel ning need dokumendid on soovitusliku iseloomuga ja ette nähtud edaspidisel lugemisel täiendava teabena.