

EESKIRI EEI 3-4:1994

# EHITISTE MADALPINGE- ELEKTRIPAIGALDISED

4. OSA

KAITSEVIISID

Tagastage raamat õigeaegselt!

Возвратите книгу вовремя!

232 / 25.5.00				
T-486 / 5.10.00.				
2104 / 11.06.03				
T-4017 / 30.05.03				

TATR. 414. 100 000. 1992.

EA-72648

EA-56707/4



ELEKTRIKONTROLLIKESKUS

TALLINN 1995

itised, madalpingevõrgud, elektripaigaldised, ohutus,  
itseseadmed, eeskirjad

UDK 621.316.17.002.2:621.3.027.26:614.8

Põhilise lähtepublikatsiooni tiitel:

International standard IEC 364-4  
Electrical installations of buildings

Part 4: Protection for safety

Ilmunud 11 osana ja 2 muudatusega 1977 ... 1995

Heaks kiidetud Eesti Elektrotehnikakomitee juhatus otsusega  
26.10.1994

Kooskõlastatud Riigi Päästeametiga 06.11.1995

Kehtestatud kohustusliku eeskirjana Majandusministeeriumi  
määrusega nr. 14, 09.03.1995

136 lk.

Järeletrükk ja paljundamine ainult  
Elektrikontrollikeskuse loal

EEI 3-4:1994

## EESSÕNA

Eeskirja EEI 3 (Ehitiste madalpinge-elektripaigaldised) käesolev 4. osa käsitleb nii elektripaigaldiste kaitset liigvoolude ja -pingete ja muude riketel tekkivate ohtlike nähtuste eest kui ka elektripaigaldistega kokkupuutuvate inimeste kaitset elektrilöögi ja põletuste eest.

Käesolev osa põhineb Rahvusvahelise Elektrotehnikakomisjoni (IEC) standardil IEC 364-4 (Electrical installations of buildings / Part 4: Protection for safety), millest seisuga 01. 09. 1995 kehtisid järgmised 11 eraldi ilmunud publikatsiooni ja 1 muudatus:

- 364-4-41 Chapter 41: Protection against electric shock.  
Third edition (1992). - 49 p.
- 364-4-42 Chapter 42: Protection against thermal effects.  
First edition (1980). - 9 p.
- 364-4-43 Chapter 43: Protection against overcurrent.  
First edition (1977). - 11 p.
- 364-4-442 Chapter 44: Protection against overvoltages.  
Section 442 - Protection of low-voltage installations against faults between high-voltage systems and earth. First edition (1993). - 41 p.
- Amendment 1 (1995). - 7 p.  
[Clauses 442.1, 442.6, 442.7, 442.8]
- 364-4-443 Chapter 44: Protection against overvoltages.  
Section 443 - Protection against overvoltages of atmospheric origin or due to switching.  
Second edition (1995). - 15 p.

- 364-4-45** Chapter 45: Protection against undervoltage.  
First edition (1984). - 5 p.
- 364-4-46** Chapter 46: Isolation and switching.  
First edition (1981). - 9 p.
- 364-4-47** Chapter 47: Application of protective measures for safety.  
Section 470 - General. Section 471 - Measures of protection against electric shock.  
First edition (1981). - 9 p.
- Amendment No. 1 (1993). - 3 p.  
[Subclause 471.2.3]
- 364-4-473** Chapter 47: Application of protective measures for safety.  
Section 473 - Measures of protection against over-current.  
First edition (1977). - 11 p.
- 364-4-481** Chapter 48: Choice of protective measures as a function of external influences.  
Section 481 - Selection of measures for protection against electric shock in relation to external influences.  
First edition (1993). - 19 p.
- 364-4-482** Chapter 48: Choice of protective measures as a function of external influences.  
Section 482 - Protection against fire.  
First edition (1982). - 9 p.

Peatükis 41 on kasutatud sätete 41.1, 41.2, 411.1.1, 411.1.3.1 ja 413.1.5.4 uut sõnastust vastavalt paranduseelnõule 364-4-41-A1-Ed3 (08.09.1995).

Jaotis 444 on koostatud jaotise-eelnõu IEC 364-4-44, *Protection against electromagnetic interference (EMI) in installations of buildings* järgi.

Peale IEC standardi on arvestatud ka järgmisi teiste maade standardeid ja eeskirju:

DIN VDE 0100. Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V / Teil 400. Schutzmaßnahmen.

Sähkötarkastuskeskus. Julkaisu A2-94. Rakennusten sähköasennukset. [Osa 4: Suojausmenetelmät]

Elsäkerhetsverket. Starkströmföreskrifterna. Elsäkerhetsverkets föreskrifter om utförande och skötsel av elektriska starkströmsanläggningar. ELSÄK-FS 1994-7.  
[Del 4: Skydd av person, husdjur och egendom]

Eeskirja käesolev osa "Kaitseviisid" kehtib projekteeritavate ja ehitamisele või ümberehitamisele tulevate paigaldiste kohta alates 1. juulist 1996. Eeskirja soovitatakse võimaluse korral rakendada aga ka paigaldiste kohta, mille projekteerimine, ehitamine või ümberehitamine on alanud varem.

Eeskirja ülesehitus ja sätete numeratsioon on samasugused nagu lähtestandardis IEC 364-4; eeskirja põhitekst vastab selle standardi ingliskeelsele tekstile. Eesti olusid arvestavad muudatused, täpsustused, lisanõuded, -märkused ja -selgitused on tähistatud Eesti riigitähisega EE.

Eeskirjas esinevad arväärtusrajad eessõnadega *alates* ja *kuni* sisaldavad alati kaasaarvatult rajaväärtust ennast.

Eeskirja käesolev osa, arvestades ka varem ilmunud osi 1, 2 ja 3, asendab madalpingepaigaldiste kohta käival määral täielikult või osaliselt senikehtinud "Elektriseadmete ehituse eeskirjade" (EEE) järgmisi peatükke ja paragrahve:

ptk. 1.7 (Maandamine ja elektriohutus),  
 ptk. 3.1 (Kuni 1000-V võrkude kaitse),  
 kaitse- ja maandamisnõuded EEE muudes peatükkides.

Käesoleva eeskirja ja EEE muude sätete lahknevuse korral tuleb õigeks lugeda käesolev eeskiri.

Käesoleva eeskirja on ette valmistanud töögrupp, mis moodustati Majandusministeeriumi kaasabil Elektrikontrollikeskuse juures. Lähteteksti koostas ja sissetoodud parandused formuleeris Tallinna Tehnikaülikooli professor E. Risthein.

Märkused ja ettepanekud eeskirja käesoleva osa järgmise, parandatud ja täiendatud trüki ettevalmistamiseks palutakse saata aadressil *Kreutzwaldi 2, EE-0001 TALLINN 1*.

*Elektrikontrollikeskus*

## 400.1 Üldist

400.1.1 Peatükkides 41...46 on esitatud inimeste, koduloomade ja omandi kaitset sätestavad põhinõuded. Peatükis 47 vaadeldakse nende nõuete kohaldamist ja omavahelist kooskõlastamist, peatükis 48 aga välistoimete arvestamist. Elektriseadmete valikut ja paigaldamist sätestavad nõuded on esitatud osas 5, kasutuselevõtu kohta käivad nõuded osas 6.

400.1.2 Kaitsevõtte võib haarata paigaldist tervikuna või osaliselt või ainult mingit üht elektriseadet.

Kui olud ei vasta mingi kaitseviisi rakendamisevõimalustele, tuleb kasutada lisameetmeid, mis võimaldavad saavutada samasugust turvalisust nagu juhul, mil olud täielikult vastavad kaitseviisi kasutamispõhimõttele.

*Märkus.* Selle põhimõtte rakendamisnäide vt. 411.3.

400.1.3 Järjekorda, milles kaitseviisid on edaspidi esitatud, ei tule võtta kui nende tähtsusjärjestust.

## 41 KAITSE ELEKTRILÖÖGI EEST

### 41.1 Üldnõuded

Kaitseks elektrilöögi eest tuleb kasutada vastavalt kohaldamisvõimalustele, arvestades jaotise 471 ja ptk. 48 nõudeid, järgmisi kaitseviise:

- ühildatud otse- ja kaudpuutekaitset (411),
- kaitset otsepuute eest (412),
- kaitset kaudpuute puhul (413).



## 41.2 Kasutatud normdokumendid

Käesolevas peatükis on arvestatud järgmiste IEC standardite uusimaid trükke:

IEC 146-2 Semiconductor convertors / Part 2: Semiconductor self commutated convertors

IEC 536-2 Classification of electrical and electronic equipment with regard to protection against electric shock / Part 2: Guidelines to requirements for protection against electric shock

IEC 1201 Extra-low voltage (ELV) - Limit values

## 411 ÜHILDATUD OTSE- JA KAUDPUUTEKAITSE

### 411.1 Kaitseväikepinge kasutamine

411.1.1 Kaitseväikepinge kasutamisel saavutatakse kaitse elektrilöögi eest järgmise kolme nõude täitmisega:

- pinge kuulub I pingepiirkonda, s.t. nimipinge ei ületa vahelduvvoolu korral 50 V, alalisvoolu korral aga 120 V (vt. IEC 449, Voltage bands for electrical installations of buildings),
- toidet saadakse p. 411.1.2 kohasest pingesallikast,
- p. 411.1.3 nõuded on täidetud ning lisaks sellele on täidetud ka p. 411.1.4 maandamata ahelate (SELV) ja p. 411.1.5 maandatud ahelate (PELV) kohta käivad nõuded.

*Märkus 1.* Kui toidet saadakse suuremapingelisest süsteemist muude seadmete nagu nt. autotrafode, potentsiomeetrite või pooljuhtseadmete kaudu, tuleb väljundahelat lugeda toiteahela laienduseks ja seda tuleb kaitsta nagu toiteahelat.

*Märkus 2.* Teatud oludes (vt. nt. osa 7) võidakse nõuda väiksemaid lubatavaid nimipingeid.

*Märkus 3.* Akupatareisid sisaldavates alalisvoolutoitesüsteemides võib patarei laadimis- ja tühijooksupinge, olenevalt patarei tüübist, olla märgatavalt suurem kui nimipinge; see ei nõua aga käesolevas punktis ettenähtud kaitse täiendamist muude kaitsevõtetega. Vastavalt IEC 1201 (Extra-low voltage (ELV) - Limit values) tabelile 1 ei peeta soovitavaks, et laadimispinge, olenevalt ümbruseoludest, oleks alalisvoolul üle 150, vahelduvvoolul aga üle 75 V.

### 411.1.2 SELV- ja PELV-süsteemide kaitseväikepingesallikad

411.1.2.1 Kaitseväikepingetrafo, mis vastab IEC 742 (Isolating transformers and safety isolating transformers - Requirements) nõuetele.

411.1.2.2 Muu pingesallikas, mis on sama turvaline nagu punkti 411.1.2.1 kohane kaitseväikepingetrafo (nt. mootorgeneraator, mille mähiste isolatsioon on sama hea nagu kaitseväikepingetrafo).

411.1.2.3 Elektrokeemiline pingesallikas (nt. galvaanielementide patarei) või muu kõrgemapingelistest ahelatest sõltumatu pingesallikas (nt. diiselsingeneraator).

**411.1.2.4** Teatud elektronseadmed, mille kohta on teada, et nende väljundpinge ka sisemise rikke korral ei ületa punktis 411.1.1 sätestatud väärtust. Väljundpinge võib olla ka suurem, kui on kindel, et see väheneb seadme puudutamisel lubatava või sellest väiksema väärtuseni.

*Märkus 1.* Siia kuuluvad nt. isolatsioonimõõteseadmed.

*Märkus 2.* Kui väljundpinge on suurem kui p. 411.1.1 järgi lubatu, võib seadme vastavust käesoleva punkti nõuetele kontrollida voltmeetriga, mille sisetakistus on vähemalt 3000  $\Omega$ ; mõõtmisel ei tohi väljundklemmide pinge ületada p. 411.1.1 järgi lubatavat väärtust.

**411.1.2.5** Teisaldatavad kaitseväikepingeallikad nagu nt. kaitseväikepingetrafo ja mootorgeneraatorid peavad rahuldama II kaitseklassi seadmete või nendega isolatsiooni poolest samaväärsete seadmete kasutamisel esitatavaid kaitsenõudeid (vt. 413.2).

### 411.1.3 Vooluahela ehitus

**411.1.3.1** SELV- ja PELV-ahelate pingestatud osad peavad olema eraldatud nii üksteisest kui ka muudest ahelatest isolatsiooni abil, mis vastab vähemalt kaitseväikepingetrafo primaar- ja sekundaarmähise vahelisele isolatsioonile.

*Märkus 1.* See nõue ei keela PELV-ahela ühendamist maaga (vt. 411.1.5).

*Märkus 2.* Ka releede ja kontaktorite, abiahelalülitite jms. kõrgemapingeliste ahelaosade vaheline isolatsioon peab vastama vähemalt kaitseväikepingetrafo primaar- ja sekundaarmähise vahelisele isolatsioonile.

*Märkus 3.* SELV- ja PELV-ahelate toitmisel pooljuhtmuundurist (vt. IEC 146-2, Semiconductor converters / Part 2: Semiconductor self commutated converters) peab viimane sisaldama alaldieelset vahelduvvoolu-vahelüli; selle vahelüli vahelduvpinge on füüsilistel põhjustel kõrgem kui alaldatud pinge. Vahelduvvoolu-vahelüli ei kuulu käesolevas punktis nimetatud kõrgemapingeliste ahelate hulka ja tuleb, nagu nõuab IEC 536-2 (Classification of electrical and electronic equipment with regard to protection against electric shock / Part 2: Guidelines to requirements for protection against electric shock), eraldada kõrgemapingelistest toiteahelatest *kaitseeraldusega*.

**411.1.3.2** SELV- ja PELV-ahelate juhid tuleb üldiselt paigutada muude ahelate juhtidest eraldi. Kui see ei ole võimalik, tuleb kohaldada üht järgmistest võtetest:

- SELV- ja PELV-ahelate juhid kaitstakse peale põhiisolatsiooni isoleerkatte abil;
- SELV- ja PELV-ahelate juhid eraldatakse muu pingega ahelate juhtidest kaitsemaandatud metallvarje või -kattega;
- SELV- ja PELV-ahelate juhid võivad koos teiste, muupingeliste ahelate juhtidega olla ühes ja samas paljusoonelises kaablis või muus juhisüsteemis. SELV- ja PELV-ahelate juhid peavad sel juhul aga kas igäüks eraldi või kõik koos olema isoleeritud vastavalt selle juhisüsteemi suurimale pingele.

*Märkus.* Esimesel ja teisel juhul on küllaldane, kui iga juhi põhiisolatsioon vastab selle ahela pingele, millesse ta kuulub.

**411.1.3.3 SELV- ja PELV-süsteemide pistikud ja pistikupesad peavad vastama järgmistele nõuetele:**

- pistikud ei tohi sobida muude pingsüsteemide pistikupesadesse;
- pistikupesadesse ei tohi sobida muude pingsüsteemide pistikud;
- pistikupesades ei tohi olla kaitsekontakte.

**411.1.4 Nõuded maandamata kaitseväikepinge- (SELV-) ahelatele**

**411.1.4.1 SELV-ahelaid ei tohi ühendada maaga, ega muude ahelate pingestatud osade ega kaitsejuhtidega.**

**411.1.4.2 Pingealtid juhtivaid osi ei tohi mitte mingil eesmärgil ühendada**

- maaga,
- muude ahelate kaitsejuhtidega ega pingealdiste juhtivate osadega,
- kõrvaliste juhtivate osadega, välja arvatud juhul, mil elektriseade on oma ehituse tõttu nende osadega ühendatud. Viimasel juhul tuleb tagada, et need osad ei saa sattuda pinge alla, mis ületab punktis 411.1.1 sätestatud väärtuse.

*Märkus.* Kui SELV-ahela pingealtid osad võivad sattuda juhuslikult või ettenähtult kokkupuutesse muude ahelate pingealdiste osadega, ei sõlta kaitse elektrilöögi eest enam ainuüksi SELV-ahela kaitsest, vaid muude ahelate pingealdiste osade puutekaitseviisidest.

**411.1.4.3 Kui nimi-vahelduvpinge on üle 25 V või pulsatsioonivaba nimi-alalispinge üle 60 V, tuleb puutekaitseks kasutada**

- katteid või kesti kaitseastmega vähemalt IP XXB (s.t. enamasti vähemalt 2XB - *EE*) või
- isolatsiooni, mis talub 1 min kestel teimivahelduvpinget 500 V.

Kui nimi-vahelduvpinge ei ole üle 25 V või pulsatsioonivaba nimi-alalispinge üle 60 V, ei ole puutekaitset üldiselt tarvis. Mõnedes välisoludes võib see siiski osutada vajalikuks (selle sätte täpsem sõnastus on väljatöötamisel).

*Märkus.* Pulsatsioonivabaks loetakse alalispinget, mille pulsatsioon ei ületa 10 % pinge efektiivväärtusest. Pulsatsioonivabal alalispingel 120 V ei ületa pinge amplituudväärtus 140 V, pingel 60 V ei ületa see aga 70 V.

**411.1.5 Nõuded maandatud kaitseväikepinge- (PELV-) ahelatele**

Kui ahelad on maandatud ja kui ei nõuta p. 411.1.4 kohase SELV-süsteemi kasutamist, peab süsteem rahuldama punktide 411.1.5.1 ja 411.1.5.2 nõudeid.

**411.1.5.1 Puutekaitse tuleb ette näha**

- katted või kestad kaitseastmega vähemalt IP XXB (s.t. enamasti vähemalt 2XB - *EE*) või
- isolatsioon, mis talub 1 min kestel teimivahelduvpinget 500 V.

**411.1.5.2** Punkti 411.1.5.1 kohast puutekaitset ei ole vaja, kui seadmestik paikneb potentsiaaliühtlustusega alal, kus juures pinge ei ületa

- 25 V vahelduvvoolul ega 60 V pulsatsioonivabal alalisvoolul, kui seadmestik paikneb kuivas ruumis, milles ei ole suuri (inimkehaga ulatuslikult kokku puutuda võivaid) puutevõimalikke pingestatud pindu;
- 6 V vahelduvvoolul ega 15 V pulsatsioonivabal alalisvoolul kõigil muudel juhtudel.

*Märkus.* Ahelad võib maandada *toiteallika* sobival viisil maandamise teel.

**411.2** Lahendusenergia piiramisel põhinev kaitse

Väljatöötamisel.

**411.3** Talitlusväikepinge kasutamine

**411.3.1** Üldist

Kui talitluslikel põhjustel kasutatakse pingepiirkonda I kuuluvat väikepinget, kuid mitte kõik punkti 411.1 kohased SELV- või PELV-kaitsepinget puudutavad nõuded ei ole täidetud, ja kui SELV- ega PELV-süsteemi kasutamine ei ole tingimata vajalik, tuleb otse- ja kaudpuutekaitse tagada punktide 411.3.2 ja 411.3.3 kohaselt. Sellist ahelat nimetatakse *talitlusväikepinge-* ehk *FELV*-ahelaks.

*Märkus.* Talitlusväikepinget kasutatakse nt. trafodes, releedes, kaugjuhtimislülitites ja kontaktorites, mille ahelate isolatsioon kõrgemapingeliste ahelate suhtes ei pruugi vastata kaitseisolatsiooni nõuetele.

**411.3.2** Kaitse otsepuute eest (puutekaitse)

Kaitsena otsepuute eest tuleb ette näha

- kaitsekatted ja -kestad vastavalt punktile 412.2 või
- isolatsioon, mis vastab primaarahela teimipingele.

Kui FELV-ahelasse kuuluva seadme isolatsioon ei vasta primaarahela teimipingele, tuleb puutevõimalike mittejuhtivate osade isolatsiooni paigaldamisel sel määral tugevdada, et ta taluks 1 min kestel teimivahelduvpinget 1500 V.

*Märkus.* Nimetatud väärtus võib uute rahvusvaheliste isolatsioonikoordineerimisstandardite väljatöötamisel muutuda.

**411.3.3** Kaitse kaudpuute puhul (puutepingekaitse)

Puutepingekaitse tuleb realiseerida järgmiselt:

- kui primaarahelas on kasutatud mõnda punkti 413.1 nimetatud kaitseviisidest, tuleb FELV-ahela *pingealtid* juhtivad osad ühendada primaarahela kaitsejuhiga; see ei takista FELV-ahela *pingestatud* osade ühendamist primaarahela kaitsejuhiga;
- kui primaarahelas on kohaldatud punktis 413.5 nimetatud *kaitseeraldust*, tuleb FELV-ahela *pingealtid* juhtivad osad ühendada primaarahela maandamata potentsiaaliühtlustusjuhiga.

**411.3.4** Pistikud ja pistikupesad

FELV-süsteemi pistikud ei tohi sobida muude pingesüsteemide pistikupesadesse ega muude pingesüsteemide pistikud FELV-süsteemi pistikupesadesse.

**412 KAITSE OTSEPUUTE EEST****412.1 Kaitse pingestatud osade isoleerimise teel**

*Isolatsioon peab takistama pingestatud osade igasugust puudutamist.*

Pingestatud osad peavad üleni olema kaetud isolatsiooniga, mida ei saa maha võtta ilma seda rikkumata.

Tehasetootelise seadme isolatsioon peab vastama seadme kohta kehtivate standardite nõuetele. Muude seadmete isolatsioon peab rikkumiseta taluma temale käidu ajal mõjuda võivaid mehaanilisi, keemilisi, elektrilisi ja soojuslikke toimeid. Värv- ega emailkatteid ei saa tavaliselt lugeda turvaliseks isolatsiooniks.

*Märkus.* Kui isolatsioon moodustatakse paigalduse ajal, tuleb selle kvaliteeti kontrollida samasuguse teimiga nagu tehasetooteliste seadmete isolatsiooni-kontrollil.

**412.2 Kaitse katete ja kestade abil**

*Kaitsekatted ja -kestad peavad takistama pingestatud osade igasugust puudutamist.*

**412.2.1** Pingestatud osad peavad olema sellises kestas või sellise katte taga, mis tagab vähemalt kaitseastme IP 2X. Kaitseaste võib olla madalam, kui suuremad avad tekivad osade vahetamisel nagu nt. mõnedes lambi-, pistiku- ja kaitsmepesades või kui neid on vaja elektriseadme nõuetekohaseks talitluseks. Neil juhtudel tuleb

- kasutada vastavaid lisameetmeid, et inimesed ega koduloomad ei saaks pingestatud osi juhuslikult puudutada,
- vastavalt võimalustele tagada, et inimesed teaksid, et ava kaudu saab puudutada pingestatud osi ja et seda ei tohi tahtlikult teha.

**412.2.2** Kergesti puudutatavate katete ja kestade rõhtsad ülapiinad peavad vastama vähemalt kaitseastmele IP 4X.

**412.2.3** Katted ja kestad peavad olema kindlalt kinnitatud ning piisavalt tugevad ja vastupidavad, et nõutav kaitseaste ning nõutav kaugus pingestatud osadeni normaalu-oludes, arvestades välisfaktorite toimet, säiliks.

**412.2.4** Kui katteid, kesti või kestade osi on tarvis avada või eemaldada, tohib see olla võimalik ainult üksi

- võtme või tööriistaga;
- pärast katte või kestaga kaitstavate pingestatud osade väljalülitamist, kusjuures taassisselülitamine tohib olla võimalik alles pärast katte või kesta tagasiasetamist;
- vahekatte olemasolul, mis tagab vähemalt kaitseastme IP 2X ning takistab pingestatud osade puudutamist; selle katte kõrvaldamine tohib olla võimalik ainult üksi võtme või tööriista abil.

**412.3 Kaitse tõkete abil**

*Tõkked peavad takistama pingestatud osade juhuslikku puudutamist, kuid ei pruugi takistada tahtlikku puudutamist tõkke eiramise teel.*

EA-72648

#### 412.3.1 Kaitsetõke peab takistama

- inimese juhuslikku küündimist pingestatud osadeni või
- pingestatud osade juhuslikku puudutamist, kui pingestatud elektriseadmeid kasutatakse nende tavalisel viisil.

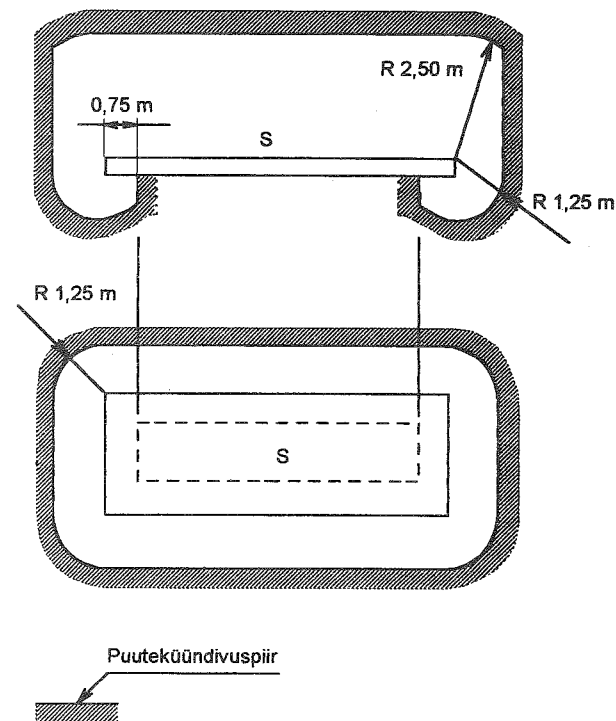
412.3.2 Tõket võib saada eemaldada ilma võtme või tööriistata, kuid ta peab olema sedavõrd hästi paigal, et teda ei saa eemaldada juhuslikult.

412.4 Kaitse pingestatud osade paigutamise teel väljapoole puuteküündivust.

*Kaitse pingestatud osade paigutamise teel väljapoole puuteküündivust on mõeldud üksnes nende juhusliku puudutamise takistamiseks.*

412.4.1 Üheaegselt puudutatavad eri potentsiaaliga osad ei tohi olla teineteisele ligemal kui puuteküündivus.

*Märkus.* Kahte osa loetakse üheaegselt puudutatavaks, kui nad ei ole teineteisest kaugemal kui 2,50 m (vt. joon. 41 A).



Joon. 41 A. Puuteküündivuspiirkonna mõõtmed: *S* pinnaala, millel inimest võib lugeda asuvaks

**412.4.2** Kui tavaline tegutsemisala on rõhtsuunas piiratud mingi kaitsetõkkega, mille kaitseaste on madalam kui IP 2X (nt. tõkkepuu või võrkpiirdega), loetakse puutekõundivust tõkkest alates. Püstsuunas loetakse puutekõundivuseks 2,50 m pinnast *S*, jättes arvestamata need vahetõkked, mille kaitseaste on madalam kui IP 2X.

*Märkus.* Puutekõundivuse all mõeldakse kaugust, milleni inimene küünib kätega, abivahendeid (tööriista, redelit vms.) kasutamata.

**412.4.3** Paikades, kus töö nõuab ruumivõtivate või pikkade juhtivate esemete kasutamist, tuleb punktides 412.4.1 ja 412.4.2 nõutud kaugusi suurendada nende esemete mõõtmete võrra.

**412.5** Lisakaitse rikkevoolukaitseüliliti abil

*Rikkevoolukaitse on mõeldud ainuüksi muude otsepuutekaitseviiside täienduseks.*

**412.5.1** Rikkevoolukaitseülilit, mille nimirakendusvool ei ole üle 30 mA, loetakse lisakaitseks, mis peab toimima muude otsepuute vastu kasutatavate kaitseviiside tõrkel või käitaja ettevaatamatuse korral.

**412.5.2** Rikkevoolukaitset ei tohi kasutada *ainsa* kaitseviisina ja tema kasutamine ei vähenda vajadust paragrahvides 412.1...412.4 nimetatud kaitseviiside järele.

**413** KAITSE KAUDPUUTE PUHUL  
(PUUTEPINGEKAITSE)

**413.1** Kaitse toite automaatse väljalülitamise abil

*Toite automaatne väljalülitamine peab takistama sedavõrd suure ning sedavõrd kestva puutepinge tekkimist, et see võiks olla inimesele ohtlik (vt. IEC 479-1, Effects of current passing through the human body).*

*See kaitseviis eeldab maandussüsteemi, kaitsejuhtide ja kaitseaparaatide omaduste omavahelist sobitamist.*

*Täpsemad nõuded ja IEC 479 alusel saadud sõltuvused esitatakse IEC kavandatavas teabedokumendis "Measures against indirect contact by automatic disconnection of the supply"*

*Alalisvoolusüsteemide kohta käivad lisanõuded on väljatöötamisel.*

**413.1.1** Üldist

Käesolev punkt käsitleb kaitsele esitatavaid üldnõudeid. Kaitse eripärasusi eri maandussüsteemide korral vaadeldakse punktides 413.1.3 ... 413.1.5.

**413.1.1.1** Toite väljalülitamine

Puutepingekaitseks kasutatav kaitseaparaat peab automaatselt sedavõrd kiiresti katkestama kaitstava ahela toite, et isolatsioonirikke korral tekkiv puutepinge, kui see ületab vahelduvvoolul 50 või pulsatsioonivabal alalisvoolul 120 V, ei kehtaks eri juhtivate osade üheaegsel puudutamisel ohtlikult kaua.

Mõnikord võidakse puutepingest sõltumatult lubada pikemat, enimalt 5 s pikkust väljalülitamisaega (vt. 413.1.3.5).

*Märkus 1.* Elektrienergia tootmis- ja jaotussüsteemides võidakse lubada käesolevas alapunktis nimetatust suuremat puutepinge väärtust ja kestust.

*Märkus 2.* Eripaigaldistes ja -oludes võidakse nõuda puutepinge väiksemaid väärtusi ja kestusi (vt. osa 7).

*Märkus 3.* IT-juhistikus ei ole automaatne väljalülitamine esimese rikke korral enamasti vajalik (vt. 413.1.5).

*Märkus 4.* Käesoleva alapunkti nõuded kehtivad vahelduvvoolul sagedusega 15...1000 Hz ja alapunktis 411.1.4.3 määratletud pulsatsioonivabal alalisvoolul.

#### 413.1.1.2 *Kaitsemaandus*

Pingealtid juhtivad osad tuleb ühendada kaitsejuhiga vastavalt kasutatavale maandussüsteemile.

Üheaegselt puudutatavad osad tuleb ühendada ühe ja sama maandussüsteemiga kas eraldi, rühmakaupa või ühtse kogumina.

*Märkus.* Nõuded maandustele ja kaitsejuhtidele vt. ptk. 54.

#### 413.1.2 **Potentsiaaliühtlustus**

##### 413.1.2.1 *Peapotentsiaaliühtlustus*

Igas ehitises tuleb peapotentsiaaliühtlustusjuhi abil kokku ühendada järgmised juhtivad osad:

- peakaitsejuht;
- peamaandusjuht või peamaandusklemm;
- ehitist veega, gaasiga vms. toitvad torud ja nende tarandid;
- ehitise metallosad ning, kui võimalik, keskkütte- ja ventilatsiooniseadmestikud.

Väljastpoolt ehitist tulevad juhtivad osad tuleb ühendada potentsiaaliühtlustusjuhiga võimalikult sisenemiskoha lähedal.

Peapotentsiaaliühtlustusjuht peab vastama ptk. 54 nõuetele.

Peapotentsiaaliühtlustusjuhiga ühendatakse ka sidekaablite metallmantlid, milleks aga tuleb saada nende kaablite valdajate või käitajate nõusolek.

##### 413.1.2.2 *Lisapotentsiaaliühtlustus*

Kui ehitises või selle osas ei saavutata alapunkti 413.1.1.1 nõuetele vastavat automaatset väljalülitust, tuleb kasutada kohalikku potentsiaaliühtlustust; punkti 413.1.6 kohaselt nimetatakse seda *lisapotentsiaaliühtlustuseks*.



*Märkus 1.* Vaatamata lisapotentsiaaliühtlustusele võib toite automaatne väljalülitamine osutada vajalikuks muudel põhjustel nagu nt. kaitseks tulekahju, seadmete ülekuumenemise jms. eest.

*Märkus 2.* Lisapotentsiaaliühtlustus võib haarata kogu paigaldist, selle osa, üksikseadet või teatavat ruumiosa.

*Märkus 3.* Erioludes võidakse lisapotentsiaaliühtlustusele esitada lisanõudeid (vt. osa 7).

### 413.1.3 TN-süsteemid

413.1.3.1 TN-süsteemis tuleb kõik pingealtid juhtivad osad ühendada jaotussüsteemi maandatud punktiga kaitsejuhtide kaudu, mis maandatakse iga trafo või generaatori juures või nende läheduses.

Jaotussüsteemi vahetult maandatud punktiks on üldiselt süsteemi *neutraalpunkt*. Kui seda ei ole või kui seda ei saa kasutada, tuleb süsteemi toiteallika juures maandada üks faasijuhtidest. Seejuures ei tohi faasijuht mingil juhul toimida PEN-juhina (vt. 413.1.3.2).

*Märkus 1.* Kui on olemas tõhusaid ühendusi maaga, tuleb soovitada, et kaitsejuhid ühendataks võimalust mööda selliste punktidega. Samuti tuleks soovitada võimalikult ühtlase jaotusega lisamaanduspunkte (kordusmaandusi), et kaitsejuhi potentsiaal jääks rikke puhul võimalikult lähedaseks maa potentsiaalile. Suurtes, eriti aga kõrgetes ehitistes, kus kaitsejuhi kordusmaandamine ei ole võimalik, tuleb soovitada kaitsejuhi ja kõrvaliste juhtivate osade vahelist potentsiaaliühtlustust, mis annab sama tulemuse.

*Märkus 2.* Samal põhjusel soovitatakse kaitsejuhid maandada seal, kus nad sisenevad ehitisse või kinnistusse.

413.1.3.2 Kohtkindlates paigaldistes võib üks ja sama juht (*PEN-juht*) toimida nii kaitse- kui ka neutraaljuhina, kui paragrahvi 546.2 nõuded on täidetud.

413.1.3.3 Jaotussüsteemi kaitseseadmete omadused (vt. alapunkt 413.1.3.8) ja ahela takistus tuleb valida selliselt, et toite väljalülitumine toimuks selleks lubatava aja jooksul. Nõue kehtib väikesetakistusliku (metallilise) lühise korral faasi- ja kaitsejuhi vahel või faasijuhi ja pingealti juhtiva osa vahel ahela mistahes punktis. Selleks peab olema täidetud nõue

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

$Z_s$  rikkesilmuse takistus, mis koosneb toiteallika takistusest ning faasi- ja kaitsejuhi takistusest toiteallikast rikkekohani

$I_a$  vool, mille puhul kaitseaparaat tabelis 41 A lubatava, ahela nimipingest sõltuva aja või, kui on tegu alapunktis 413.1.3.5 nimetatud paigaldiseosadega, hiljemalt 5 s jooksul kindlalt rakendub

$U_0$  nimipinge maa suhtes

Tabel 41 A.

TN-süsteemi enimalt lubatud väljalülitumisajad

Nimipinge* $U_0$ V	Väljalülitumisaeg s
120	0,8
230	0,4
277	0,4
400	0,2
>400	0,1

\* IEC 38 (IEC standard voltages) järgi

*Märkus 1.* Nimipingete korral, mis erinevad tabelis toodutest standardis IEC 38 esitatud tolerantside võrra, kasutatakse sama lubatavat väljalülitumisaega nagu tabeli-nimipingete korral (nt. kasutatakse pingetel 220/380 ja 240/420 V sama aega nagu pingel 230/400 V).

*EE märkus.* Pingetel 230 ja 400 V on ülalnimetatud tolerantsid  $\pm 10\%$  nimipingest ehk absoluutväärtusena 207 ... 253 ja 360 ... 440 V.

*Märkus 2.* Vahepealsete nimipingete korral võetakse lubatav väljalülitumisaeg nagu lähima kõrgema nimipingete korral.

**413.1.3.4** Eriti olulised on tabeli 41 A piirangud väljalülitusajale alapunkti 413.1.1.1 nõuete täitmiseks tarviliinide korral, mis toidavad otse või pistikupesa kaudu käeshoitavat või käidu ajal teiseldatavat I klassi seadet.

**413.1.3.5** Pea- ja rühmatoiteliinide korral ei tohi väljalülitumisaeg olla üle 5 s.

Tarviliini väljalülitumisaeg võib olla üle tabelis 41 A esitatud väärtuse, kuid mitte üle 5 s, kui liin toidab üksnes kohtkindlaid seadmeid. Kui mingi peatoiteliini või jaotuskeskuse kaudu toidetakse tarviliini, mis eeldab tabelile 41 A vastavat väljalülitumisaega, peab olema täidetud vähemalt üks järgmistest nõuetest:

a) kaitsejuhi takistus jaotuskeskuse ja selle punkti vahel, milles kaitsejuht on ühendatud peapotentsiaaliühendusüsteemiga, ei ole suurem kui

$$Z_s \times 50 / U_0 \quad \Omega;$$

b) jaotuskeskuses on kasutusel potentsiaaliühendus, mis haarab samasuguseid juhtivaid osi nagu peapotentsiaaliühendus ning rahuldab viimasele alapunktis 413.1.2.1 esitatud nõudeid.

*Märkus.* Vt. ka alapunkti 413.1.3.9 märkus.

**413.1.3.6** Kui alapunktide 413.1.3.3, 413.1.3.4 ja 413.1.3.5 nõudeid ei saa täita liigvoolukaitse kasutamise, tuleb kohaldada alapunktile 413.1.2.2 vastavat lisapotentsiaaliühendust või kasutada rikkevoolukaitset.

**413.1.3.7** Paigaldistes, milles võib tekkida faasijuhi maaühendus (nt. õhuliinides), ei tohi kaitsejuhtide ja nendega ühendatud pingeldiste juhtivate osade pingete maa või maaga ühendatud kõrvaliste juhtivate osade suhtes ületada maaühenduse korral 50 V; seega peab olema täidetud tingimus

$$\frac{R_B}{R_E} \leq \frac{50}{U_0 - 50}$$

$R_B$  kõigi maanduselektroodide resulteeruv ühine maandustakistus

$R_E$  kaitsejuhiga ühendamata, võimalikku maaühendusahelasse kuuluvate kõrvaliste juhtivate osade vähim oletatav maandustakistus maaühenduskohas

$U_0$  nimipingete maa suhtes V

**413.1.3.8** TN-süsteemis võib kasutada järgmisi kaitsemeetmeid:

- liigvoolukaitset (sulavkaitsmeid või kaitseühiliteid),
- rikkevoolukaitseühiliteid.

Seejuures ei tohi aga rikkevoolukaitset kasutada TN-C-süsteemis; kui seda kasutatakse TN-C-S-süsteemis, ei tohi PEN-juhti olla rikkevoolukaitseülilist väljuvas (koormusepoolses) ahelas, s.t. neutraal- ja kaitsejuhi ühendamine PEN-juhiks tuleb ette näha enne kaitseülilist (toitepoolses ahelas).

**413.1.3.9** Kui rikkevoolukaitseülilist kasutatakse toite automaatselt väljalülitamiseks ahelas, mis on väljaspool peapotentsiaaliühendustuse mõjupiirkonda, ei ole pingelasteid osi vaja lülitada TN-süsteemi. Kaitsejuhid tuleb ühendada maanduselektroodiga, mille takistus on küllalt väike rikkevoolukaitseülilisti rakendamiseks. Selliselt kaitstud ahelat loetakse TT-süsteemiks ja temale kohaldatakse p. 413.1.4 nõudeid.

*Märkus.* Väljaspool peapotentsiaaliühendustuse mõjupiirkonda võib kasutada ka järgmisi kaitseviise:

- toidet kaitseeraldustafost,
- kaitseisolatsiooni (vt. 413.2).

#### 413.1.4 TT-süsteemid

**413.1.4.1** Kõik pingelasteid juhtivad osad, millel on ühine liigvoolu- vm. kaitseseade, tuleb ühendada kaitsejuhi kaudu ühise maanduselektroodiga. Mitme jadamisi paikneva kaitseseadme (*mitmeastmelise kaitse*) korral käib see nõue iga kaitseseadme poolt kaitstavate pingelasteid juhtivate osade kohta eraldi.

Neutraalpunkt, selle puudumisel aga üks trafo või generaatori faasijuhtidest, tuleb maandada.

**413.1.4.2** Puutepinge piiramiseks peab olema täidetud nõue

$$R_A \times I_a \leq 50$$

$R_A$  pingelasteid juhtivate osade kaitsejuhi ja nende maanduselektroodi takistuste summa  $\Omega$

$I_a$  kaitseseadme kindla väljalülitumise vool A

Kui kasutatakse rikkevoolukaitseülilist, tuleb voolu  $I_a$  all mõelda selle lüliti rakendamisvoolu.

Selektiivsuse tagamiseks võib üldtüüpi rikkevoolukaitseülilistega jadamisi kasutada *S-tüüpi* (pikema rakendamisajaga) rikkevoolukaitseülilisteid (vt. IEC 1008-1 *Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCB's) / Part 1: General rules* ja IEC 1009-1 *Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBO's) / Part 1: General rules*). Et saavutada selektiivsust S-tüüpi rikkevoolukaitseüliliste suhtes, võib peatoiteliimide väljalülitusaeg olla kuni 1 s.

Kui kaitseseadmeks on liigvoolukaitse, võib kasutada kaht järgmist varianti:

- kaitseseadet, mille rakendamisaja on pöördvõrdeline vooluga; sel juhul mõeldakse  $I_a$  all voolu, mille puhul väljalülitumine toimub kindlalt 5 s jooksul;
- hetktoimelist kaitseseadet; sel juhul on  $I_a$  vähim vool, mille korral hetkväljalülitumine on kindel.

*EE märkus.* S-tüüpi kaitseülilisteil (S sõnast *selective*) on rakendusaeg suurem kui hetktoimelistel kaitseülilistel ja võib mõnel lülititüübil olla mingil määral reguleeritav.

**413.1.4.3** Kui alapunkti 413.1.4.2 nõuet ei saa täita, tuleb kasutada punktile 413.1.6 vastavat lisapotentsiaaliühthlustust.

**413.1.4.4** TT-süsteemis võib kasutada järgmisi kaitseseadmeid:

- rikkevoolukaitselüliteid,
- liigvoolukaitses.

*Märkus 1.* Liigvoolukaitses saab TT-süsteemi kaudpuute- (puutepinge-) kaitsena kasutada ainult väga väikese takistuse  $R_A$  (vt. 413.1.4.2) korral.

*Märkus 2.* Rikkepingekaitses võidakse kasutada erijuhtumel, mil eelnimetatud kaitsesid kasutada ei saa.

#### **413.1.5 IT-süsteemid**

**413.1.5.1** IT-süsteemis peavad paigaldise pingestatud osad olema maast isoleeritud või ühendatud maaga üle küllalt suure takistuse. Selline ühendus võidakse ette näha süsteemi loomulikus või tehisneutraalpunktis; viimane võib olla ühendatud ka otse maaga, kui summaarne nulljärgnevustakistus on küllalt suur. Kui neutraalpunkti ei ole, võidakse takistuse kaudu maaga ühendada üks faasijuhtidest:

Üksikrikke korral on pingeahtisse juhtivasse osasse või maasse kulgev vool väike ja kui 413.1.5.3 nõuded on täidetud, ei ole toite automaatne väljalülitamine vajalik. Kahe rikke üheaegse tekke võimalusel tuleb aga kasutada meetmeid elektrilöögiohu vältimiseks.

**413.1.5.2** Paigaldise ükski pingestatud osa ei tohi olla otseses ühenduses maaga.

*Märkus.* Kui liigpingete või pingekõikumiste vähendamiseks tuleb kasutada maandamist üle takisti või tehisneutraalpunkti, ei tohi see võtte olla vastuolus paigaldise puutepingekaitses nõuetega.

**413.1.5.3** Pingeahtid juhtivad osad tuleb maandada kas omaette, rühmiti või ühtse kogumina. Seejuures peab olema täidetud tingimus

$$R_A \times I_d \leq 50$$

$R_A$  pingeahtide juhtivate osade resulteeruv maandustakistus  $\Omega$

$I_d$  esimese rikke rikkevool A faasijuhi ja pingeahti juhtiva osa vahel rikkekoha takistust arvestamata. Voolus  $I_d$  on arvesse võetud seadmeistiku lekkevool ja resulteeruv maandustakistus.

*Märkus.* Suurtes, eriti aga kõrgetes ehitistes võib kaitsesjuhi otsene ühendamine maanduselektroodiga olla võimatu. Sel juhul võidakse pingeahtis osa maandada kaitsesjuhi, pingeahti osa ja kõrvaliste juhtivate osade potentsiaaliühthlustuse kaudu.

**413.1.5.4** Kui IT-süsteemi kasutatakse toite pidevuse tagamise eesmärgil, peab selles olema isolatsioonikontrolliseade, mis reageerib esimese rikke tekkimisele pingestatud osa ja pingeahti osa või maa vahel, rakendades tööle nähtava või kuuldava signaali või mõlemad.

Kui kasutatakse nii kuuldavat kui ka nähtavat signaali, võib ette näha kuuldava signaali väljalülitamise (*kviteerimise*), nähtav signaal peab aga säilima niisama kaua kui rike.

*Märkus.* Esimene rike soovitatakse kõrvaldada nii ruttu kui võimalik.

Tabel 41 B  
Enamalt lubatavad väljalühtumissajad IT-süsteemi teisel rikket

Lubatav väljalühtumissae s	Süsteemi	
	nimipinge $U_0/U$ V	puudumisel
5	120 ... 240	0,8
0,8	230/400	0,4
0,4	400/690	0,2
0,2	580/1000	0,1

*Märkus 1.* Nimipingete korral, mis erinevad tabelis toodutest standardis IEC 38 esitatud tolerantside võrra, kasutatakse sama lubatavat väljalühtumissaeaga nagu tabeli-nimipinge korral (nt kasutatakse pingetel 220/380 ja 240/420 V sama aega nagu pingel 230/400 V).

*Märkus 2.* Vahepealsete nimipingete korral võetakse lubatav väljalühtumissae nagu lähima kõrgema tabelis esitatud nimipinge korral.

413.1.5.7 IT-süsteemis võib lisaks sulavkaitsetel või kaitselühtitel põhinevale liigvoolukaitsesele kasutada

- isolatsiooni kontrolliseadet,
- rikkedvoolukaitselühtit.

413.1.5.5 Kui lisaks esimesele rikketele tekib teine, oleneb toite

automaatsel väljalühtumise viis sellest, kas pingetud juhtivad osad on ükssteisega kaitsesjuhi kaudu ühendatud (s. t. maandatud ühtise kogumina) või on nad maandatud omaette või rühmiti.

Kui pingetatud juhtivad osad on maandatud rühmiti või omaette, tuleb väljalühtumissviis valida nagu TT-süsteemi korral (vt 413.1.4). Alapunkti 413.1.4.1 teist lõiku seejuures ei kohaldata.

Kui pingetatud juhtivad osad maandatakse ühtise kogumina, tuleb väljalühtumissviis valida nagu TN-süsteemi korral (vt 413.1.5.6).

413.1.5.6 Neutraaljuhi puudumisel peab rikketilumise takistus vastama nõudele

$$Z_s \leq \sqrt{3} U_0 \frac{2I_a}{Z_s} \leq \frac{2I_a}{U_0}$$

neutraaljuhi olemasolul aga nõudele

$Z_s$  rikketilumise faasi- ja kaitsesjuhiiga määratud takistus  $Z_2$

$Z_s'$  rikketilumise neutraal- ja kaitsesjuhiiga määratud takistus  $Z_2$

$U_0$  nimipinge maa suhtes V

$I_a$  vool, mille puhul väljalühtumine toimub tabelis 41 B esitatud aja jooksul või, kui see on lubatud, 5 s jooksul (vt. p. 413.1.3.5), A

**413.1.6 Lisapotentsiaaliühtlustus**

**413.1.6.1** Lisapotentsiaaliühtlustusega tuleb haarata kohtkindlate elektriseadmete kõik üheaegselt puudutatavad pingeal-  
tid ja kõrvalised juhtivad osad. Kui saab, tuleb sellega  
ühendada ka ehitise raudbetoonarindite armatuur.  
Potentsiaaliühtlustussüsteem tuleb ühendada kogu  
seadmestiku (sh. pistikupesade) kaitsejuhisüsteemiga.

**413.1.6.2** Kui lisapotentsiaaliühtlustuse tõhusus võib tekitada  
kahtlusi, peab üheaegselt puudutatavate pingealdiste ja  
kõrvaliste juhtivate osade vaheline takistus vastama  
nõudele

$$R \leq 50 / I_a \quad \Omega$$

$I_a$  kaitseadme rakendusvool A (rikkevoolu-  
kaitselüliti puhul nimirakendusvool, liigvoolu-  
kaitsel rakendusajale 5 s vastav vool)


**413.2 Kaitseisolatsioonil põhinev kaitse**

*Kaitseisolatsioon peab takistama ohiliku pinge teket  
elektriseadme puutevõimalikel osadel põhiisolatsiooni  
rikke korral.*


**413.2.1** Kaitse tuleb realiseerida alapunktides **413.2.1.1**,  
**413.2.1.2** või **413.2.1.3** esitatud viisidel.

**413.2.1.1** Järgmiste standardkohaselt valmistatud, tähistatud ja  
tüüpkatsetatud *elektriseadmete* kasutamine:


- kahekordse või tugevdatud isolatsiooniga (II klassi)  
elektriseadmed,
- täisoleeritud tehasetootelised lülituskilbid, -kapid  
jms. (vt. nt. IEC 439-1, Low-voltage switchgear  
and controlgear assemblies / Type-tested and  
partially type-tested assemblies).

Nimetatud seadmed peavad olema varustatud  
kaitseisolatsiooni tähisega .

**413.2.1.2** *Lisaisolatsiooni* kasutamine; selline isolatsioon  
asetatakse kohale seadme paigaldamise ajal lisaks  
põhiisolatsioonile selliselt, et ta tagaks alapunktile  
**413.2.1.1** vastava kaitse. Peale selle peab  
lisaisolatsioon täitma punktide **413.2.2** ... **413.2.6**  
nõudeid.

*Märkus.* Lisaisolatsiooniga seadmete kestade välis- või  
sisepinnale, nähtavale kohale tuleb paigutada  
maanduskeelumärk .

**413.2.1.3** *Tugevdatud isolatsiooni* kasutamine; selline isolat-  
sioon asetatakse seadme paigaldamise ajal *isoleeri-  
mata* pingestatud osadele selliselt, et ta tagaks  
alapunktile **413.2.1.1** vastava kaitse. Peale selle peab  
tugevdatud isolatsioon täitma punktide  
**413.2.2** ... **413.2.6** nõudeid. Selline isolatsioon on  
lubatud ainult sel juhul, kui ei saa kasutada  
kahekordset isolatsiooni.

*Märkus.* Tugevdatud isolatsiooniga seadme kesta  
välis- või sisepinnale, nähtavasse kohta tuleb paigutada  
maanduskeelumärk .

**413.2.2** Kui elektriseade on käiduvõlms, peavad tema kõik  
juhtivad osad, mis on pingestatud osadest isoleeritud  
üksnes põhiisolatsiooniga, paiknema isoleerkestas  
kaitseastmega vähemalt IP 2X.

**413.2.3** Punktis 413.2.2 nimetatud isoleerkest peab andma piisavat kaitset esineda võivate mehaaniliste, elektriliste ja soojuslike toimete eest.

Värv, lakk ega muud taolised pinnakatted neile nõuetele enamasti ei vasta. Võib aga kasutada selliste pinnakatetega tüüpkatsetatud kesti, kui see on vastavate standarditega lubatud ja kui pinnakatted on vastavate teimieeskirjade järgi teinitud.

*Märkus.* Nõutavad vahed mööda isolatsioon (pindvahed ehk roomamistekonnad) ja nõutavad õhuvahed vt. IEC 664 (Insulation coordination for equipment within low-voltage systems).

**413.2.4** Kui isoleerkest ei ole eraldi teinitud ja tema efektiivsus ei ole kindel, tuleb tema kontrollimiseks korraldada osas 6 kirjeldatud pingeteim.

**413.2.5** Läbi isoleerkesta ei tohi viia juhtivaid osi, mille kaudu potentsiaal võiks edasi kanduda. Isoleerkesta ei tohi olla selliseid isoleerkruvisid, mille asendamisel metallkruvidega kesta isolatsioonivõime halveneks.

*Märkus.* Kui läbi isoleerkesta läheb mehaaniline liide või jätkulüli (nt. siseosade ajam), peab see paiknema selliselt, et see ei halvendaks puutepingekaitset.

**413.2.6** Kui isoleerkesta uksi või luuke saab avada tööriista või võtmeta, peavad kõik juhtivad osad, mis uste või luukide avamisel muutuvad puutevõimalikeks, paiknema isoleerkatte taga. Isoleerkatte peab tagama vähemalt kaitseastme IP 2X ning takistama nimetatud osade juhuslikku puudutamist. Sellise isoleerkatte eemaldamine tohib olla võimalik üksnes tööriista abil.

**413.2.7** Isoleerkesta paiknevaid juhtivaid osi ei tohi ühendada kaitsejuhiga. Kui selle kaudu aga kulgevad mõne muu elektriseadmestikuga ühendamiseks mõeldud toiteahelad, mis sisaldavad kaitsejuhte, võib viimaseid omavahel kesta sees ühendada. Sellised kaitsejuhid ja nende klemmid peavad olema isoleeritud samasuguselt nagu pingestatud osad; klemmid peavad olema sobival viisil tähistatud.

Pingealteid juhtivaid osi ega nende kinniteid ei tohi ühendada kaitsejuhiga, kui see ei ole eraldi lubatud vastava seadme kohta käivates standardites.

**413.2.8** Elektriseadme kaitsekest ei tohi häirida elektriseadme talitlust.

**413.2.9** Alapunktis 413.2.1.1 nimetatud elektriseadmed tuleb paigaldada (kohale kinnitada, juhtmetega ühendada) selliselt, et seadmestiku kaitse seejuures ei nõrgeneks.

### **413.3 Kasutuspaiga isoleerimisel põhinev kaitse**

*Kasutuspaiga isoleerimine peab takistama selliste osade üheaegset puudutamist, mis põhiisolatsiooni riknemisel võivad omandada erisuguse potentsiaali. 0-klassi elektriseadmeid võib kasutada alljärgnevate punktide nõuete täitmisel.*

**413.3.1** Pingealtid juhtivad osad tuleb paigutada selliselt, et inimesed ei saaks üheaegselt puudutada

- kahte pingeldist juhtivat osa,
- pingeldist ja kõrvalist juhtivat osa,

kui neil osadel võib pingestatud osade põhiisolatsiooni rikke tagajärjel tekkida erisugune potentsiaal.

**413.3.2** Isoleerimise teel kaitstud kasutuspaigas ei tohi olla kaitsejuhte.

**413.3.3** Punkti 413.3.1 nõuded on rahuldatud, kui ruumi põrand ja seinad on isoleermaterjalist ning kui vähemalt üks järgmistest tingimustest on täidetud:

a) pingealtid juhtivad osad on paigutatud üksteisest ning kõrvalistest juhtivatest osadest piisavalt kaugemale; kaugus kahe osa vahel loetakse piisavaks, kui see on vähemalt 2 m; väljaspool puutekütündivust, võib seda vähendada vähendada 1,25 meetrini;

b) pingealdiste ja kõrvaliste juhtivate osade vahele on paigutatud tõhusad tõkked; tõkkeid loetakse piisavalt tõhusaiks, kui üle nende (*murdjooneliselt*) mõõdetav kaugus vastab punkti a nõuetele; tõkkeid ei tohi ühendada maaga ega pingealdiste juhtivate osadega; võimaluse korral peavad nad olema isoleermaterjalist;

c) kõrvalised juhtivad osad on isoleeritud; isolatsioon peab olema mehaaniliselt küllalt tugev ning ta peab taluma teimipinget vähemalt 2000 V; lekkevool ei tohi normaaltalitusel ületada 1 mA.

**413.3.4** Isoleerpõrandate ja -seinte takistus peab igas võimalikus mõõtepunktis vastavalt osa 6 mõõtemeetoditele olema vähemalt

- 50 k $\Omega$  , kui paigaldise nimipinge ei ole üle 500 V,
- 100 k $\Omega$  , kui paigaldise nimipinge on üle 500 V.

*Märkus.* Kui takistus on kasvõi ühes punktis nõutavast väiksem, tuleb põrand ja seinad lugeda puutepingekaitse seisukohast *kõrvalisteks juhtivateks osadeks*.

**413.3.5** Kõik kasutuspaiga isoleerimisvõtted peavad olema püsivad ja neid ei tohi saada teha ebatõhusaks. Nad peavad tagama piisava kaitse ka teiseldatavate elektriseadmete kasutamisel.

*Märkus 1.* Kui elektripaigaldise järelevalve ei ole küllaldane, tuleb pöörata tähelepanu ohule, et sellesse võidakse hiljem lisada muid juhtivaid osi (nt. teiseldatavaid I klassi elektriseadmeid või kõrvalisi juhtivaid osi nagu nt. metall-veetorusid). Selle tagajärjel võib punkti 413.3.5 nõue osutada mittetäidetuks.

*Märkus 2.* Tuleb tagada, et niiskus ei saaks mõjutada põranda ega seinte isolatsiooni.

**413.3.6** Vastavate võtetega tuleb tagada, et kõrvaline juhtiv osa ei saaks edastada potentsiaali väljapoole isoleeritud kasutuspaika.

**413.4** **Kaitse kohaliku maast eraldatud potentsiaali-ühtlustuse abil**

*Kohalik maast eraldatud potentsiaaliühtlustus peab takistama ohtliku puutepinge tekkimist.*

**413.4.1** Kõik üheaegselt puudutatavad pingealtid ja kõrvalised juhtivad osad tuleb omavahel potentsiaaliühtlustusjuhi abil ühendada.

**413.4.2** Kohalik maast eraldatud potentsiaaliühtlustussüsteem ei tohi ei otse, pingealdiste ega kõrvaliste juhtivate osade kaudu olla ühendatud maaga.

*Märkus.* Kui seda nõuet ei saa täita, tuleb kasutada toite automaatset väljalülitamist (vt. 413.1).



**413.4.3** Vastavate meetmetega tuleb tagada, et potentsiaali-ühtlustusega kaitstud ruumi sisenevale inimesele ei rakenduks ohtlik potentsiaalierinevus. Eriti käib see juhtumi kohta, mil juhtiv, maast isoleeritud põrand on ühendatud maast eraldatud potentsiaaliühtlustussüsteemiga.

**413.5 Kaitse elektrilise eralduse abil**

*Üksikvooluahela elektrilise eraldamise eesmärk seisneb elektrilöögi takistamises pingealdiste juhtivate osade puudutamisel, mis vooluahela põhiisolatsiooni rikke korral võivad sattuda pinge alla.*

**413.5.1** Kaitse elektrilise eralduse abil (*kaitseeraldus*) on saavutatud, kui on rahuldatud kõik alapunktide **413.5.1.1...413.5.1.5** nõuded ning, lisaks neile,

- ühe toidetava elektriseadme korral p. **413.5.2** nõue,
- mitme toidetava elektriseadme korral p. **413.5.3** nõue.

*Märkus.* Peetakse soovitavaks, et vooluahela nimipinge ja juhistik pikkuse korrutis selles süsteemis ei oleks üle 100 000 Vm ja et juhistik ei oleks pikem kui 500 m.

**413.5.1.1** Kaitstavat vooluahelat tuleb toita kaitseeraldust tagavast toiteallikast, milleks võib olla

- kaitseeraldustrafo,
- toiteallikas, mis tagab kaitseeraldustrafoga samaväärse kaitse; siia kuulub nt. mootorgeneraator, mille mähised on üksteisest kaitseisoleeritud.

*Märkus.* Isolatsioon loetakse piisavalt töökindlaks, kui toiteallikas talub standardikohast teimpinget.

Teisaldatavad toiteallikad, mis on ühendatud võrgu mingi toitesüsteemiga, tuleb valida ja paigaldada vastavalt § **413.2** nõuetele.

Kohtkindlad toiteallikad peavad vastama ühele kahest järgmisest nõudest:

- nad peavad olema valitud ja paigaldatud vastavalt § **413.2** nõuetele;
- nende sekundaarahel peab olema eraldatud primaarahelast ja kestast isolatsiooni abil, mis rahuldab § **413.2** nõudeid. Kui selline allikas toidab mitut elektriseadet, ei tohi viimaste pingealteid juhtivaid osi ühendada toiteallika metallkestaga.

**413.5.1.2** Kaitseeraldatud vooluahela pinge ei tohi olla suurem kui 500 V.

**413.5.1.3** Kaitseeraldatud vooluahela pingestatud osi ei tohi ühendada ühegi teise vooluahela mingisuguse punktiga ega maaga.

Maaühendusohu vältimiseks tuleb pöörata erilist tähelepanu kaitseeraldatud vooluahela pingestatud osade, eriti aga paindkaablite ja -juhtmete isolatsioonile.

Kaitseeraldatud ahela kaitseisolatsioon peab olema vähemalt sama hea nagu kaitseeraldustrafo primaar- ja sekundaarahela vahel.

*Märkus.* Kaitseeraldus on eriti vajalik elektriseadmete (releede, kontaktorite, abilülite jms.) ja mis tahes muu vooluahela pingestatud osade vahel.

**413.5.1.4** Paindkaablid ja -juhtmed peavad olema mehaaniliselt kahjustuda võivas osas üleni nähtavad. Kaablite ja juhtmete nõutavate tüüpide loetelu on väljatöötamisel.

**413.5.1.5** Kaitseeraldatud vooluahelad on soovitatav paigaldada teistest ahelatest eraldi. Kui koospaigaldust vältida ei saa, tuleb kasutada kas metallmantlita mitmesoonelisi kaableid või isoleerkarbikus, -torus või -ümbrises paiknevaid isoleerjuhtmeid. Peale selle peab juhtmete nimipinge vastama suurimale esinevale pingele ja iga vooluahel peab olema varustatud liigvoolukaitsega.

**413.5.2** Ühe üksikelektriseadme toitmisel ei tohi elektriliselt eraldatud vooluahela pingelasteid juhtivaid osi ühendada kaitsejuhiga ega muude vooluahelate pingelaste juhtivate osadega.

*Märkus.* Kui kaitseeraldatud vooluahela pingelaste osad võivad juhuslikult või tahtliku tegevuse tagajärjel sattuda kokkupuutesse muude ahelate pingelaste osadega, ei sõltu kaitse elektrilöögi eest enam üksnes kaitseeraldatud ahela, vaid ka muude ahelate kaitseviisidest.

**413.5.3** Kui kaitseeraldatud vooluahel on asjakohaste võtete abil piisavalt kaitstud kahjustuste ja isolatsioonirikete eest, võib alapunkti 413.5.1.1 nõuetele vastavat pingelastikat kasutada mitme elektriseadme toitmiseks tingimusel, et kõik alapunktide 413.5.3.1...413.5.3.4 nõuded on seejuures täidetud.

**413.5.3.1** Kaitseeraldatud vooluahela pingelaste juhtivad osad tuleb omavahel ühendada maast eraldatud isoleerpotentsiaaliühendusjuhtidega. Neid juhte ei tohi ühendada muude vooluahelate kaitsejuhtidega, pingelaste ega mingite muude juhtivate osadega.

*Märkus.* Vt. p. 413.5.2 märkus.

**413.5.3.2** Kõik pistikupesad peavad olema varustatud kaitsekontaktidega, mis peavad olema ühendatud alapunktile 413.5.3.1 vastava potentsiaaliühendus-süsteemiga.

**413.5.3.3** Kõik paindkaablid, välja arvatud II klassi elektriseadmete toitekaablid, peavad sisaldama kaitseosont, mida kasutatakse potentsiaaliühendusjuhina.

**413.5.3.4** Kahe rikke korral, mil kaks pingelast juhtivat osa võivad sattuda ühendusse eri faasi- või poolusejuhtidega, tuleb tagada, et kaitseade rakenduks hiljemalt tabelis 41 A esitatud aja jooksul.

## 42 KAITSE KUUMUSTOIME EEST

### 421 ÜLDIST

Inimesed, koduloomad, kohtkindlad seadmed ja sellised kohtkindlad esemed, mis asuvad elektriseadmete läheduses, peavad olema kaitstud elektriseadmete kuumenemisest ja soojuskiirgusest tuleneva kahjustusohu eest. Elektriseadmed ei tohi

- põletada ega süüdata aineid ega halvendada nende omadusi,
- põhjustada põletusohtu,
- takistada varem paigaldatud elektriseadmete turvalist talitlust.

*Märkus.* Liigvoolukaitse vt. ptk. 43.

## 422 KAITSE TULEOHU EEST

422.1 Elektriseade ei tohi põhjustada oma ümbruses tulekahjuohtu.

Peale käesoleva eeskirja tuleb arvestada valmistaja paigaldusjuhiseid.

422.2 Kohtkindlalt paigaldatud elektriseade, mille pinnatemperatuur võib põhjustada seadme läheduses olevate esemete või materjalide süttimisohtu, peab vastama ühele kolmest järgmisest nõudest:

- seade peab paiknema alusel või piirdes, mille materjal talub nimetatud temperatuuri ning on väikese soojusjuhtivusega;
- seade peab olema ehitustarinditest eraldatud sellise materjaliga, mis talub nimetatud temperatuuri ning on väikese soojusjuhtivusega;
- seade peab paiknema selliselt, et soojus võib vabaneda ohutul kaugusel niisugusest aineist, mis võiks nimetatud temperatuuril kahjustuda. Võimalikud tugitarindid peavad olema väikese soojusjuhtivusega.

422.3 Kui kohtkindlalt paigaldatud elektriseade võib oma normaaltalitusel põhjustada elektrikaart või sädemeid, tuleb kasutada üht järgmisest kolmest võttest:

- seadet täielikult ümbritsev elektrikaarekindel kest;
- elektrikaarekindla ainega eraldamine nendest ehitustarindeist, mida kaar või sädemed võiksid kahjustada;
- selline paigaldus, mille korral elektrikaar ja sädemed kustuvad ohutul kaugusel ehitustarindeist, mida nad võiksid kahjustada.

Selliseks kaitseks kasutatav elektrikaarekindel materjal peab olema mittepõlev või väikese soojusjuhtivusega ning piisavalt paks, et vastu pidada mehaanilistele toimetele.

*Märkus.* Elektrikaarekindlaks võib lugeda nt. 20 mm paksust silikaatkiudplaati. Plekk- ega asbestalus ei võimalda enamasti saavutada piisavat elektrikaarekindlust.

422.4 Kohtkindlalt paigaldatud elektriseadmed, mis põhjustavad kohalikku ülekuumenemist (nt. soojuse äraviigu tõkestatuse tõttu) või soojuse kontsentratsiooni (nt. seadmete tiheda paigutuse tõttu), peavad olema paigutatud piisavalt kaugemale kohtkindlaist esemest ja ehitustarindeist, et need elektriseadme normaaltalitusel ei satuks ohtliku temperatuuri toime alla.

**422.5** Kui ehitises paiknev elektriseade sisaldab *olulisel määral* põlevvedelikku, tuleb takistada põleva vedeliku ja põlemissaaduste (leekide, suitsu, mürgiste gaaside) pääsu ehitise muudesse osadesse.

*Märkus 1.* Võidakse kasutada nt.

- valgumissüvendit, mis kogub väljavalguvat vedelikku ja tagab selle kustumise tulekahju korral;
- elektriseadme paigutamist piisavalt tulekindlasse ruumi, mis on varustatud küllalt kõrgete lävedega ja mille ventilatsioonivad avanevad ainult välja.

*Märkus 2.* *Olulise määra* alamrajaks loetakse enamasti 25 l.

*Märkus 3.* Väiksema määra korral piisab võtetest, mis takistavad vedeliku väljavalgumist.

*Märkus 4.* Tulekahju korral on otstarbekohane lülitada tulest ohustatud seadmestik pingetuks.

**422.6** Paigaldamise ajal kohaleasetatava kesta materjal peab taluma kõrgeimat elektriseadme poolt põhjustatavat temperatuuri.

Kui ei ole kasutatud süttimist vältivaid meetmeid, ei tohi kesta materjal olla põlev. Süttimist vältivateks minimaalmeetmeks võib olla kesta katmine mitte-põleva või vähemalt raskesti süttiva, väikese soojusjuhtivusega materjaliga.

## KAITSE PÕLETUSTE EEST

Puuteküündivuses olevate elektriseadmeosade temperatuur ei tohi saavutada väärtust, mis võiks põhjustada inimeste põletushaavu. Enimalt lubatavad temperatuurid on esitatud tabelis 42 A. Paigaldise kõik osad, mille temperatuur normaaltalitusel kasvõi lühiajaliselt võib ületada tabelis 42 A toodud väärtusi, peavad olema kaitstud juhusliku puudutamise eest.

Tabelit 42 A ei kohaldata seadmetele, mille puutevõimalike pindade lubatav temperatuur on esitatud nende kohta käivates standardites.

*EE märkus.* Koduloomade kaitse vt. jaotis 705.

Tabel 42 A.

Elektriseadmete puuteküündivuses olevate juurdepääsetavate osade enimalt lubatavad temperatuurid normaaltalitusel

Juurdepääsetava osa		Enimalt lubatav temperatuur °C
kasutusviis	materjal	
Talitluse ajal käeshoitav	Metall	55
	Muu	65
Talitluse ajal puudutamist vajav, kuid mitte käeshoitav	Metall	70
	Muu	80
Normaaltalitluse ajal puudutamist mittevajav	Metall	80
	Muu	90

- 424 KAITSE LIIGKUUMENEMISE EEST**
- 424.1 Elektrilised kuumaõhupuhurid**
- 424.1.1** Elektriliste kuumaõhupuhurite ehitus peab olema selline, et nende küttekehi (välja arvatud kesk-küttesüsteemi salvestusküttekehad) ei saaks lülitada töösse enne õhu vajaliku läbivoolu saavutamist. Kui õhu läbivool katkeb, peavad küttekehad lülituma automaatselt välja. Peale selle peab neis olema kaks teineteisest sõltumatut temperatuuripiiramiseseadist (nt. temperatuuriregulaatorit) ja sõltumatu temperatuurikaitsepiirik, mis väldivad õhu liigkuumenemist õhukanalites.
- 424.1.2** Küttekehade tugitarandid, kere ja kest peavad olema põlematust materjalist.
- 424.2 Kuuma vett või auru tootvad seadmed**
- Kõigi kuuma vett või auru tootvate seadmete ehitus ja paigaldusviis peavad kõigis käiduoludes välistama liigkuumenemise. Kui seade tervikuna ei vasta tema kohta käiva standardi nõuetele, tuleb kaitse teostada mitteisetagastuva kaitseesadmega, mis rakendub sõltumatult temperatuuriregulaatorist.
- Et vältida vee rõhu lubamatut tõusu, tuleb seadmes ette näha vaba äravooluava; kui vaba äravoolu ei ole, tuleb seadmes kasutada veerõhupiiramiseseadist.

- 43 LIIGVOOLUKAITSE**
- 431 ÜLDIST**
- 431.1** Pingestatud juhte tuleb kaitsta liigkoormuse (433) ja lühise (434) eest ühe või mitme automaatselt väljalülitava kaitseesadmega. Erandiks on juhtumid, mil liigvool on jaotise 436 kohaselt piiratud või mil liigvoolu-kaitset ei saa kasutada. Liigkoormus- ja lühisekaitse tulevad jaotise 435 nõuete kohaselt omavahel sobitada.
- Märkus 1.* Pingestatud juhte, mis on jaotise 433 kohaselt kaitstud liigkoormuse eest, loetakse kaitstuks ka muude rikete eest, mille puhul tekkiv liigvool on samas suurusjärgus liigkoormusvooluga.
- Märkus 2.* Kohaldamise kohta vt. jaotis 473.
- Märkus 3.* Käesoleva peatüki sätteid käivad ka kohtkindlalt paigaldatud paindkaablite kohta. Paindkaablid, mis on kohtkindla paigaldisega ühendatud pistikühenduse kaudu, võivad olla liigkoormuse eest kaitsmata.

**432 KAITSESEADMETE ÜLDOMADUSED**

Kaitseeadmed peavad oma üldomadustelt vastama paragrahvide 432.1...432.3 nõuetele.

**432.1 Kaitseeadmed, mis kaitsevad nii liigkoormus- kui ka lühisvoolude eest**

Need kaitseeadmed peavad olema võimelised välja lülitama oma paigalduskohas tekkida võivat liigvoolu, sealhulgas lühisvoolu. Nad peavad vastama jaotise 433 ja punkti 434.3.1 nõuetele.

Sellisteks kaitseeadmeteks võivad olla

- liigkoormusvabastiga varustatud kaitseülilidid,
- kontaktorkaitseüliliti koos sulavkaitsmetega vm. taoline liigkoormuskaitse,
- liini kaitseks mõeldud sulavkaitsmed (*gG-tüüpi* kaitsmed).

*Märkus 1.* Kui kaitseeadme lahusvõime ei vasta tema paigalduskohas tekkida võivale lühisvoolule, tuleb järgida p. 434.3.1 nõudeid.

*Märkus 2.* Kaitseeadmed peavad vastama rahvusvaheliste standardite IEC 269 (Low-voltage fuses), IEC 898 (Circuit breakers for overcurrent protection for household and similar use) ja IEC 947 (Low-voltage switchgear and controlgear) või nende alusel koostatud Euroopa standardite (EN) nõuetele.

*EE märkus.* Kuni nende standardite kehtestamiseni Eestis võib kasutada seadmeid, mis vastavad teistele Eestis kehtivatele standarditele.

**432.2 Liigvoolukaitse, mis kaitseb ainult liigkoormusvoolu eest**

Üksnes liigkoormuse eest kaitsva kaitseeadme rakendusaeg on tavaliselt pöördvõrdeline vooluga ja tema lahusvõime võib olla väiksem kui kaitse paigalduskohas tekkida võiv lühisvool. Kaitse peab vastama jaotise 433 nõuetele.

**432.3 Liigvoolukaitse, mis kaitseb ainult lühisvoolu eest**

Üksnes lühisvoolukaitsena toimivat kaitseeadmet võib kasutada juhtumel, mil liigkoormuskaitse on realiseeritud muul viisil või mil liigkoormuskaitset jaotise 473 järgi ei vajata. Selline kaitse peab olema võimeline välja lülitama suurimat tema paigalduskohas tekkida võivat lühisvoolu ning ta peab vastama jaotise 434 nõuetele.

Selliseks kaitseks võivad olla

- lühisvooluvabastiga kaitseüliliti,
- sulavkaitsmed.

**432.4 Rööbiti ühendatud juhtide kaitse**

Rööbiti ühendatud juhtide kaitseviisid liigkoormus- ja lühisvoolude eest on esitatud peatükis 47.

**433 LIIGKOORMUSKAITSE****433.1 Üldist**

Iga vooluahel tuleb varustada *liigkoormuskaitsega*, mis katkestab liigkoormusvoolu enne kui temperatuuri tõus jõuab kahjustada juhtide isolatsiooni, liiteid, klemme või ümbrust.

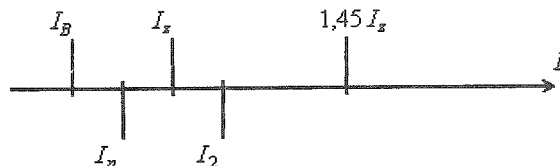
**433.2 Juhtide ja kaitseseadmete kokkusobitamine**

Juhi kaitseseade peab rahuldama järgmisi tingimusi:

- 1)  $I_B \leq I_n \leq I_z$
- 2)  $I_2 \leq 1,45 I_z$

$I_B$  vooluahela arvutuslik vool  
 $I_z$  juhi kestvalt lubatav koormus (vt. jaotis 523)  
 $I_n$  kaitseseadme nimi- või (reguleeritava sätte korral) sättevool  
 $I_2$  kaitseseadme tingrakendusvool (vool, mis tagab kaitseseadme kindla rakendumise etteantud aja jooksul; vt. osa 2, termin 2.5.9)

*Märkus.* Võrratused 1 ja 2 võib piltlikult esitada kujul



Paragrahvi 433.2 nõuete täitmine ei taga kindlat kaitset kauakestva, kuid voolust  $I_2$  väiksema liigkoormusvoolu korral. Seetõttu soovitatakse kaitstav elektriabel projekteerida selliselt, et väikesed, kuid kauakestvad liigkoormused esineksid harva.

**434 LÜHISEKAITSE****434.1 Üldist**

Iga vooluahel tuleb varustada *lühisekaitsega*, mis katkestab ahela lühisvoolu enne, kui see saab juhtidele ja nende liidetele soojuslikult ja mehaaniliselt ohtlikuks.

*Märkus.* Selles jaotises käsitletakse ainult *ühesama vooluahela* juhtide vahelisi *metallilisi* lühiseid.

**434.2 Lühisvoolu määramine**

Arvutuslik lühisvool tuleb määrata paigaldise igas vajalikus punktis. Määramine võib toimuda nii arvutuse kui ka mõõtmise teel, kuid ka energiasüsteemist saadud andmete alusel.

**434.3 Lühisekaitseadme omadused**

Lühisekaitse peab rahuldama punktide 434.3.1 ja 434.3.2 nõudeid.

**434.3.1 Kaitseseadme lahutusvõime ei tohi olla väiksem kui tema paigalduskoha arvutuslik lühisvool.**

Lahutusvõime võib olla väiksem, kui kaitseseadme toitepoolel on teine, küllaldase lahutusvõimega kaitseseade. Mõlemad kaitseseadmed tuleb sel juhul omavahel selliselt sobitada, et koormusepoolne kaitseseade ega kaitstavad juhid soojuslikult ega mehaaniliselt ei kahjustuks.

*Märkus.* Mõlema kaitseseadme sobitamisel võib osutada vajalikuks arvestada valmistajatehase andmeid.

434.3.2 Mis tahes vooluahelas tuleb lühisvool katkestada hiljemalt hetkel, mil juhid metallilisel lühisel saavutaksid oma enimalt lubatava temperatuuri.

Lühistel, mille kestus ei ole üle 5 s, saab juhi enimalt lubatava temperatuuri saavutamiseks kuluvat aega (eeldades, et enne lühist oli juhi temperatuur võrdne normaaltalitusel enimalt lubatavaga) arvutada valemiga

$$t = (k \times s / I)^2$$

- $t$  lühise kestus s  
 $s$  juhi ristlõige mm<sup>2</sup>  
 $I$  lühisvoolu ruutkeskmise väärtus A  
 $k$  juhi tüübist olenev soojussalvestustegur A s<sup>1/2</sup> mm<sup>-2</sup>, mille väärtus võetakse alljärgnevast tabelist

Juhi isolatsioon* või tüüp	Alg- tem- pera- tuur °C	Lõpp- tem- pera- tuur °C	Tegur $k$ olenevalt juhi materjalist** A s <sup>1/2</sup> mm <sup>-2</sup>	
			Cu	Al
PVC ( $s \leq 300$ mm <sup>2</sup> )	70	160	115	76
EPR, XLPE	90	250	143	94
Butüülkautšuk	85	220	134	89
Puutevõimalikud paljasjuhtmed	70	160	115	
Mineraalisolatsioon ja paljaslatid	105	250	135	
Vaskjuhtide jooteliited			115	

- \* PVC - polüvinüülkloriid, EPR - eteenpropeen-  
kautšuk, XLPE - võrkstruktuuriga polüeteen  
 \*\* Cu - vask, Al - alumiinium

Märkus 1. Kui lühise kestus on väga väike (alla 0,1 s) ja kaitseseade on voolupiirav, tuleb arvesse ka lühisvoolu aperioidiline komponent, mistõttu korrutis  $(k s)^2$  peab olema suurem kui kaitseseadme valmistaja-tehase poolt antav lubatav korrutis  $I^2 t$ .

Märkus 2. Teguri  $k$  väärtused võivad eeltooduist erineda

- väikeste ristlõigete korral (nt. alla 16 mm<sup>2</sup>),
- lühisvoolu kestusel üle 5 s,
- juhtide teistsuguste liidete korral,
- paljasjuhtide korral.

Soojussalvestusvõimet iseloomustav tegur  $k$  on arvutatav valemiga

$$k = \sqrt{\frac{c(\beta + 20)}{\rho_{20}} \ln\left(1 + \frac{\theta_f - \theta_i}{\beta + \theta_i}\right)}$$

- $k$  soojussalvestustegur A s<sup>1/2</sup> m<sup>-2</sup>  
 $c$  juhi mahu-erisoojus J / (m<sup>3</sup> K)  
 $\beta$  juhi takistuse temperatuuriteguri pöördväärtus K  
 $\rho_{20}$  juhi eritakistus temperatuuril 20 °C Ω m  
 $\theta_i$  juhi arvutuslik algtemperatuur °C  
(indeks  $i$  sõnast *initial*. - EE)  
 $\theta_f$  juhi enimalt lubatav lõpptemperatuur °C  
(indeks  $f$  sõnast *final*. - EE)

Materjalikonstandid  $\beta$ ,  $c$  ja  $\rho_{20}$

Materjal	$\beta$ K	$c$ MJ/(m <sup>3</sup> K)	$\rho_{20}$ μΩ m
Vask	234,5	3,45	0,017 241
Alumiinium	228	2,5	0,028 264



Arvutusliku algtemperatuuri  $\theta_i$  ja enamalt lubatava lõpptemperatuuri  $\theta_f$  näited olid esitatud eelpool.

*Märkus 3.* Lühisekaitseadme nimivool võib olla suurem kui juhi kestvalt lubatav koormusvool.

*Märkus 4.* Käesolevas punktis esitatud arväärtused põhinevad standardil IEC 724 (Guide to the short-circuit temperature limits of electric cables with a rated voltage not exceeding 0,6/10 kV).

#### 434.4 Rööbiti ühendatud juhtide lühisekaitse

Üksama lühisekaitse võib kaitsta mitut rööbiti ühendatud juhti, kui kaitseadme omadused on valitud vastavalt juhtide paigaldusviisile; kaitseadme valikut käsitleb ka ptk. 53.

*Märkus.* Tuleb arvestada ka lühist, mis ei toimi kõigile juhtidele.

### 435 LIIGKOORMUS- JA LÜHISEKAITSE KOKKUSOBITAMINE

#### 435.1 Kaitse ühe ühise kaitseadme abil

Kui jaotise 433 järgi valitud liigkoormuskaitseadme lahusvõime vastab kaitseadme paigalduskoha arvutuslikule lühisvoolule, on koormuspoolsed juhid lühisvoolu eest kaitstud.

*Märkus.* Mõnede, eriti aga *mittevoolupiiravate* kaitselülitite lahusvõime võib osutada lühisvoolude lahutamisel mitteküllaldaseks, mistõttu seda tuleb kontrollida paragrahvi 434.3 järgi.

#### 435.2 Kaitse eri kaitseadmetega

Liigkoormus- ja lühisekaitse realiseerimisel eri kaitseadmetega tuleb liigkoormuskaitse valida sõltumatult jaotise 433, lühisekaitse aga jaotise 434 nõuete järgi.

Liigkoormus- ja lühisekaitseadmete omadused tuleb omavahel sobitada selliselt, et liigkoormuskaitse lühise korral (läbiva voolu soojusliku toime, keevitusnähtuste, elektrodünaamiliste jõudude tõttu) ei kahjustuks.

*Märkus.* See nõue ei takista kaitse koordineerimist standardi IEC 947-4-1 (Low-voltage switchgear and controlgear / Part 4: Contactors and motor-starters / Section 1: Electromechanical contactors and motor-starters) kohaselt.

#### 436 LIIGVOOLU PIIRAMINE TOITEALLIKAGA

Juhid loetakse liigkoormus- ja lühisvoolude eest kaitstuks, kui neid toidetakse allikast, mille vool ei saa ületada juhi kestvalt lubatavat voolu (nt. toitmisel mõnedest kõlistitrafodest, keevitusmuunduritest või päikesepatareidest).

## 44 LIIGPINGEKAITSE

442 MADALPINGEPAIGALDISTE KAITSE  
AJUTISTE LIIGPINGETE JA KÕRGEPINGE-  
VÕRKUDE MAAÜHENDUSTE EEST

## Sissejuhatavad märkused

Käesoleva jaotise sätted ei kehti paigaldiste kohta, mis alluvad osaliselt või täielikult elektrivarustus-organisatsioonide erieeskirjadele.

Alajaama kõrgepingepoole pingelasteid osi ja maanduselektroodi läbiv maaühendusvool võib esile kutsuda pingelaste osade potentsiaali olulise tõusu maa suhtes. Selle potentsiaali (*maaühendus-potentsiaali*) väärtus oleneb

- maaühendusvoolu väärtusest ja
- alajaama maandusjuhtide ja maanduselektroodide takistusest.

Maaühendusvool võib seega põhjustada

- madalpingevõrgu juhistiku ja maa vahelise pingetõusu, s. t. liigpinge tekkimist, mis võib suurendada madalpingeseadmete isolatsiooni läbilöögiohtu,
- madalpingepaigaldise pingelaste osade ja maa vahelise pingetõusu, mis võib ohtlikult suurendada puutepinget.

Käesolevas jaotises mõistetakse *kõrgepinge* all pinget, mis ületab IEC 449 II pingepiirkonna (vt. 2.2.1c) piire, s. t. pinget üle 1000 V. Madalpinge all mõistetakse sellele vastavalt pinget kuni 1000 V.

## 442.1 Üldist

Käesolevas jaotises käsitletakse ainult järgmist nelja suurimaid ajutisi liigpingeid tekitavat nähtust:

- kõrgepingevõrgu maaühendus; selle kohta käivaid sätteid tuleb lugeda koos lisaga A;
- neutraali katkestus TN- või TT-madalpingevõrgus (446.6);
- juhuslik maaühendus IT-madalpingevõrgus (447.7);
- lühis madalpingepaigaldises (442.8).

## 442.1.1 Kohaldusala ja otstarve

Käesolev jaotis sätestab inimeste ja madalpingeseadmete kaitset madalpingevõrku toitava alajaama kõrgepingepoole maaühenduste korral.

## 442.1.2 Maaühendus- ja puutepinge

Madalpingepaigaldises kõrgepingevõrgu maaühenduse korral tekkiv maaühendus- ja puutepinge ega nende kestus ei tohi ületada joonisel 44 A vastavalt kõveratega  $U_f$  (ingl *fault voltage*) või  $U_p$  esitatud väärtusi.

## 442.1.3 Liigpinge

Tarbijate madalpingepaigaldistes kõrgepingevõrgu maaühendusel tekkiv tööstussageduslik liigpinge ega selle kestus ei tohi ületada tabelis 44 A toodud väärtusi ( $U_0$  madalpingepaigaldise nimipinget maa suhtes).

*Märkus 1.* Tööstussagedusliku liigpinge all mõeldakse isolatsioonile rakenduvat tööstussageduslikku pinget.

*Märkus 2.* Alajaama madalpingeseadmetele võib lubada kõrgemat liigpinget, kui seadmete isolatsioon on sellele ette nähtud ja vastab paragrahvi 442.3 sätetele.

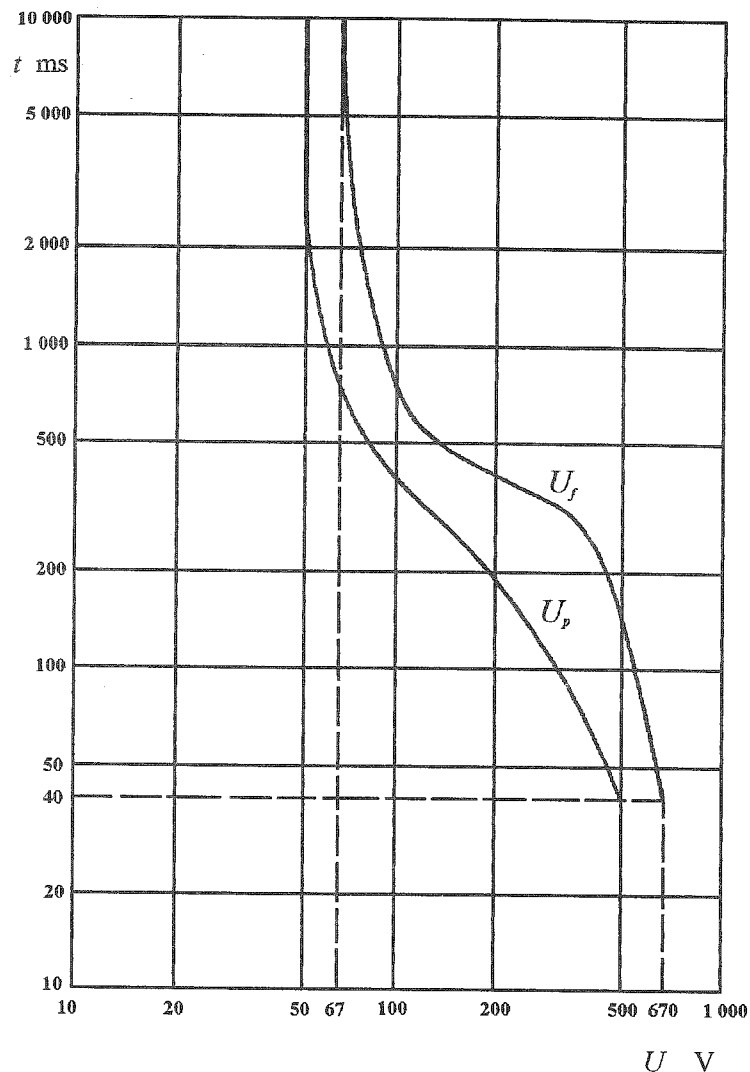
Tabel 44 A

Madalpingepaigaldise lubatav liigpinge V	Kestus s
$U_0 + 250$	Üle 5
$U_0 + 1200$	Kuni 5

*Märkus 1.* Erijuhtumel, mil suurim pinge maa suhtes on kestvalt suurem kui  $U_0$  (nt. maandatud faasijuhi korral), tuleb see pinge täpsemalt määratleda.

*Märkus 2.* Tabeli esimest rida kasutatakse *pika väljalülitusajaga* (nt. maandusreaktori kaudu maandatud) kõrgepingevõrkude, teist aga *lühikese väljalülitusajaga* (nt. vahetult maandatud neutraaliga) kõrgepingevõrkude puhul. Neis sisalduvad nõuded määravad madalpingevõrgu isolatsiooni vajaliku vastupidavuse ajutistele liigpingetele (vt. IEC 664-1, Insulation coordination for equipment within low-voltage systems / Part 1: Principles, requirements and tests, p. 1.3.7.1).

*Märkus 3.* Tabelis esitatud ajutiste liigpingete järgi tuleb valida ka nende madalpingeseadmete põhi-, topelt- ja tugevdatud isolatsioon, mis ei ole haaratud peapotentiaaliühtlustusega ja on ühendatud TN-võrku, mille neutraaljuht on maandatud *alajaama kõrgepingepoole maanduri* kaudu. Peapotentiaaliühtlustusega haaratud alal, kui potentiaaliühtlustusjuht on ühendatud TN-süsteemi kaitsejuhiga paigaldise liitumispunktis, ei ole selliseid liigpingeid vaja arvestada.



Joonis 44 A. Maaühenduspinge  $U_f = R I_m$  ja puutepinget  $U_p$  enamalt lubatav kestus kõrgepingevõrgu maaühenduse korral.  $U$  pinge efektiivväärtus,  $t$  lubatav kestus

**442.1.4 Kasutatud normatiivid**

Käesoleva jaotise sätted põhinevad käesoleva eeskirja osa 1 ja peatüki 41 nõuetel ning arvestavad IEC 479-1:1984 (Effects of current passing through human body / Part 1: General aspects) andmeid.

**442.2 Trafoalajaamade maandamine**

Trafoalajaamas peab olema maandussüsteem, millega tuleb ühendada

- maandur,
- trafo paak,
- kõrgepingekaablite metallkestad,
- madalpingekaablite metallkestad, kui neutraaljuht ei ole maandatud eri maanduri kaudu,
- kõrgepingevõrgu maandusjuhid,
- kõrge- ja madalpingeseadmete pingeltid osad,
- kõrvalised juhtivad osad.

**442.3 Trafoalajaamade maandussüsteemide ehitus**

Paragrahvide 442.4 ja 442.5 nõuded loetakse rahuldatuks, kui on täidetud vähemalt üks punktis 442.3.1 või 442.3.2 nimetatud tingimus. Kui ükski nendest ei ole täidetud, tuleb rakendada § 442.4 ja § 442.5 nõudeid.

**442.3.1** Alajaamaga on ühendatud kõrge- ja/või madalpingekaablid, mille metallkestad on nõutaval viisil maandatud ja/või mille üldpikkus pinnases on üle 1 km.

**442.3.2** Alajaama pingeldiste osade maandustakistus ei ole üle 1  $\Omega$ .

**442.4 Madalpingepaigaldise juhistike maandamisviisid****442.4.1 Tähised**

Alljärgnevatel punktides on kasutatud järgmisi tähiseid:

- $I_m$  kõrgepingevõrgu maaühendusvoolu see osa, mis läbib trafoalajaama pingeldiste osade maandurit;
- $R$  alajaama pingeldiste osade maanduri takistus;
- $U_0$  madalpingevõrgu faasi ja neutraali vaheline pinge;
- $U$  madalpingevõrgu liinipinge;
- $U_f$  madalpingepaigaldise pingeldiste osade ja maa vaheline pinge maaühenduse korral (*maaühenduspinge*);
- $U_1$  alajaama madalpingeseadmetele rakenduv liigpinge;
- $U_2$  tarbija madalpingeseadmetele rakenduv liigpinge.

**442.4.2 TN-süsteemid**

a) Kui maaühenduspinge  $R I_m$  lülitatakse välja joonisel 44 A näidatud aja jooksul, võib madalpingevõrgu neutraaljuhi ühendada trafoalajaama pingeldiste osade maanduriga (vt. joon. 44 B, juhtum *TN-a*).

*Märkus.* Kui tarbija madalpingeseadmete pingeltid osad asuvad peapotentsiaaliühtlustuse toimealas, on puutepinge  $U_p = 0$  (vt. jaotis 413).

b) Kui tingimus a ei ole täidetud, tuleb madalpingevõrgu neutraaljuht maandada eraldi maanduri abil (vt. joon. 44 B, juhtum *TN-b*). Ühtlasi tuleb sel juhul täita punkti 442.5.1 nõudeid.

**442.4.3 TT-süsteemid**

a) Kui liigpinge  $R I_m + U_0$  ja selle väljalülitusaja tabelis 44 A esitatud sõltuvus rahuldab tarbija-paigaldise madalpingeseadmete nõudeid, võib madalpingevõrgu neutraaljuhi ühendada alajaama pingealdiste osade maanduriga (vt. joon. 44 C, *TT-a*).

b) Kui tingimus a ei ole täidetud, tuleb madalpingevõrgu neutraaljuht maandada eraldi maanduri abil (vt. joon. 44 C, juhtum *TT-b*). Ühtlasi tuleb sel juhul täita punkti 442.5.1 nõue.

Kui tarbija madalpingeseadmete pingealtid osad on peapotsiaaliühtlustuse toimealal, on  $U_p = 0$ .

**442.4.4 IT-süsteemid**

a) Kui maauhenduspinge  $R I_m$  lülitatakse välja joonisel 44 A näidatud aja jooksul, võib tarbijapaigaldise madalpingeseadmete pingealtid osad ühendada alajaama pingealdiste osade maanduriga (vt. joonised 44 D, 44 J ja 44 K).

Vastasel korral tuleb madalpingepaigaldise pingealtid osad maandada maanduri abil, mis ei sõltu alajaama pingealdiste osade maandurist (joonised 44 E ... 44 H).

b) Kui tarbijapaigaldise madalpingeseadmete pingealtid osad on maandatud alajaama maandurist sõltumatu maanduri abil ja kui liigpinge  $R I_m + U_0$  ja selle väljalülitusaja tabelis 44 A esitatud sõltuvus rahuldab tarbijapaigaldise madalpingeseadmete nõudeid, võib madalpingevõrgu neutraali maandustakisti (kui see olemas on) ühendada alajaama pingealdiste osade maanduriga (vt. joon. 44 E).

Vastasel korral tuleb neutraali maandustakisti maandada elektriliselt sõltumatu maanduri abil (vt. joonised 44 F ja 44 H). Ühtlasi tuleb sel juhul täita punkti 442.5.2 nõue.

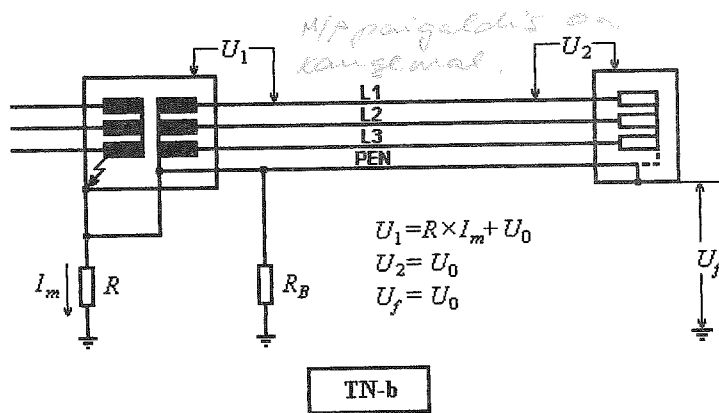
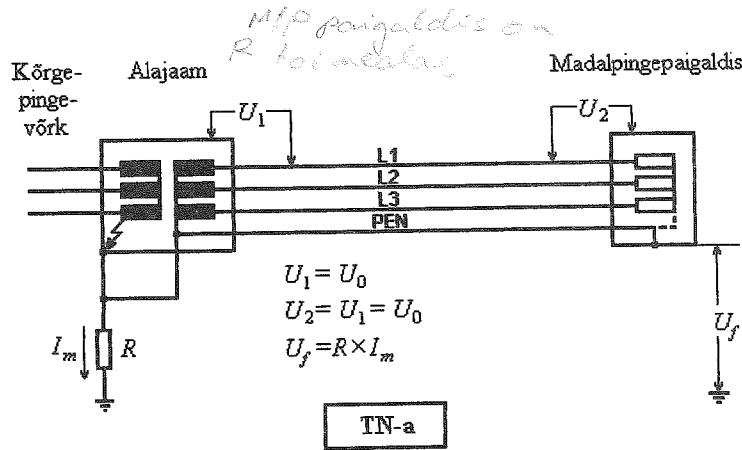
**442.5 Trafoalajaama madalpingeseadmete liigpinge piiramine****442.5.1 TN- ja TT-süsteemid**

Kui TN- või TT-süsteemi neutraaljuht on maandatud eraldi, alajaama pingealdiste osade maandurist elektriliselt sõltumatu maanduri abil (vt. juhtum *TN-b* joonisel 44 B ja juhtum *TT-b* joonisel 44 C), tuleb liigpinge  $R I_m + U_0$  välja lülitada aja jooksul, mis vastab alajaama madalpingeseadmete isolatsioonitasemele.

*Märkus.* Alajaama madalpingeseadmete isolatsioonitase võib olla ka kõrgem kui tabelis 44 A esitatud väärtus.

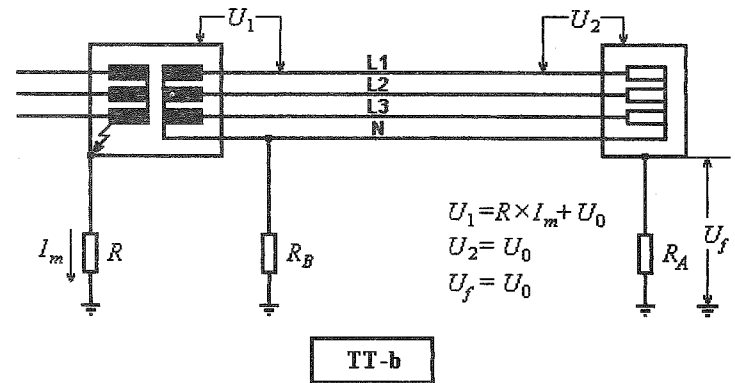
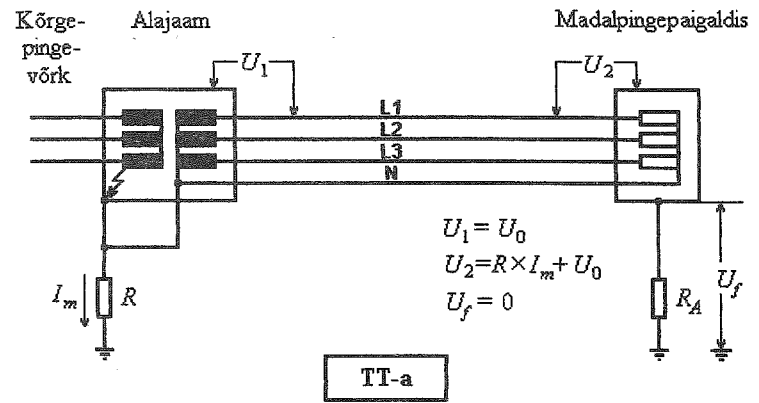
**442.5.2 IT-süsteemid**

Kui IT-süsteemis nii tarbijapaigaldise pingealtid osad kui ka neutraali maandustakisti (kui see olemas on) on maandatud eraldi, alajaama maandurist elektriliselt sõltumatute maandurite abil (vt. joonised 44 F, 44 G ja 44 H), tuleb liigpinge  $R I_m + U_0$  välja lülitada aja jooksul, mis vastab alajaama madalpingeseadmete isolatsioonitasemele.

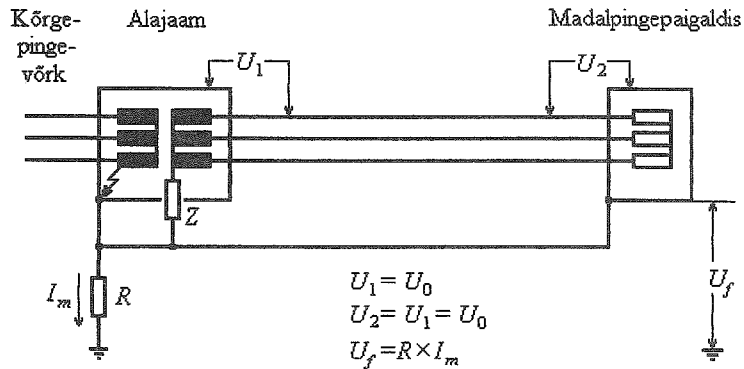


Joonis 44 B. TN-süsteemi rikkepinged kõrgepingevõrgu maaühenduse korral

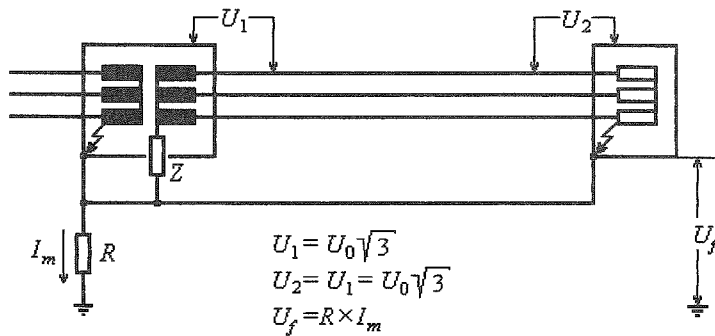
Jooniste 44 B ... 44 K valemitehiste seletus vt. 442.4.1.



Joonis 44 C. TT-süsteemi rikkepinged kõrgepingevõrgu maaühenduse korral

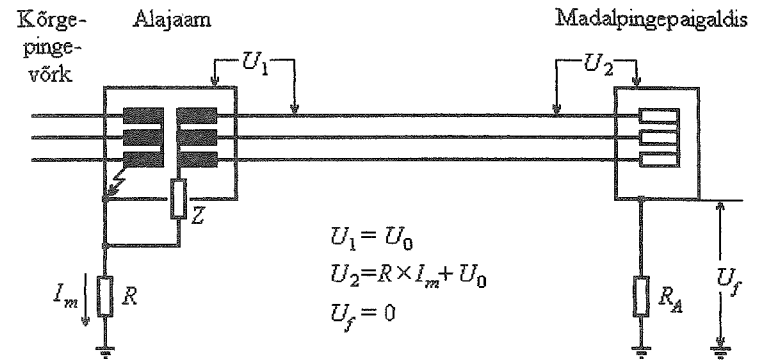


1. Madalpingevõrgus maatühendust ei ole

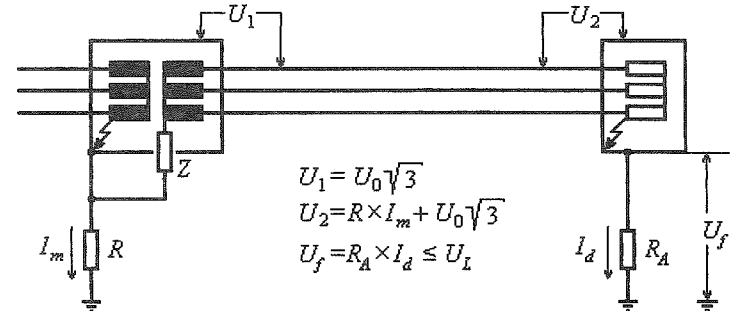


2. Madalpingevõrgus on esimene maatühendus

Joonis 44 D. IT-süsteemi rikkepinged kõrgepingevõrgu maatühenduse korral (näide a). Z neutraali maandustakisti

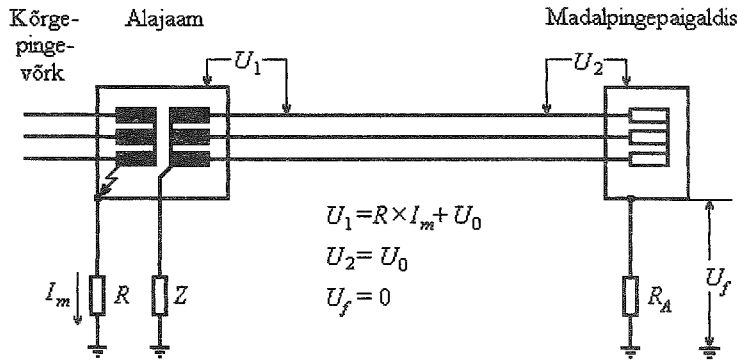


1. Madalpingevõrgus maatühendust ei ole

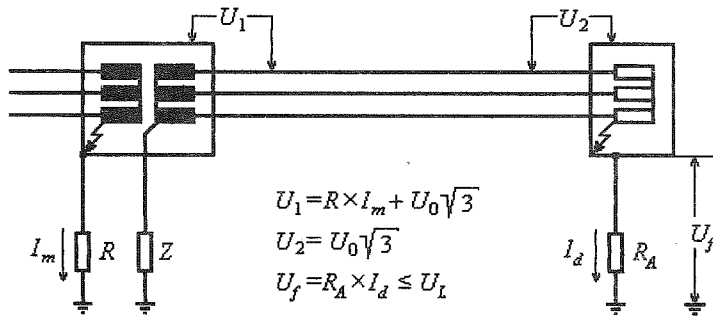


2. Madalpingevõrgus on esimene maatühendus

Joonis 44 E. IT-süsteemi rikkepinged kõrgepingevõrgu maatühenduse korral (näide b). Z neutraali maandustakisti

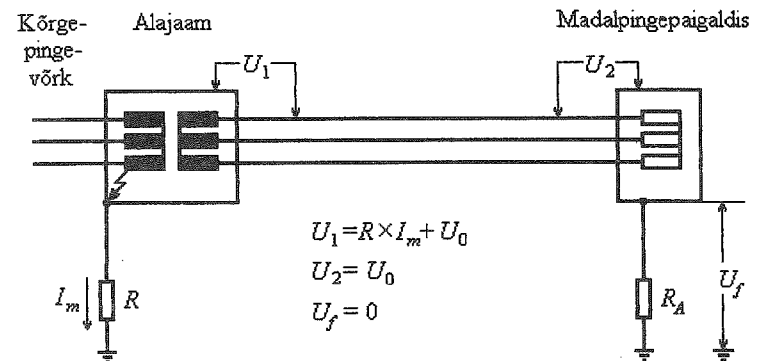


1. Madalpingevõrgus maatühendust ei ole

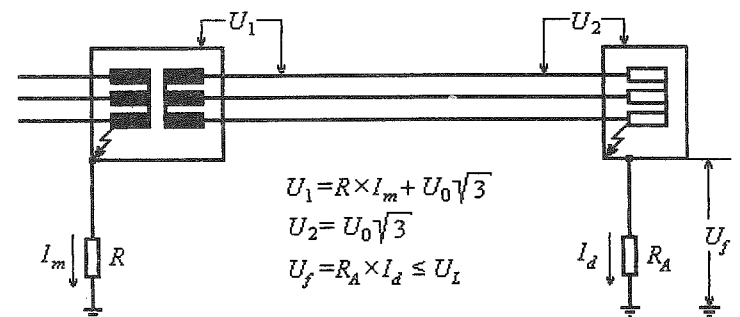


2. Madalpingevõrgus on esimene maatühendus

Joonis 44 F. IT-süsteemi rikkepinged kõrgepingevõrgu maatühenduse korral (näide c1). Z neutraali maandustakisti



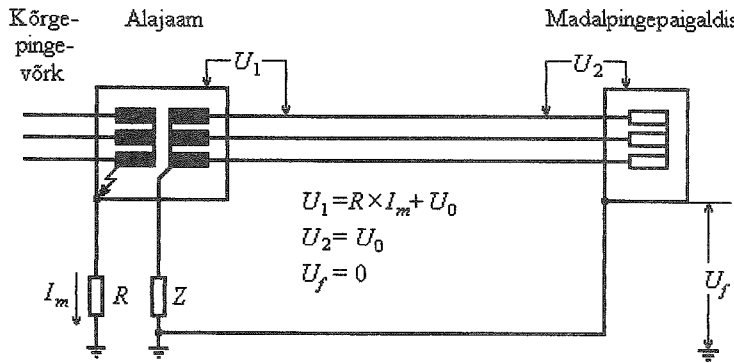
1. Madalpingevõrgus maatühendust ei ole



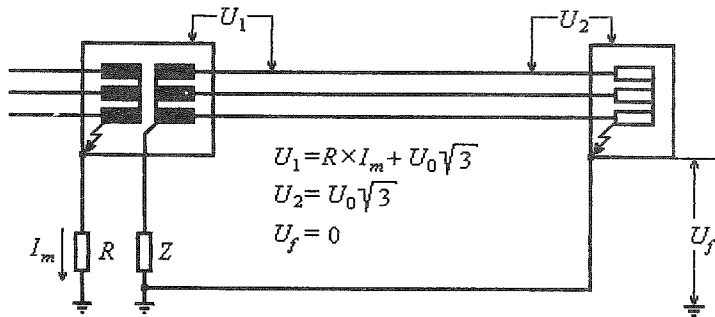
2. Madalpingevõrgus on esimene maatühendus

Joonis 44 G. IT-süsteemi rikkepinged kõrgepingevõrgu maatühenduse korral (näide c2)



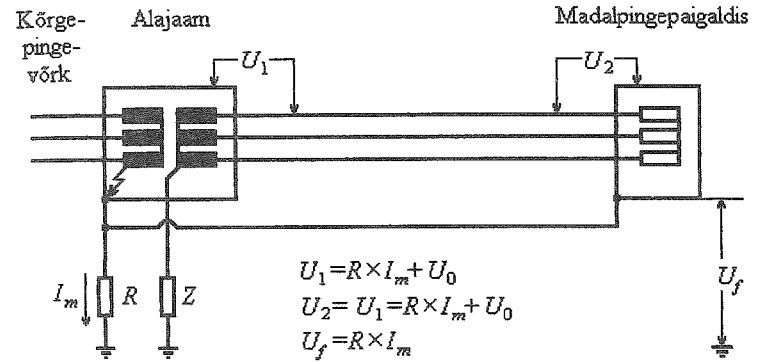


1. Madalpingevõrkus maatühendust ei ole

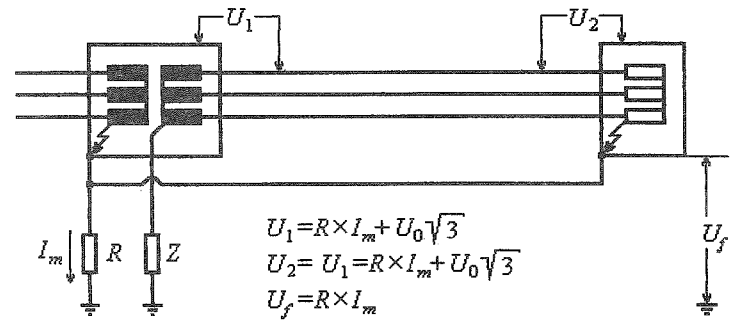


2. Madalpingevõrkus on esimene maatühendus

Joonis 44 H. IT-süsteemi rikkepinged kõrgepingevõrgu maatühenduse korral (näide d). Z neutraali maandustakisti

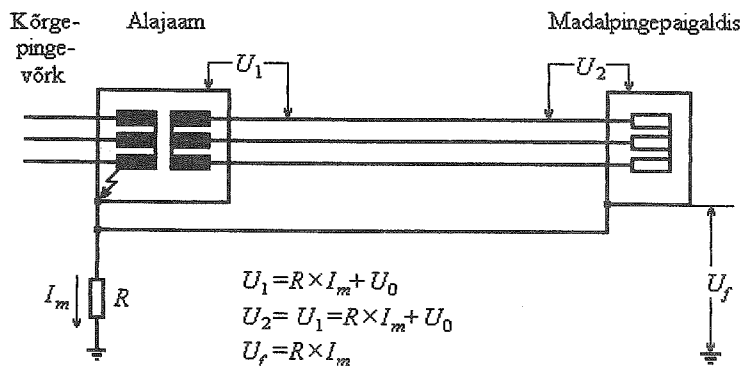


1. Madalpingevõrkus maatühendust ei ole

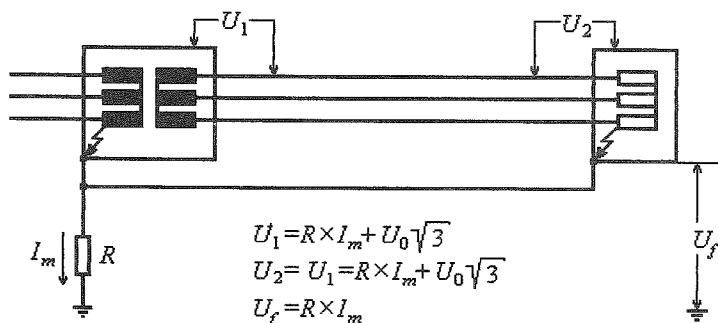


2. Madalpingevõrkus on esimene maatühendus

Joonis 44 J. IT-süsteemi rikkepinged kõrgepingevõrgu maatühenduse korral (näide e1). Z neutraali maandustakisti



1. Madalpingevõrgus maaühendust ei ole



2. Madalpingevõrgus on esimene maaühendus

Joonis 44 K. IT-süsteemi rikkepinged kõrgepingevõrgu maaühenduse korral (näide e2)

#### 442.6 Liigpinge TN- või TT-süsteemi neutraaljuhi katkemisel

Tuleb arvestada võimalust, et kolmefaasilise TN- või TT-süsteemi neutraaljuhi katkemisel võivad põhi-, topelt- ja tugevdatud isolatsioon ning faasi- ja neutraaljuhi vahele ühendatud ahelaelemendid sattuda ajutise liigpinge alla, mis võrdub faasidevahelise pingega (kuni  $\sqrt{3} U_0$ ).

#### 442.7 Liigpinge IT-süsteemi juhuslikul maaühendusel

Tuleb arvestada võimalust, et IT-süsteemi faasijuhi juhuslikul maaühendusel võivad faasipingele dimensioneeritud põhi-, topelt- ja tugevdatud isolatsioon ning ahelaelemendid sattuda ajutise liigpinge alla, mis võrdub faasidevahelise pingega (kuni  $\sqrt{3} U_0$ ).

#### 442.8 Liigpinge faasi- ja neutraaljuhi vahelisel lühisel

Tuleb arvestada võimalust, et faasi- ja neutraaljuhi vahelisel lühisel võib tekkida kuni 5 s kestev liigpinge väärtusega kuni  $1,45 U_0$ .

## LISA A SELGITUSI PARAGRAHVI 442.1 NING PUNKTIDE 442.1.2 JA 442.1.3 JUURDE

### A.442.1 Üldist

Jaotise 442 sätetega püütakse tagada inimeste ja madalpingeseadmete ohutust kõrgepingevõrgu maaühenduse korral.

Eri pingega võrkude vahelised rikked võivad areneda madalpingevõrku kõrgepingevõrgust toitva alajaama ülempingepoolsetest riketest. Viimaste puhul tekib maaühendusvool, mis läbib alajaama pingevaldiste osade maandurit.

Maaühendusvoolu väärtus sõltub maaühenduse rikkesilmuse takistusest, s.t. kõrgepingevõrgu neutraali maandamisviisist.

Alajaama pingevaldiste osade maandurit läbiv maaühendusvool kutsub esile nende osade potentsiaali tõusu maa suhtes; väljakujunev potentsiaal (maaühenduspinge) on määratud

- maaühendusvoolu väärtusega,
- alajaama pingevaldiste osade maanduri takistusega.

Maaühenduspinge võib küündida mitme kilovoldini ja põhjustada, olenevalt madalpingepaigaldise maandamisviisist,

- madalpingevõrgu potentsiaali üldist tõusu maa suhtes ja, selle tagajärjel, madalpingeseadmete isolatsiooni läbilööke,
- madalpingepaigaldiste pingevaldiste osade potentsiaali üldist tõusu maa suhtes ja, selle tagajärjel, maaühendus- ja puutepinge ohtlikku suurenemist.

Kõrgepingevõrgus võtab maaühenduse väljalülitamine tavaliselt rohkem aega kui madalpingevõrgus, sest kaitsereleede viide on valitud selliselt, et kaitse ei rakenduks lühiajaliste siirdenähtuste korral. Ka on kõrgepingelised võimsuslülitid aeglasema toimega kui madalpingelised kaitseaparaadid. Kõige selle tõttu võib maaühenduspinge ning sellest oleneva pingevaldiste osade puutepinge kestus osutada pikemaks kui madalpingepaigaldiste kohta käivad eeskirjad seda lubavad.

Kõrgepingevõrgu maaühenduse korral võib tekkida ka alajaama või tarbijapaigaldise madalpingeseadmete isolatsiooni läbilöögi-oht. Kaitseaparatuuri talitlust võivad seejuures raskendada või koguni halvata pinge taastumise jm. siirdeprotsessid.

Käesolevas jaotises on arvestatud alljärgnevaid kõrgepingevõrgu maaühendust mõjutavaid olusid.

#### *Tõhusalt maandatud neutraaliga kõrgepingevõrgud*

Sellistes kõrgepingevõrkudes on võrgu neutraal maandatud kas vahetult või väikese takistuse kaudu; kaitseaparatuur lülitab maaühenduse välja vastuvõetavalt kiiresti.

Eeldatakse, et vaadeldavas trafoalajaamas võrgu neutraal maandatud ei ole. Mahtvuslikke voolusid ei arvestata.

#### *Isoleeritud neutraaliga kõrgepingevõrgud*

Arvestatakse ainult ühefaasilist esimest elektrilist ühendust antud alajaama pingestatud ja pingelti osa vahel. Tekkivat mahtvuslikku maaühendusvoolu võidakse, olenevalt selle väärtusest ja kaitseviisist, välja lülitada või mitte.

### Maandusreaktori kaudu maandatud neutraaliga kõrgepingevõrgud

Eeldatakse, et vaadeldavas alajaamas maandusreaktoreid ei ole. Kui alajaama pingestatud ja pingelti osa vahel tekib elektriline (nt. kere-) ühendus, kaasneb see suhteliselt väikese maaühendusvooluga (kuni mõnikümmend amprit), mis võib kesta küllaltki kaua.

#### A.442.1.2 Maaühenduspinge

Joonis 44 A on tuletatud IEC 479-1 (Effects of current passing through the human body / Part 1: General aspects) joonisest C 1.

Maaühenduspinge hindamisel tuleb arvestada

- kõrgepingevõrgu maaühenduse väikest tõenäosust,
- asjaolu, et puutepinge on maaühenduspingest alati väiksem, kuna enamasti on kasutusel nii alapunktis 413.1.1.2 nõutav peapotsiaaliühtlustus kui ka tarbijapaigaldistes ja mujal ettenähtavad kordusmaandused.

Rahvusvahelise Telegraafi- ja Telefonitehnika Konsultatiivkomitee (CCITT) lubatavad väärtused -- 650 V kestusel 0,2 s ja 430 V automaatse väljalülitamise korral ajaga üle 0,2 s on mõnevõrra suuremad kui joonisel 44 A lubatavad väärtused.

### IT-süsteemides madalpingevõrgu esimesel maaühendusel esinevate erijuhtumite tabel (vt. 442.4.4 ja 442.5.2)

Juh- tum	Koos- või lahus- maandamisviis*			$U_1$	$U_2$	$U_f$
	AJMPS	NMT	MPP			
a				$\sqrt{3}U_0$	$\sqrt{3}U_0$	$I_m R$
b				$\sqrt{3}U_0$	$I_m R + \sqrt{3}U_0$	0***
c**				$I_m R + \sqrt{3}U_0$	$\sqrt{3}U_0$	0***
d				$I_m R + \sqrt{3}U_0$	$\sqrt{3}U_0$	0***
e**				$I_m R + \sqrt{3}U_0$	$I_m R + \sqrt{3}U_0$	$I_m R$

\* AJMPS - alajaama madalpingeseadmete pingeltid osad,  
NMT - neutraali maandustakisti (kui see on olemas),  
MPP - madalpingepaigaldise pingeltid osad

\*\* Juhtudel  $c1$  ja  $e1$  on neutraali ja maa vahele ühendatud maandustakisti, juhtudel  $c2$  ja  $e2$  on neutraal maast isoleeritud.

\*\*\* Tegelikult võrdub  $U_f$  esimesel maaühendusel tekkiva voolu  $I_d$  ja pingeldiste osade maanduri takistuse  $R_A$  korrutisega, mis ei tohi ületada lubatavat puutepinget  $U_L$ . Juhtudel  $a$ ,  $b$  ja  $d$  võib esimesel maaühendusel tekkiv mahtuvuslik vool pinge  $U_f$  väärtust mitmekordselt suurendada, kuid seda ei ole siin arvestatud.

Joonistel 44 D ... 44 K on esitatud juhistikusüsteemi IT mitmesugused maaühendusjuhtumid nii esimese maaühenduse olemasolul kui ka selle puudumisel.

443

**KAITSE PIKSE- JA LÜLITUSLIIGPINGETE EEST**

Käesolevas jaotises vaadeldakse liigpingete piiramisvõtteid, mis võimaldavad vähendada paigaldise ja selles paiknevate elektriseadmete kahjustumiskiirust vastuvõetava tõenäosuseni. Jaotis kajastab IEC 664-1 (Insulation coordination for equipment within low-voltage systems / Part 1: Principles, requirements and tests) isolatsiooni koordineerimise nõudeid, mille järgi iga seadet, olenevalt tema kasutusviisist ja isolatsiooni töökindlusnõuetest, peab saama valida sellekohase impulssiluvus- (liigpinge-) klassi järgi.

**443.1 Üldist****443.1.1 Piiritletud ja kohaldusala**

Käesolev jaotis käsitleb elektripaigaldiste kaitset elektrivarustussüsteemi kaudu edasikanduvate pikse-liigpingete ja paigaldises endas tekkivate lülitusliigpingete eest.

Et hoida liigpingekahjustusi inimeste ja omandi turvalisuse ning elektrivarustuse pidevuse seisukohast vastuvõetavalt harvadena, tuleb õigesti arvestada paigaldise asukoha äikeselist intensiivsust ning liigpingekaitseadmete paigutust ja omadusi.

Siirdeahelas, nn. transient-pikseliigpinged sõltuvad toitevõrgu ehitusest (õhu- või kaabelvõrk) ja madalpingeliste liigpingekaitseadmete olemasolust toitevõrgu eespool elektripaigaldise liitumispunkti.

Käesoleva jaotise juhised haaravad nii liigpingekaitse saavutamist elektriabelate parameetrite valikuga kui ka selle tagamist liigpingekaitseadmete abil. Kui jaotis liigpingekaitset ette ei näe, ei ole ka isolatsiooni koordineerimine tagatud ja liigpingekohtu tuleb arvestada.

*Märkus 1.* Pikseliigpinge all mõistetakse seadmele rakenduvat liigpinget, mis on tingitud elektrivarustussüsteemis äikese ajal toimuvatest siirdeahelatest (laengute tekkimine liinidel, taaslülitus, rikkeilmingud, pikselahendused jms.) ja mille amplituud on määratud teatava tõenäosusliku väärtusena.

*Märkus 2.* Pikseliigpingete toime järgi ei tehta vahet maandatud ja maandamata võrkude vahel.

*Märkus 3.* Väljaspool paigaldist tekkivate lülitusliigpingete arvestamise viisid on väljatöötamisel.

*Märkus 4.* Käesoleva jaotise sätted ei käi sidevõrkude kohta.

**443.1.2 Normdokumendid**

Käesolevas jaotises on arvestatud peale eeskirja EEI-3 teiste osade, peatükkide ja jaotiste veel järgmistele IEC standarditele uusimaid trükke:

IEC 38	IEC standard voltages
IEC 664-1	Insulation coordination for equipment within low-voltage systems / Part 1: Principles, requirements and tests
IEC 1024-1	Protection of structures against lightning / Part 1: General principles

## 443.2 Liigpingeklassid

### 443.2.1 Klassifikatsiooni alused

Seadmete jaotamine liigpingeklassidesse (tabel 44 B) iseloomustab nende talitluse pidevuse erisugust töökindlust ja rikete erisugust vastuvõetavat riski. Seadmete liigpingeklassi õige valikuga saavutatakse kogu paigaldise isolatsiooni õige koordineerimine ja liigpingetest tingitud rikete piisavalt madal esinemissagedus.

Mida suurem on liigpingeklassi number, seda suurem on seadme impulssliigpingetaluvus (vastupidavus impulssliigpingele) ja seda vabamalt saab valida liigpingekaitse seadmeid.

Liigpingeklasse kasutatakse tugevvooluvõrgust toidetavate seadmete valikul.

*Märkus.* Oma edasikandumisel mööda elektrivõrku tarvitite poole ei sumbu pikseliigpinged kuigi oluliselt. Uurimused on näidanud, et nende hindamisel on otstarbekas kasutada statistilisi meetodeid.

Tabel 44 B  
Seadmete nõutav impulssliigpingetaluvus

Paigaldise nimipinge V		Nõutav vastupidavus impulssliigpingele olenevalt liigpingeklassist kV			
Kolme-faasiline võrk	Ühe-faasiline keskpunktiga võrk	Liite-punkti-seadmed (liig-pinge-klass IV)	Jaotus-võrgu-seadmed (liig-pinge-klass III)	Tarvitid (liig-pinge-klass II)	Eri-kaitset nõudvad seadmed (liig-pinge-klass I)
	120/240	4	2,5	1,5	0,8
230/400 277/480		6	4	2,5	1,5
>300/520 400/690		8	6	4	2,5
1000	Vastavalt kõrgepingevõrkude normidele				

Klassi I nõudeid tuleb arvestada liigpingetundlike eriseadmete, klassi II nõudeid jõuvõrgust toidetavate seadmete, klassi III nõudeid jaotusvõrguaparatuuri ja installatsioonimaterjalide, klassi IV nõudeid tarbijaid toitvate elektrivarustusvõrkude aparatuuri väljatöötamisel.

### 443.2 Liigpingeklasside kirjeldus

*I liigpingeklassi* kuuluvad seadmed, mis on ette nähtud ühendada ehitise kohtkindla elektripaigaldisega ja mis eeldavad liigpinge piiramist lubatava väärtuseni liigpingekaitse seadmete kasutamise teel väljaspool seadet (kas kohtkindlas paigaldises või kohtkindla paigaldise ja seadme vahel).

*II liigpingeklassi* kuuluvad seadmed, mis on ette nähtud ühendada ehitise kohtkindla elektripaigaldisega.

*Märkus.* Siia kuuluvad nt. kodumasinad, kantavad tööriistad jms.

*III liigpingeklassi* kuuluvad seadmed, mis moodustavad osa kohtkindlast elektripaigaldisest, ning seadmed, millelt nõutakse kõrgemat töökindlust.

*Märkus.* Siia kuuluvad nt. jaotuskeskused, kaitselülitid, kohtkindlad juhistikud (sh. juhtmed, kaablid, latid, harukarbid, lülitid, pistikupesad), tööstusseadmed ja mõned muud kohtkindlad seadmed (nt. kohtkindla võrguga pidevalt ühendatud kohtkindlad mootorid).

*IV liigpingeklassi* kuuluvad seadmed, mis paiknevad toitevõrgus eespool paigaldise liitumispunkti selle juures või läheduses.

*Märkus.* Siia kuuluvad nt. elektriarvestid, peaaelas paiknevad liigvoolukaitseseadmed ja kõrgemate harmooniliste filtrid.

#### 443.3 Liigpingekaitse korraldus

Kui paigaldises käesoleva jaotise kohaselt nõutakse impulssliigpingekaitset, tuleb lähtuda p. 443.3.1 ja 443.3.2 nõuetest.

*Märkus 1.* Pikselööke madalpinge-õhuliinidesse ega ehitiste elektripaigaldistesse ei arvestata (s. t. ei eeldata välistoime alaliiki AQ3); vt. ka IEC 1024-1 (Protection of structures against lightning / Part 1: General principles).

*Märkus 2.* Lülitusliigpingeid ei ole enamasti vaja arvestada, sest mõõteandmete statistilise töötluse põhjal ei ületa nad II liigpingeklassi lubatavate liigpingete taset.

#### 443.3.1 Liigpingete piiramine võrgu ehitusega

Kui paigaldist toidetakse üksnes maakaablitega ja kui ta ei sisalda õhuliine, on seadmete vastupidavus liigpingeimpulssidele tabeli 44 B kohaselt piisav, mistõttu muud kaitset pikseliigpinge eest ei ole vaja.

*Märkus.* Metallmantli, -soomuse või -varjega õhu-kaablit tuleb lugeda samaväärseks maakaabliga.

443.1.2 Kui paigaldist toidetakse õhuliinist või kui ta sisaldab õhuliine, ei ole välistoime alaliigi AQ1 (kuni 25 äikesepäeva aastas) puhul lisakaitset pikseliigpinge eest vaja.

*Märkus 1.* Lisakaitse pikseliigpinge eest võib osutada vajalikuks, kui paigaldiselt nõutakse suuremat töökindlust või kui liigpinged võivad põhjustada lisa-(nt. tule-) ohtu.

*Märkus 2.* IEC 1024-1 järgi on 25 äikesepäeva puhul aastas tegemist keskmiselt 2,24 pikselöögiga 1 km<sup>2</sup> kohta aastas. See järeldub valemist

$$N = 0,04D^{1,25}$$

*N* pikselöökide arv 1 km<sup>2</sup> kohta aastas  
*D* äikesepäevade arv aastas

### 443.3.2 Liigpingekaitseadmete kasutamine

443.3.2.1 Kui paigaldist toidetakse õhuliinist või kui ta sisaldab õhuline ja kui samaaegselt on tegemist välistoimete alaliigiga AQ2 (üle 25 äikesepäeva aastas), tuleb ette näha kaitseadmed pikseliigpingete eest. Liigpingekaitse rakenduspinge ei tohi olla kõrgem kui II liigpingeklassi kuuluvate seadmete impulssliigpingetaluvus (vt. tabel 44 B).

*Märkus 1.* Liigpinget saab piirata paigaldise liitumispunkti ees paikneva liigpingekaitseadmega, mis on ühendatud kas õhuliiniga või paigaldise ehitisesisese osaga.

*Märkus 2.* Lisakaitseadmed võivad osutada vajalikuks, kui paigaldiselt nõutakse suuremat töökindlust, kui liigpinged võivad põhjustada lisa- (nt. tule-) ohtu või kui lisaohutudega seotud risk peab olema paigaldise käidu seisukohalt äärmiselt väike.

443.3.2.2 Alapunktile 443.3.2.1 vastavat kaitset pikseliigpingete eest võib ehitise paigaldises realiseerida

- II liigpingeklassile vastava impulssliigpingelahendiga (vt. ka jaotis 534);
- muude võtetega, mis tagavad liigpinge samasuguse järkjärgulise vähenemise.

*Märkus.* Juhised jadamisi (astmeliselt) paiknevate impulssliigpingelahendite valikuks on väljatöötamisel.

### 443.4 Paigaldise elektriseadmete valik

443.4.1 Elektriseadmed tuleb valida selliselt, et nende nimi-impulssliigpingetaluvus ei oleks väiksem kui tabelis 44 B nõutav väärtus. Tabelis 44 B esitatud väärtustest tuleb lähtuda ka tootestandardite väljatöötamisel.

*Märkus.* Nimi-impulssliigpingetaluvus on määratletud seadme valmistaja poolt kas kogu seadme või selle osa kohta ja iseloomustab normatiivselt defineeritud viisil isolatsiooni liigpingetaluvust (IEC 664-1, p. 1.3.9.2).

443.4.2 Seadmeid, mille impulssliigpingetaluvus on väiksem kui tabelis 44 B nõutu, võib kasutada suurema lubatava kahjustusriskiga juhtudel. Impulssliigpingelahendid ja nendega jadamisi ühendatavad kaitsevahendid peavad kindlalt vastu pidama jaotises 442 käsitletud *kestvatele* liigpingetele.



## 444 KAITSE ELEKTROMAGNETILISTE HÄIRETE EEST

### 444.0 Sissejuhatus

Käesolev jaotis käsitleb elektripaigaldiste kaitset elektromagnetiliste häirete (ingl *electromagnetic interference, EMI*) eest. Viimased võivad häirida või kahjustada nt. andmeedastussüsteemide ja elektron-elemente sisaldavate elektriseadmete vooluahelaid.

Pikne, lülitustoimingud, lühised jm. elektromagnetilised nähtused võivad põhjustada liigpingeid ja elektromagnetilisi häireid, eriti kui paigaldis sisaldab

- suuri metallilisi voolukontuure,
- eri liinidena paiknevaid tugev- ja nõrkvoolujuhistikke.

Indutseeritud häirepinge sõltub piksevoolu muutumise kiirusest ( $di/dt$ ) ja eelnimetatud voolukontuuri mõõtmetest.

Tugevvoolukaablid, mida läbib suur ja kiiresti muutuda võiv vool (nt. liftide ja pooljuhtmuundurite kaablid), võivad põhjustada andmetöötlussüsteemide kaablites selliseid liigpingeid, mille toimel võib moonutada või hävida edastatav teave või kahjustada andmetöötlus- vms. seadmed.

Meditsiiniruumide lähedal võivad elektriseadmete elektromagnetväljad häirida meditsiiniseadmeid; võtted nende häirete vältimiseks on esitatud käesoleva eeskirja jaotises 710.

Käesolevas jaotises on esitatud elektromagnetiliste häirete vältimise üldpõhimõtted. Konkreetsemad nõuded sisalduvad käesoleva eeskirja muudes osades (nt. jaotises 548) ja IEC standardites IEC 1000 ja IEC 1024 (vt. 444.1).

### 444.1 Normdokumendid

Käesolevas jaotises on arvestatud peale eeskirja EEI 3 teiste osade, peatükkide ja jaotiste veel järgmiste IEC standardite uusimaid trükke:

IEC 742	Isolating transformers and safety isolating transformers - Requirements
IEC 1000-2	Electromagnetic compatibility (EMC) / Part 2: Environment
IEC 1000-5	Electromagnetic compatibility (EMC) / Part 5: Installation and mitigation guidelines
IEC 1024-1	Protection of structures against lightning / Part 1: General principles

### 444.2 Ehitiste elektripaigaldistes kasutatavad võtted elektriseadmete kaitseks elektriliste ja magnetiliste häirete eest

Kõik elektriseadmed peavad vastama elektromagnetilise ühildatavuse nõuetele, mis sisalduvad sellekohastes tootestandardites. Ühtlasi peavad olema täidetud käesoleva eeskirja paragrahvides 515.1 ja 515.3 ning jaotises 548 esitatud nõuded.

Indutseeritud pingete vähendamise käesolevas jaotises kirjeldatud võtete tõhusus sõltub sellekohasest potentsiaalühflustusest, varjestusest, füüsilisest eraldusest, filtrite ja impulssliigpingepiirajate kasutamisest.

Elektripaigaldise projekteerimisel tuleb arvestada ka alljärgnevates punktides nimetatud asjaolusid ja võtteid (vt. ka joon. 44 P).

- 444.2.1 Võimalike häireallikate paigutus häiretundlike seadmete suhtes.
- 444.2.2 Häiretundlike seadmete paigutus tugevasti koormatud jaotuskeskuste, kogumislattide, lattliinide ja tugevvooluseadmete (nt. liftide) suhtes.
- 444.2.3 Filtrite ja/või impulssliigpingepiirkute olemasolu häiretundlike seadmete toiteliinides.
- 444.2.4 Viitega toimivate (kiirelt mööduvate transientnähtuste puhul soovimatut rakendumist vältivate) kaitse-seadmete valik.
- 444.2.5 Varjestamine ja metallkestade kokkuühendamine.
- 444.2.6 Tugevvoolu- ja signaaliedastuskaablite paigaldamine teineteisest piisavalt kaugele, varjestamine teineteisest, ristamine täisnurga all. Tugevvoolu- ja signaaliedastuskaablite paigaldamine piisavalt kaugele püstikliinidest ja varjestamine nendest (vt. IEC 1024 ja joon. 44 Q).
- 444.2.7 Induktiivselt sidestatud voolukontuuride vältimine liinitrasside valikul.
- 444.2.8 Varjestatud ja/või bifilaarpaaride kasutamine signaaliedastuskaableis.
- 444.2.9 Võimalikult lühikeste potentsiaaliühtlustusjuhtide kasutamine.

- 444.2.10 Ühesoonelistest juhtidest koosnevate ahelate paigutamine ühisesse metallkesta.
- 444.2.11 TN-C-juhistikusüsteemi vältimine paigaldistes, mis sisaldavad häiretundlikke seadmeid (vt. joon. 44 L ja 548.3).
- Ehitistes, kus kasutatakse või kus võidakse kasutusele võtta olulisel hulgal andmetöötlusseadmeid, tuleb kaaluda eraldi kaitsejuhi (PE) ja neutraaljuhi (N) kasutamist alates ehitisesisendist, et maksimaalselt vältida liigvoolude ja elektromagnetiliste häirete tekkimist neutraaljuhi voolu kulgemisel signaali-edastuskaablites (vt. joon. 44 L ja 44 M).
- 444.2.12 TN-C-S-juhistikusüsteemi kasutamisel on, olenevalt seadmete ja ehitise kõrvaliste juhtivate osade ühendamisviisist, kaks võimalust elektromagnetiliste häirete vähendamiseks:
- vältida juhistiku TN-C-osa kasutamist ehitises;
  - vältida ühendusi ehitise eri TN-S-osade vahel (vt. joon. 44 M).
- 444.2.13 Elektritoitekaablite ja torustike (vee-, gaasi-, kütte- jm. torude) sisestamine ehitisse ühessamas kohas.
- Kaablite metallmantlid ja varjed ning metalltorud tuleb ühendada ehitise peapotentsiaaliühtlustus- (peamaandus-) lati või -klemmiga (vt. joon. 44 N).
- 444.2.14 Kui ehitises on eraldi talitlevaid potentsiaali-ühtlustussüsteeme, tuleb signaaliedastuses soovitada valguskaablite vm. mittejuhtivate edastusvahendite kasutamist.

*Märkus.* Suurte avalike signaaliedastusvõrkude eri osade erisuguse pinge vältimiseks maa suhtes võivad nende võrkude valdajad soovitada ka teisi võtteid.

#### 444.3 Signaaliedastushäirete vältimine

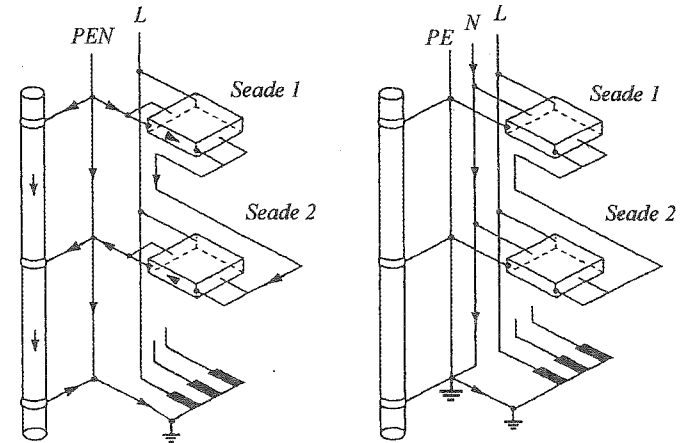
Kui ehitise elektripaigaldis sisaldab PEN-juhti või kui signaaliedastuskaablitele toimivaid elektromagnetilisi häireid ei saa muudel põhjustel välistada (vt. 548.5), tuleb häirete maksimaalseks vähendamiseks kaaluda alljärgnevate võtete kasutamist.

444.3.1 Valguskaablite kasutamine signaalide edastamiseks.

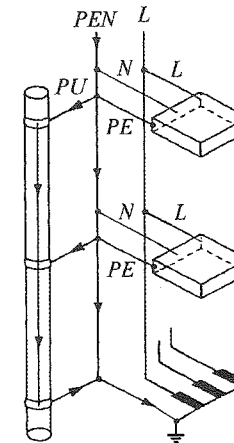
444.3.2 II elektriohutusklassi seadmete kasutamine.

444.3.3 Andmetöötlusseadmete toitmine kohalikest eraldus-trafodest, arvestades seejuures punktide 312.2.3 ja 413.1.5 nõudeid kohalikele IT-süsteemidele või, kui on tegemist kaitseeraldusega (nt. IEC 742 kohaselt valmistatud trafodega), paragrahvi 413.5 nõudeid.

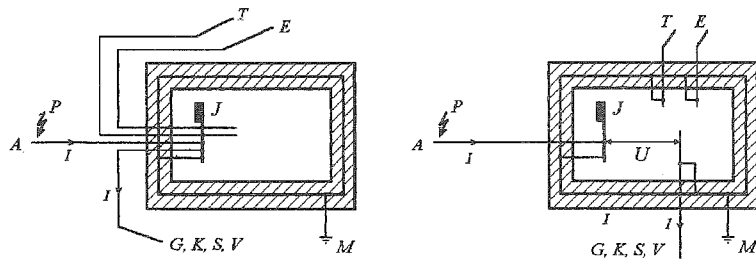
444.3.4 Tugevvoolu- ja signaaliedastuskaablite trasside selline valik, et ei tekiks suurt pindala haaravaid voolukontuure.



Joonis 44 L. Neutraaljuhi voolu vältimine potentsiaaliühtlustussüsteemis TN-S-juhistiku kasutamise abil. Vasakul TN-C-juhistik (neutraaljuhi vool hargneb potentsiaaliühtlustusjuhtidesse), paremal TN-S-juhistik (neutraaljuhi vool läbib ainult neutraaljuhti)

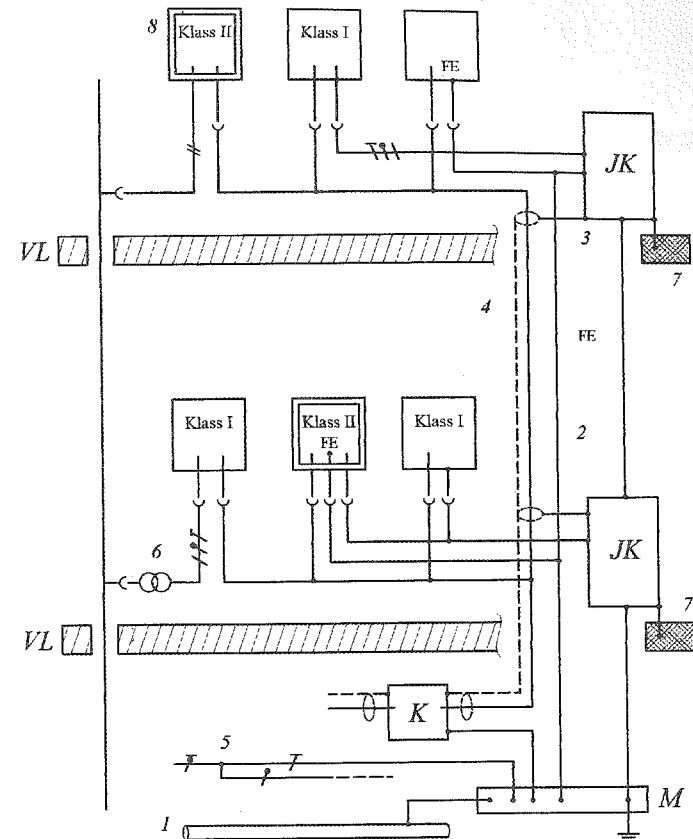


Joonis 44 M. Juhtivate voolukontuuride vältimine eri TN-S-süsteemide vahel TN-C-S-juhistikuga ehitises. Püstjuhistikus on joonisel kasutusel TN-C-süsteem, rõhtjuhistikes TN-S-süsteem. PU võimalik potentsiaaliühtlustusjuht



Joonis 44 N. Metallsoomusega kaablite ja metalltorude sisestamine ehitisse (näited). Vasakul õige sisestusviis (kõigi sisestatavate kommunikatsioonide pinge maa suhtes on 0), paremal ebaõige sisestusviis (eri kommunikatsioonide pinge maa suhtes on erisugune ja võib olla eriti suur pikselöögi korral antenni).

A antenn ja antennikaabel, E elektrivarustus, G gaas, J pea-jaotuskilp, K kanalisatsioon, M vundamendimaandur, P pikselööök, S soojus (kaugküte), T telefon, V vesi; I pikselöögivool, U pinge



Joonis 44 P. Võtted elektromagnetiliste häirete vältimiseks ehitises (näide). 1 kaablid ja metalltorud sisenevad ehitisse ühessamas kohas; 2 varjestus eri kaablite ühisel trassil; 3 potentsiaaliühtlustusjuhgid nii lühikesed kui võimalik ja rööbiti kaabliga; 4 varjega või bifilaarpaaridega signaaliedastuskaablid; 5 TN-C-süsteemi vältimine ehitise tugenvooluvõrgus; 6 eraldustrafo; 7 kohalik rõhtne potentsiaaliühtlustus; 8 kaitseisolatsiooniga (II klassi) seadmed. FE talitusmaandus, JK jaotuskeskus, K andmeedastusliini kaitse, M peamaanduslatt, VL vahelagi

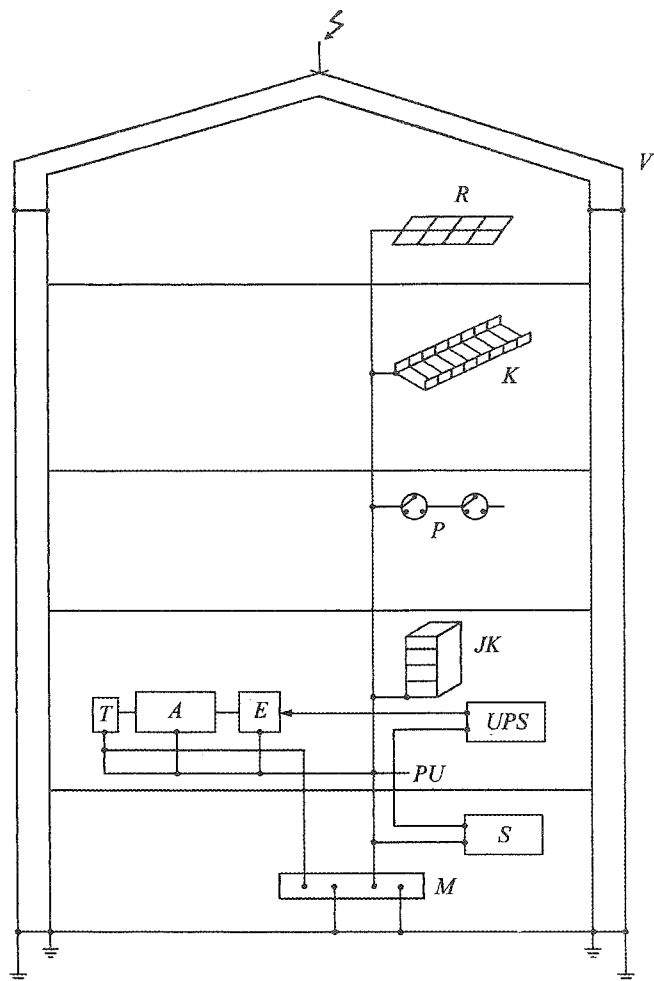
**EKK AS ELEKTRIKONTROLLIKESKUS**

## Elektripaigaldiste sektor...

- ...hindab ja tõendab 1. ja 2. liigi elektripaigaldiste **vastavust** elektrihoutusnõuetele
- ...teeb teenustööna elektrifirmadele elektripaigaldiste **kasutuselevõtukontrollide**
- ...teeb elektripaigaldiste ehitusaegset **järelevalvet**
- ...viib läbi **korralist kontrolli** kõigis elektripaigaldistes
- ...annab elektrihoutuslaseid **konsultatsioone**
- ...teeb elektriprojektide **ekspertiise**

AS ELEKTRIKONTROLLIKESKUS [www.eeinet.ee](http://www.eeinet.ee)

10412 Tallinn	51014 Tartu	30322 Kohtla-Järve	71020 Viljandi	80010 Pärnu	72715 Paide
Telliskivi 59	Ilmatsalu 5	Järveküla tee 66	Pargi 3	Malmö 21	Pärnu 67
tel (2)6129500	tel (27)424644	tel (233)74842	tel (243)54940	tel (244)55540	tel (238)38103
faks (2)6129505	faks(27)409540	faks (233)74841	faks (243)54941	faks (244)79 350	faks(238)38104
ekk@eeinet.ee	tartu@eeinet.ee	viru@eeinet.ee	viljandi@eeinet.ee	parnu@eeinet.ee	paide@eeinet.ee



Joonis 44 Q. Ehitise maandussüsteemi kujundus (näide).  
*A* andmetöötlusseade, *E* ehitise elektroonikaseadmed, *JK* jaotuskeskus, *K* kaabliriul, *M* peamaanduslatt, *P* pistikupesad, *PU* kohalik potentsiaaliühendus, *R* raudbetoonarindite armatuur, *S* ehitise sisestuskilp, *T* telefon, *UPS* katkestusvaba toitesead, *V* piksemaandusjuht

## 45 ALAPINGEKAITSE

### 451 ÜLDNÕUDED

**451.1** Kui pinge alanemine või kadumine ja sellele järgnev taastumine võib põhjustada ohtu inimestele, koduloomadele või omandile, tuleb kasutada vastavaid kaitsemeetmeid. Neid tuleb kasutada ka siis, kui osa paigaldisest või tarvititest võib pinge alanemise tõttu kahjustuda. Alapingekaitset ei nõuta, kui inimestele ohtu ei ole, paigaldise või tarviti kahjustumisega aga peetakse võimalikuks leppida.

**451.2** Alapingekaitseade võib rakendada viitega, kui kaitstav paigaldiseosa talub lühiajalist alapinget või lühiajalist pingekatkestust.

**451.3** Kui kasutatakse kontaktoreid, ei tohi nende välja- ja tagasilülitamisel tekkiv viide takistada nende kohest väljalülitamist juhtimis- ja kaitseadmete toimel.

**451.4** Alapingekaitse tuleb sobitada elektriseadmete käivitus- ja käiduoludega.

**451.5** Kui kaitseadme kasutamisel ettenähtud tagasilülitumine võib põhjustada ohuolukorda, ei tohi see toimuda automaatselt.

## 46 KAITSELAHUTUS- JA MUUD LÜLITUS-TOIMINGUD

### 460 SISSEJUHATUS

Käesolevas peatükis käsitletakse kohalikke ja kaugjuhtimisega mitteautomaatseid kaitselahutus- jm. kaitseväljalülitustoiminguid, mille eesmärk on elektripaigaldiste, elektriseadmete ja -masinate käiduga seotud ohuolukordade tekkevõimaluste kõrvaldamine või takistamine.

### 461 ÜLDNÕUDED

461.1 Iga kaitselahutus- vm. kaitseväljalülitusseade peab rahuldama jaotise 537 nõudeid.

461.2 TN-C-süsteemi PEN-juhis ei tohi olla kaitselahutusega muid väljalülitusvõimalusi. TN-S-süsteemi neutraaljuhis ei pruugi kaitselahutusega muid väljalülitusvõimalusi olla, kui neutraaljuhti saab lugeda tõhusalt maandatuks.

*Märkus.* Kaitselahutus- ega väljalülitusvõimalusi ei tohi olla ühegi juhistikusteemi kaitsejuhis (vt. ka 543.3).

461.3 Käesolevas peatükis esitatud meetmed ei asenda peatükkides 41 ... 45 kirjeldatud kaitsemeetmeid.

## 462 KAITSELAHUTAMINE

462.1 Iga vooluahelat peab saama elektriohutust tagaval viisil lahutada igast pingestatud toitejuhust (erandid vt. 461.2).

Kui käiduolud lubavad, võib mitme vooluahela kaitselahutuseks kasutada ühtsama seadet.

462.2 Asjakohaste meetmetega tuleb tagada, et elektriseadmed ei satuks pinge alla juhuslikult.

*EE märkus.* Sellekohasteks käesolevale eeskirjale vastavateks meetmeteks võivad olla eraldi või samaaegselt

- lukustamine,
- paigutamine lukustatavasse ruumi või kesta.

Peale nende on soovitatav kasutada hoiatussilte.

Lisameetmena, kui seda nõuavad elektriohutuseeskirjad, võidakse ette näha maandamine ja/või lühistamine.

462.3 Kui elektriseade või kest sisaldab pingestatud osi, mis on ühendatud enam kui ühe toiteahelaga ja kui ei ole blokeeringut, mis tagab kõigi nende ahelate üheaegse kaitselahutuse, tuleb ette näha kohtkindel hoiatussilt, mis teadvustab inimesele, kes võib pääseda pingestatud osade juurde, vajaduse lahutada need osad kõigist toiteallikatest.

462.4 Vajaduse korral tuleb ette näha sobivad seadmed mahtuvuslike ahelaelementide tühjendamiseks neil säilinud elektrilaengutest.

## 463 HOOLDEOTSTARBELINE VÄLJALÜLITAMINE

463.1 Kui mehaaniliste hooldetoimingutega võib kaasnedä inimese kahjustamise oht, peab elektrikäidulist seadet saama välja lülitada.

*Märkus 1.* Elektrikäidulise seadme all mõeldakse siin nii pöörlevat masinat kui ka küttekeha või elektromagnetilist seadet.

*Märkus 2.* Hooldetstarbelist väljalülitamist on vaja nt. tõsteseadmete, liftide, eskalaatorite, konveierite ja pumpade mehaanilisel hooldamisel.

*Märkus 3.* Käesolev eeskiri ei puuduta *mitteelektrikäidulisi*, nt. pneumaatilisi, hüdraulilisi ega auru- käidulisi süsteeme; nende puhul ei pruugi ainuüksi elektritoite väljalülitamine olla piisav.

463.2 Sobivate meetmetega tuleb tagada, et elektrikäidulist seadet, kui selle lülitusseade ei ole töö tegija pideva valve all, ei saaks mehaaniliste hooldetoimingute ajal juhuslikult sisse lülitada.

*Märkus.* Sellekohasteks käesolevale eeskirjale vastavateks meetmeteks võivad olla eraldi või samaaegselt

- lukustamine,
- hoiatussilt,
- paigutamine lukustatavasse ruumi või kesta.

## 464 HÄDAVÄLJALÜLITAMINE JA HÄDASEISKAMINE

464.1 Igas seadmestikuosas, milles ootamatu ohuolukord võib nõuda toite väljalülitamist, peab olema ette nähtud *hädaväljalülitusvõimalus*.

*Märkus.* Hädaväljalülitamist on vaja nt. järgmistes paigaldistes:

- põlevvedelikepumplad,
- ventilatsioonipaigaldised,
- suured arvutus- ja andmetöötluspaigaldised,
- kõrgepinge- (sh. reklaam-) valgustuspaigaldised,
- kaubamajad jms. suurehitised,
- elektrotehnilised katsetus- ja uurimispaigaldised,
- kütte- ja katlapaigaldised,
- suurköögid,
- õppelaboratooriumid.

464.2 Elektrilöögiõhu korral peab hädaväljalülitusseade välja lülitama kõik pingestatud juhid, välja arvatud paragrahvis 461.2 nimetatud juhid.

464.3 Hädaväljalülitus- ja hädaseiskamisseadmed peavad toimima võimalikult otseselt väljalülitatavatele toiteahelatele.

Lülitussüsteem peab võimaldama toite väljalülitamist üheainsa lülitustoiminguga.

464.4 Hädaväljalülitusseade ei tohi põhjustada lisaohu tekkimist ega takistada muid ohu kõrvaldamiseks vajalikke toiminguid.

**464.5** Hädaseiskamisseadmed tuleb ette näha juhtudel, mil oht võib tuleneda elektrikäidulistest liikuvatest osadest.

Märkus. Hädaseiskamist on vaja nt. järgmistes paigaldistes:

- eskalaatorid,
- liftid,
- tösteseadmed,
- konveierid,
- elektriajamiga ukсед,
- autopesulad.

## 465 TALITLUSLÜLITAMINE

### 465.1 Üldist

**465.1.1** Iga eraldi juhitava vooluahelaosa jaoks peab olema lülitusseade, mille abil saab sooritada *talitluslülitusi* sõltumatult paigaldise muudest osadest.

**465.1.2** Talitluslülitusseadmed ei pruugi tingimata haarata vooluahela kõiki pingestatud juhte.

Kohtkindlalt paigaldatud neutraaljuhhis ei tohi olla ühepooluselist lülitusseadet.

**465.1.3** Üldreeglina tuleb kõiki juhtimist nõudvaid tarviteid juhtida vastavate talitluslülitusseadmetega.

Üks talitluslülitusseade võib juhtida mitut üheaegselt toimivat seadet.

**465.1.4** Talitluslülitamiseks võib kasutada pistikühendusi, mille nimivool ei ole üle 16 A.

**465.1.5** Talitluslülitusseadmed, mille abil tarvitid lülitatakse ümber ühelt toitelt teisele, peavad toimima kõigile pingestatud juhtidele. Peale selle peavad nad välistama toiteallikate paralleeltalitluse, kui need ei ole selleks spetsiaalselt ette nähtud.

Toite ümberlülitamisel ei tohi katkestada PEN- ega muid kaitsejuhte.

### 465.2 Abiahelad

Abiahelate skeemid, aparaatuur, paigaldus ja kaitse peavad võimalust mööda välistama ohud (nt. valerakendumised), mis võiksid tekkida abiahelate ja muude juhtivate osade vahelistel riketel.

### 465.3 Mootorite juhtimine

**465.3.1** Mootori juhtimisahel peab välistama mootori isekäivitumise pinge taastumisel pärast mootori seiskumist alapinge või pingekatkestuse tõttu, kui selline käivitumine võiks olla ohtlik.

**465.3.2** Vastulülituspäidurduse kasutamisel tuleb tagada, et mootori pöörlemis-suund päidurduse lõpus, kui see võiks olla ohtlik, ei muutuks.

**465.3.3** Kui ohutus sõltub mootori pöörlemis-suunast, tuleb tagada, et pöörlemis-suund ei muutuks nt. ühe faasi katkemisel ja et mootor faaside vahetumisel vastupidises suunas ei käivituks.



- 47 KAITSEVIISIDE RAKENDAMINE**
- 470 ÜLDIST**
- 470.1** Kaitseviise tuleb rakendada igas paigaldises, paigaldiseosas ja elektriseadmes vastavalt käesoleva peatüki nõuetele.
- 470.2** Kaitseviiside valikul ja rakendamisel tuleb arvestada välisfaktoreid peatükis 48 ettekirjutataval viisil.
- 470.3** Kaitse tuleb realiseerida
- a) elektriseadmete eneste valiku abil,  
 b) rakendades kaitseviise paigaldamisel või  
 c) mõlema meetodi ühitamise teel.
- 470.4** Kui ühessamas paigaldises või selle osas kasutatakse eri kaitseviise, tuleb takistada nende omavahelisi ohtlikke toimeid.

- 471 KAITSE ELEKTRILÖÖGI EEST**
- 471.1** Kaitse otsepuute eest (puutekaitse)
- Otsepuutekaitses tuleb kasutada jaotistes 411 ja 412 vaadeldud kaitseviise.
- 471.2** Kaitse kaudpuute puhul (puutepingekaitse)
- 471.2.1** Peale punktis 471.2.2 esitatud erandi tuleb kõigi elektriseadmete puutepingekaitses rakendada mõnda peatükis 411 või 413 esitatud kaitseviisi. Ühtlasi tuleb täita alapunktide 471.2.1.1 ... 471.2.1.3 nõudeid.
- 471.2.1.1** Automaatset väljalülitamist (413.1) tuleb kasutada kõigis paigaldistes, väljaarvatult need osad, milles on kasutatud alapunktile 471.2.1.2 või 471.2.1.3 vastavaid kaitseviise.
- 471.2.1.2** Kui automaatset väljalülitamist on tegelikkuses raske paragrahvi 413.1 nõuete kohaselt rakendada või kui see ei ole soovitav, võib teatud osa paigaldisest kaitsta isoleerümbrusega (413.3) või maast isoleeritud kohaliku potentsiaaliühtlustusega (413.4).
- 471.2.1.3** Igas paigaldises, kitsamalt aga igas mingis seadmes või paigaldiseosas võib kasutada
- SELV- või PELV-väikepinget (411.1),
  - II klassi elektriseadmeid või nendega samaväärselt isoleeritud elektriseadmeid (413.2),
  - kaitseeraldust (413.5).

**471.2.2** Puutepingekaitset ei vaja järgmised elemendid:

- õhuliinide isolaatorite konksud ja tugipoldid ning nendega ühendatud metallosad (õhuliiniarmatuur), kui need paiknevad väljaspool puuteküündivust (412.4);
- raudbetoonmastid, kui nende sarruse puudutamine ei ole võimalik;
- sellised pingelid juhtivad osad, mille puudutamine nende väiksuse (kuni u. 50 x 50 mm) või kättesaamatu paigutuse tõttu ei ole võimalik või mis ei saa olulisel määral kokku puutuda inimkehaga ning mille ühendamine kaitsejuhiga oleks raske või ebatöökindel;
- (EE) metalltorud või muud metallkestad, mis kaitsevad elektriseadmeid p. 413.2 kohaselt;
- (EE) isoleerpõrandaga kuiva ruumi paigaldatud kuulojuhtme metallkest.

*Märkus.* Kolmandana mainitu käib nt. poltide, neetide, andmesiltide, juhtide kinnitusdetailide jms. kohta.

*EE märkus.* Eraldi kaitset ei vaja ka kilpidele kinnitatud mõõteriistade, releede jms. kered.

**471.2.3** Kui kaitsena kasutatakse toite automaatset väljalülitamist, tuleb väljas paiknevaid või väljas kasutatavate seadmete tõenäolist toidet võimaldavaid pistikupesimimivooluga kuni 20 A kaitsta rikkevoolukaitse-lülititega, mille nimirakendusvool ei ole üle 30 mA.

*Märkus 1.* Kui paigaldises nähakse ette teisaldatavate seadmete kasutamist väljas, soovitatakse üks või mitu neid seadmeid toitvat pistikupesa paigaldada välja.

*Märkus 2.* Muud juhtumid, mis nõuavad 30 mA nimirakendusvooluga rikkevoolukaitse-lülitite kasutamist, on esitatud osas 7.

*Märkus 3.* Kui kaitsena kasutatakse toite automaatset väljalülitamist, on 30 mA nimirakendusvooluga rikkevoolukaitse-lülitid eriti soovitatavad paragrahvile 412.5 vastava lisakaitseviisina nende kuni 20 A nimivooluga pistikupesade jaoks, mida kasutavad elektrikutseoskuset või mitteohuteadlikud (tava-)isikud.

**473 LIIGVOOLUKAITSE**

*Märkus.* Käesoleva jaotise nõuded ei arvesta välisfaktorite toimet. Vastavaid lisakaitseviise käsitletakse peatükis 48.

**473.1 Liigkoormuskaitse****473.1.1 Liigkoormuskaitse seadmete paigutus**

**473.1.1.1** Liigkoormuskaitse seadmed tuleb paigutada kõikjale, kus juhi lubatav koormus sel määral väheneb, et eelpoolne kaitse seade selle kaitset enam ei taga; erandid on loetletud alapunktis 473.1.1.2 ja punktis 473.1.2.

Lubatav koormus võib väheneda, kui muutub

- juhi ristlõige,
- juhi paigaldusviis või
- juhi liik.

**473.1.1.2** Liini liigkoormuskaitset võib paigutada kaitstava liini mis tahes punkti, kui muutuskoha ja kaitseadme paigutuskoha vahel ei ole hargnevusi ega pistikupesi. Peale selle tuleb täita üht kahest järgmisest nõudest:

- a) liin on jaotise 434 nõuete kohaselt kaitstud lühiste eest;
- b) juhistikku pikkus muutuskoha järel ei ole üle 3 m, selle ehitus on valitud vähima võimaliku lühiseohtu tagamise põhimõttel ja see ei paikne põlevaine läheduses (vrld. 473.2.2.1).

#### **473.1.2 Liigkoormuskaitsest loobumine**

Käesolevas punktis vaadeldavad erijuhtumid ei kehti paigaldiste kohta, mis peavad rahuldama erinormatiivide nõudeid (nt. tule- ega plahvatusohtlike ruumide kohta).

Liigkoormuskaitset ei nõuta

- a) juhistikus, mis paikneb ristlõike, liigi või paigaldusviisi muutuse kohast koormuse pool, kui toitepoole kaitseadme kaitseb juhistikku ka liigkoormuse eest;
- b) juhistikus, mille liigkoormus ei ole tõenäoline, mis on jaotise 434 nõuete järgi lühiste eest kaitstud ning milles ei ole haruühendusi ega pistikupesi;
- c) side-, juhtimis-, signaalsüsteemi- jms. abivooluahelad, kuna nende liigkoormust võib lugeda ebatõenäoliseks.

*Märkus.* Lõigus c nimetatud juhistikke liigkoormuskaitse nõuded on väljatöötamisel.

#### **473.1.3 Liigkoormuskaitse paigutamine või sellest loobumine IT-süsteemides**

Punktide 473.1.1 ja 473.1.2 sätted liigkoormuskaitse kaugemalepaigutamise või ärajätmise kohta kehtivad IT-süsteemis ainult siis, kui kõigis liigkoormuskaitseta ahelates on rikkevoolukaitselüliti või kui kõik sellistest ahelatest toidetavad elektriseadmed ja juhistik on kaitstud paragrahvis 413.2 loetletud viisidel.

#### **473.1.4 Liigkoormuskaitsest loobumine turvalisuskaalutlustel**

Liigkoormuskaitsest on soovitatav loobuda selliseid elektriseadmeid toitevates vooluahelates, mille toiteootamatu katkemine võib olla ohtlik.

Selliste ahelate hulka kuuluvad nt.

- pöörlevate masinate ergutusahelad,
- tõstemagnetite toiteahelad,
- voolutrafode sekundaarahelad,
- turva- (nt. tulekustutus-) seadmete toiteahelad.

*Märkus.* Taolistes vooluahelates tuleb kaaluda liigkoormussignaalsüsteemi kasutamist.

#### **473.2 Lühisekaitse**

##### **473.2.1 Lühisekaitse seadmete paigutus**

Lühisekaitse tuleb paigutada iga vooluahela algusesse ja kõikjale, kus juhi lubatav lühisvool juhi ristlõike, isolatsiooniliigi vm. muutuse tõttu sel määral väheneb, et eelpoolne kaitseadme lühisekaitset enam ei taga. Erandid on loetletud punktides 473.2.2 ja 473.2.3.

**473.2.2 Lühisekaitseadmete muuviisiline paigutus**

*Käesolevas punktis vaadeldavad erandid ei kehti paigaldistes, mis peavad rahuldama erinormatiivide nõudeid (nt. tule- ega plahvatusohtlikes ruumides).*

Lühisekaitseadet võib paigutada punktis 473.2.1 sätestatust erinevalt, kui on täidetud alapunktide 473.2.2.1 või 473.2.2.2 tingimused.

**473.2.2.1** Juhistiku osa, mis paikneb ristlõike vähenemise vm. muutuskoha ja kaitseadme paigutuskoha vahel, peab rahuldama kõiki kolme alljärgnevat nõuet:

- a) selle pikkus ei ole üle 3 m;
- b) paigaldus on valitud selline, et lühiseoht on võimalikult väike;
- c) paigaldusviis ei põhjusta tuleohtu ega ohtu inimestele.

*Märkus.* Nõuet **b** võidakse täita nt. juhistiku parema kaitsega välistoimete eest.

**473.2.2.2** Lühisekaitseadet võib paigutada juhi ristlõike vähenemiskohast vm. muutuskohast toite poole, kui selle rakendumisparameetrid rahuldavad juhi muutunud osa jaoks punkti 434.3.2 nõudeid.

**473.2.3 Lühisekaitsest loobumine**

Lühisekaitset ei nõuta

- liinides, mis ühendavad generaatoreid, trafosid, alaldeid või akusid nende juurde kuuluvate jaotuskeskustega, kui lühisekaitseadmed paiknevad jaotuskeskuses;
- vooluahelates, mille katkemine võib seada ohtu toidetava paigaldise nagu punktis 473.1.4 mainitud juhtudel;
- mõnedes mõõteahelates.

Seejuures peavad olema täidetud järgmised kaks tingimust:

- a) juhistik paigaldatakse selliselt, et lühiseoht on võimalikult väike (vt. 473.2.2.1, b);
- b) juhistik ei paikne süttivate ainete läheduses.

**473.2 Rööbiti ühendatud juhtide lühisekaitse**

Ükssama lühisekaitse võib kaitsta mitut rööbiti ühendatud juhti, kui kaitseadme omadused ja juhtide paigaldusviis on omavahel sobitatud; kaitseadme valikut käsitleb ka ptk. 53.

**473.3 Kaitse valik vooluahela liigi järgi****473.3.1 Faasi- jm. äärejuhtide kaitse**

**473.3.1.1** Kõik äärejuhitud tuleb varustada liigvoolukaitsega, mis peab välja lülitama liigvoolust läbitud äärejuhi, kuid ei pruugi välja lülitada muid tööjuhte (erandid vt. 473.3.1.2).

**473.3.1.2** Neutraaljuhita TT-süsteemi faasijuhtide vahelt toidetava ahela ühes faasijuhis võib liigvoolukaitse ära jätta, kui on täidetud järgmised kaks tingimust:

- a) samas ahelas või selle toitepoolel on diferentsiaalkaitse, mis lülitab välja kõik faasijuhid;
- b) löigus a nimetatud diferentsiaalkaitsest koormuse pool ei kasutata tehisneutraalpunktist lähtuvat neutraaljuhti.

*Märkus.* Kui üheainsa faasijuhi väljalülitamine võib põhjustada ohtu (nt. kolmefaasilistele mootoritele), tuleb võtta piisavad meetmed selle ohu vältimiseks.

## 473.3.2 Neutraaljuhi kaitse

### 473.3.2.1 TT- ja TN-süsteemid

- a) Kui neutraaljuhi ristlõige on vähemalt sama suur kui faasijuhi oma, ei pruugi neutraaljuhisis olla liigvoolukaitset ega muud väljalülitusseadet.
- b) Kui neutraaljuhi ristlõige on väiksem kui faasijuhil, tuleb neutraaljuht varustada tema ristlõikele vastava liigvoolukaitsega. See kaitse peab välja lülitama faasijuhid, kuid ei pruugi välja lülitada neutraaljuhti. Neutraaljuhi liigvoolukaitse võib ära jätta, kui on täidetud järgmised kaks tingimust:
  - neutraaljuht on kaitstud lühise eest faasijuhtide kaitseseadmete abil;
  - neutraaljuhi suurim võimalik normaaltalitusvool ei ületa tema kestmisvõime lubatavat koormusvoolu.

*Märkus.* Viimasena nimetatud tingimus on täidetud, kui koormus jaguneb võimalikult ühtlaselt eri faaside vahel, nt. kui ühe faasi ja neutraaljuhi vahele ühendatud tarviti (valgusti, pistikupesa vms.) võimsus on palju väiksem kui kogu kolmefaasilise ahela edastatav võimsus. Neutraaljuhi ristlõige ei tohi olla väiksem kui peatükis 52 nõutav väärtus.

### 473.3.2.2 IT-süsteemid

IT-süsteem soovitatakse üldreeglina kujundada ilma neutraaljuhita. Kui see siiski on osutunud vajalikuks, peab iga vooluahela neutraaljuhisis olema liigvoolukontrolliseade, mis liigvoolu tekkel toimib vooluahela kõigi juhtide, sealhulgas ka neutraaljuhi väljalülitamiseks. Selline kontrolliseade ei ole vajalik, kui

- neutraaljuht on lühise eest tõhusalt kaitstud toitepoolse, nt. paigaldise toitepunktis paikneva kaitseseadme abil vastavalt paragrahvi 434.3 nõuetele või kui
- vooluahel on kaitstud rikkevoolukaitselülitiga, mille nimivool ei ole suurem kui 0,15-kordne vastava neutraaljuhi kestmisvõime lubatav koormusvool; see lüliti peab välja lülitama vooluahela kõik tööjuhid, sealhulgas neutraaljuhi.

### 473.3.3 Neutraaljuhi välja- ja tagasilülitamine

Kui nõutakse neutraaljuhi väljalülitumist, ei tohi see toimuda enne faasijuhte; tagasilülitumine peab toimuma kas üheaegselt faasijuhtidega või enne neid.

EE. Ülevaade punktide 473.3.1 ja 473.3.2 nõuetest faasi- ja neutraaljuhtide kaitsele

Süsteem	Ahela tüüp (L faasijuhtid, N neutraaljuht)				
	3L + N		3L	L+N	2L
	$s_N \geq s_L$	$s_N < s_L$			
	LLL N	LLL N	LL	L N	L L
TN-C	●●●○	●●●○ <sup>1</sup> ●●●○ <sup>2</sup>	●●●	●○	●●
TN-S	●●●○	●●●○ <sup>1</sup> ●●●○ <sup>2</sup>	●●●	●○	●●
TT	●●●○	●●●○ <sup>1</sup> ●●●○ <sup>2</sup>	●●● <sup>3</sup>	●○	●● <sup>3</sup> ○ <sup>3</sup>
IT	[●●●○]	[●●●○] <sup>4</sup> [●●●○] <sup>4</sup>	●●●	[●○] <sup>4</sup>	●●

$s_L$  faasijuhi ristlõige,  $s_N$  neutraaljuhi ristlõigejuht

● vajab liigvoolukaitset

○ juht ei vaja liigvoolukaitset

[ ] mittesoovitav ahelatüüp

<sup>1</sup> PEN-juhti ei tohi katkestada (473.3.2.1, märkus 2).

<sup>2</sup> Kui neutraaljuht on muul viisil kaitstud ja kui ühtlasi tema normaaltalitusvool ei ületa lubatavat koormusvoolu (473.3.2.1, b).

<sup>3</sup> Diferentsiaalkaitse olemasolul (472.3.1.2).

<sup>4</sup> Kui neutraaljuht on lühisvoolude eest toitepoolse kaitseseadmega kaitstud või kui kasutatakse rikkevoolukaitseülilitit, mille nimirakendusvool ei ületa 0,15-kordset neutraaljuhi kestmise lubatavat voolu (473.3.2.2).

## 48 VÄLISTOIMETE ARVESTAMINE KAITSEVIISIDE VALIKUL

### 481 KAITSE ELEKTRILÖÖGI EEST

#### 481.1 Üldist

481.1.1 Paragrahvi 481.2 nõuded sätestavad välisloimete arvestamist peatükis 41 määratletud kaitseviiside valikul.

*Märkus 1.* Elektrilöögakaitse valikul on tegelikult oluline ainult järgmiste välisloimete arvestamine:

- inimeste pädevus (BA),
- inimkeha elektriline takistus (BB),
- inimeste ühendatus maa potentsiaaliga (BC).

*Märkus 2.* Muud välisloimed ei mõjuta elektrilöögakaitse valikut peaaegu üldse, kuid neid tuleb arvestada seadmete valikul (vt. ptk. 51, tabel 51 A).

481.1.2 Kui antud välisloimete kombinatsioon võimaldab valida mitmeid kaitseviise, on sobivaim kaitseviis määratud kohalike oludega ja kasutatavate seadmete omadustega.

*Märkus.* Eripaigaldiste ja eriolude korral kohaldatakse käesoleva eeskirja 7. ja (EE) 8. osa nõudeid.

**481.1.3 Lähtenormatiivid**

Käesoleva jaotise sätted põhinevad peatükkidel 41 (Kaitse elektrilöögi eest) ja 51 (Elektriseadmete valiku ja paigaldamise üldsätted) ning jaotistel 704 (Ehitus-, remondi- ja lammutuspaigad) ja 705 (Põllundus- ja aiandusehitised).

**481.2 Kaitse otsepuute eest (puutekaitse)**

**481.2.1** Kaitset pingestatud osade isoleerimisega (412.1) ja kaitset katete või kestade kasutamisega (412.2) võib kasutada mis tahes välistoimete korral.

**481.2.2** Kaitset tökete abil (412.3) ja kaitset paigaldamisega väljapoole puuteküündivust (412.4) võib kasutada ruumides või aladel, kuhu pääsevad ainult ohuteadlikud (BA4) või elektrialaisikud (BA5), kes on antud tööks asjakohaselt juhendatud; peale selle peavad olema täidetud järgmised tingimused:

- kasutatav nimipinge ei ületa II pingepiirkonna piire;
- alapunktide 481.2.4.1 ja 481.2.4.3 nõuded on rahuldatud;
- ruum või ala on selgelt ja nähtavalt märgistatud.

**481.2.3** Kaitse otsepuute eest tuleb ette näha kõigis paigaldistes, sõltumata teenindus- ja hoolduspersonali elektrotehnilisest kvalifikatsioonist.

**481.2.4** Elektripaigaldiste (sh. elektriruumide) normaaltalitusel ei tohi põhikaitseviisina otsepuute eest kasutada kaitsetõkkeid, kuna neid ei saa lugeda elektriohutuse tagamisel piisavalt tõhusateks.

*Märkus.* Punktide 481.2.3 ja 481.2.4 nõuded on IEC lähtetekstiga võrreldes rangemad, kuid kooskõlas Soome, Rootsi ja teiste Põhjamaade samalaadsete eeskirjadega. IEC lähtetekstis sisalduvad alapunktid 481.2.4.1 ja 481.2.4.2 on välja jäetud, kuna nad ei ole käesolevas eeskirjas kooskõlas punktis 481.2.4 formuleeritud rangema üldsättega.

**481.2.4.3** Ruumis, kus hooldus- või teenindusvahekäigu pikkus on üle 20 m, peab vahekäigu mõlemas otsas olema väljapääs.

*Märkus.* Lühema vahekäigu korral, alates pikkusest 6 m, on väljapääs mõlemas otsas soovitatav.

**481.3 Puutepingekaitse valik**

**481.3.1** Kõigis paigaldistes võib kasutada paragrahvile 413.1 vastavat automaatset väljalülitamist.

Kui lubatav vahelduv-puutepinge paigaldises või selle osas on eeskirja 7. osa (nt. jaotiste 704 või 705) sätete kohaselt 25 V, lubatav pulsatsioonivaba alalispuutepinge aga 60 V, võib alapunktide 481.3.1.1 või 481.3.1.2 nõuetest täita ainult üht.

*Märkus 1.* Alapunkti 481.3.1.1 nõudeid kasutatakse juhul, mil lubatav puutepinge on määratletud kogu valmispaigaldise jaoks.

*Märkus 2.* Alapunkti 481.3.1.2 üht nõuetest kasutatakse juhul, mil lubatav puutepinge on määratletud ainult paigaldise osa jaoks.

**481.3.1.1** Paigaldistes või nende osades, milles vastavalt 7. osa (näit. peatükkide 704 ja 705) sätetele on enimalt lubatav vahelduv-puutepinge 25 V, pulsatsioonivaba alalis-puutepinge aga 60 V, tuleb täita alljärgnevaid nõudeid.

- TN- ja IT-süsteemides tuleb enimalt lubatav väljalülitusaeg, erinevalt tabelites 41 A ja 41 B toodust, võtta tabelist 48 A.

Tabel 48 A. Enimalt lubatavad väljalülitusajad

TN-süsteem		IT-süsteem		
Nimi-pinge $U_0$ V	Väljalülitusaeg $t$ s	Nimi-pinge $U_0/U$ V	Väljalülitusaeg $t$ s	
			Neutraaljuht puudub	Neutraaljuht olemas
120	0,35	120...230	0,4	1
230	0,2	230/400	0,2	0,5
277	0,2	277/480	0,2	0,5
400, 480	0,05	400/690	0,06	0,2
580	0,02*	580/1000	0,02*	0,08

$U_0$  pingepinge faasi ja neutraali vahel  
\* Kui sellist väljalülitusaega ei saa tagada, võib osutada vajalikuks kasutada muid kaitseviise (nt. potentsiaaliühthlustust)

- TT-süsteemi korral asendatakse p. 413.1.4.2 nõue nõudega

$$R_A \times I_a \leq 25 \text{ V.}$$

- IT-süsteemi korral asendatakse p. 413.1.5.3 nõue nõudega

$$R_A \times I_d \leq 25 \text{ V.}$$

**481.3.1.2** Paigaldiseosades, milles lubatav vahelduv-puutepinge on käesoleva eeskirja 7. osa vastavate sätete järgi 25 V, lubatav pulsatsioonivaba alalis-puutepinge aga 60 V, võib rakendada paragrahvi 413.1 sätteid, kui on kasutatud üht järgmistest meetmetest:

- lisa-potentsiaaliühthlustust (p. 413.1.6), kusjuures p. 413.1.6.2 valemis väärtus 50 asendatakse väärtusega 25;
- kaitse rikkevoolukaitselüliti abil, mille nimirakendusvool ei ole üle 30 mA.

*Märkus.* Käesoleva alapunkti kohaselt võib kogu paigaldis olla oma suuremas osas kaitstud paragrahvi 413.1 üldnõuete järgi, lisakaitse nõuded aga rakendatud nendes paikades, milles osa 7 nõuab puutepinge piiramist.

**481.3.2** Kaitse II klassi elektriseadmete või samaväärse isolatsiooni kasutamise teel (413.2) on rakendatav kõigis oludes, kui osas 7 ei ole esitatud sellekohaseid piiranguid.

*Märkus.* Turvalisuse tagamiseks on tähtis, et seadmete valikul arvestataks välistoimeid.

**481.3.3** Kaitset kasutuspaiga isoleerimise teel võib kasutada ainult § 413.3 nõuete järgimisel.

**481.3.4** Kaitset kohaliku maandamata potentsiaaliühthlustuse abil (413.4) võib kasutada ainult sellistes oludes, milles inimesel ei ole otsest ühendust maapotentsiaaliga (BC1).



**481.3.5** Kaitset kaitseeralduse abil (413.5) võib kasutada kõigis oludes. Kohtades, kus inimesed on pidevas kokkupuutes metallosadega nagu nt. mahutite sees (BC4), võib seda võtet kasutada ainult ühe seadme toitel ühest eraldustrafost.

**481.3.6** Punkti 411.1.4 kohast SELV- ja punkti 411.1.5 kohast PELV-süsteemi võib kasutada puutepingekaitsena kõigis oludes.

*Märkus 1.* Mõnedel juhtudel nõutakse osas 7, et kaitsevääkepinge oleks väiksem kui 50 V (nt. mitte üle 25 või mitte üle 12 V).

*Märkus 2.* Talitusväikepinge (FELV) kasutamisel tuleb puutepingekaitseks ette näha lisakaitsevõtted (vt. 411.3.3).

**481.3.7** Teatud paigaldistes või nende osades, nt. ruumides, milles inimesed võivad olla kokkupuutes veega, nõuab osa 7 vastav jaotis erimeetmete kasutamist.

## 482 KAITSE TULEKAHJU EEST

### 482.0 Üldist

Käesoleva jaotise nõudeid tuleb arvestada lisaks peatüki 42 nõuetele, kui paigaldised asuvad ruumides, milles on tegemist alljärgnevalt vaadeldavate välistoimetega.

### 482.1 Nõuded evakuatsiooni tagamiseks hädaolukordades

Käesolev paragrahv käsitleb evakuatsiooninõudeid hädaolukordades järgmiste välistoimete korral:

- inimeste väike paiknemistihedus, kuid keerukas evakuatsioon (BD2),
- inimeste suur paiknemistihedus, kuid lihtne evakuatsioon (BD3),
- inimeste suur paiknemistihedus ja keerukas evakuatsioon (BD4).

*Märkus.* Evakuatsiooninõuded võivad olla täpsemalt sätestatud ehitiste ehitus-, rahvakogunemis- ja tuleohutuseeskirjades ja -normides.

#### 482.1.1

Olukordades BD2, BD3 ja BD4 ei soovitata juhistikke paigutada evakuatsiooniteedele. Kui seda ei saa vältida, tuleb kasutada kaableid või selliseid kattepiirdeid või -kesti, mis ei soodusta tule levikut ega kuumene sel määral, et need võiks süttida ehituseeskirjades evakuatsiooniteede materjalidele kehtestatud tulepüsivusaja või, kui see ei ole teada, 30 min jooksul.

*Märkus.* Vastavad katsetusviisid on rahvusvaheliste standarditena väljatöötamisel.

Juhistikud, mis on paigaldatud evakuatsiooniteedele, peavad paiknema väljaspool puuteküündivust või olema kaitstud mehaaniliste kahjustuste eest, mis võivad tekkida inimeste evakueerimise ajal. Evakuatsiooniteedel paiknevad liinid peavad olema võimalikult lühikesed.

**482.1.2** Inimeste suure paiknemistiheduse korral (olukordades BD3 ja BD4) peavad lülitusseadmestikud, välja arvatud evakatsiooni hõlbustamiseks ettenähtud lülitusseadmed, olema kättesaadavad ainult selleks volitatud isikutele.

Kui lülitusseadmed on evakuatsiooniteede ääres, peab nende ehitus või lisakaitse tagama samasuguse tulekindluse nagu teised samas paiknevad seadmed.

**482.1.3** Inimeste suure paiknemistiheduse korral (olukordades BD3 ja BD4) ei tohi evakuatsiooniteede ääres paikneda põlevvedelikke sisaldavaid elektriseadmeid.

*Märkus.* See nõue ei laiene elektriseadmetes (nt. lahenduslampvalgustites ja mootorikäivitites) sisalduvatele üksikutele abikondensaatoritele.

**482.2** Põlevmaterjalide töötlemisest, käsitlemisest või säilitamisest tulenevad nõuded

Käesolevas paragrahvis sätestatakse tuleohtlikust olukorrast BE2 (vt. 322.5) johtuvad nõuded.

*Märkus 1.* Põlevmaterjali lubatavat kogust ning selle all olevat pindala ja ruumala võivad sätestada muud eeskirjad.

*Märkus 2.* Plahvatusohtlike ruumide ja tsoonide kohta kehtivad erieeskirjad, nt. IEC 79-14 (Electrical apparatus for explosive gas atmospheres / Part 14: Electrical installations in explosive gas atmospheres (other than mines)).

**482.2.1** Ruumidesse, milles töödeldakse, käsitletakse või säilitatakse põlevmaterjale, võib paigaldada ainult vältimatult vajalikke elektriseadmeid; juhistik peab vastama punkti 482.2.6 nõuetele.

**482.2.2** Kui elektriseadmete kestadele saab koguneda sel määral tolmu, et see võib põhjustada tulekahjuohtu, tuleb võtta meetmed vältimaks kestade kuumenemist süttimisohtliku temperatuurini.

**482.2.3** Elektriseadmed tuleb valida ja paigaldada nii, et nende kuumenemine normaaltalitusel ega rikete korral ei saaks põhjustada tulekahju.

Seda nõuet saab täita kas seadmete *ehituse* või nende *paigaldusviisi* valikuga.

Erimeetmeid ei ole vaja, kui seadme pinnatemperatuur ei saa põhjustada lähedalolevate esemete ega materjalide süttimist.

**482.2.4** Kaitse-, juhtimis- ja lahutusaparatuur tuleb paigutada väljapoole ruume, milles töödeldakse, käsitletakse või säilitatakse põlevmaterjale; erandiks on aparatuur, mille kaitseaste tolmuvabas ruumis on IP 4X, tolmuosas ruumis aga IP 5X.

**482.2.5** Kui juhistik ei ole paigaldatud mittepõlevasse ainesse, tuleb kasutada meetmeid, et juhistik ei saaks soodustada tule levikut.

Selle nõude täitmiseks võib kasutada nt. juhtmeid ja kaableid, mis rahuldavad katsetusstandardit IEC 332-1 (Tests on electric cables under fire conditions / Part 1: Test on a single vertical insulated wire or cable).

*Märkus.* Seda standardit rahuldavad nt. polüvinüülkloriidkestaga (või polüvinüülkloriidi asendavast, sama raskelt süttivast halogeenivabast materjalist kestaga - *EE*) juhtmed ja kaablid.

**482.2.6** Juhistik, mis kulgeb läbi ruumide, kus töödeldakse, käsitletakse või säilitatakse põlevmaterjale (BE2), peab rahuldama alljärgnevaid nõudeid:

- juhistik peab olema paigaldatud p. **482.2.5** kohaselt;
- juhistikus tohib olla liiteid ainult juhul, kui need paiknevad sama tulekindlusastmega kestadest nagu muud selles ruumis paiknevad seadmed;
- juhistiku liigvoolukaitse vastab punktile **482.2.11**.

**482.2.7** Elektrilise õhkkütte jaoks vajalik õhk tuleb võtta kohast, milles ei ole põlevtolmu, -aurusid ega -gaase.

Väljuva õhu temperatuur ei tohi põhjustada tulekahjuohtu.

**482.2.8** Automaat- või kaugjuhitavad või pideva valveta elektrimootorid peavad olema kaitstud liigkuumenemiskaitsega.

**482.2.9** Valgustid peavad vastama tuleohtliku ruumi liigile ja nende kesta kaitseaste peab olema vähemalt IP 4X.

Lambid ja valgustite osad peavad olema piisavalt hästi kaitstud võimalike mehaaniliste kahjustuste eest nt. piisavalt tugevate polümeerkestade, võrede või tugeva klaasiga. Kaitsekatted ei tohi olla kinnitatud lambipesa külge, kui see ei ole ette nähtud valgusti ehituses.

**482.2.10** Kui tuleohutuse tagamise eesmärgil on tarvis piirata juhistiku rikkevooludest tingitud ohtu, tuleb vooluahel kaitsta rikkevoolukaitseülilitiga, mille nimirakendusvool ei ole suurem kui 500 mA. Kui sellist kaitseülilitit ei saa kasutada, tuleb ette näha vooluahela isolatsiooni pideva kontrolli seade, mis isolatsiooni rikke korral rakendab tööle vastava hoiatussignaali.

Kui juhistikus ei ole metallkesti, mis on ühendatud kaitsejuhiga, võib juhistikus ette näha signaaljuhi, mis ühtlasi võib täita kaitsejuhi ülesandeid.

**482.2.11** Juhistik, mis kulgeb läbi ruumi, milles töödeldakse, käsitletakse või säilitatakse põlevmaterjale, peab olema varustatud väljaspool ruumi paikneva liigkoormus- ja lühisekaitsega.

**482.2.12** Sõltumatult alapunktide **411.1.4.3** ja **411.1.5.2** nõuetest tuleb SELV- ja PELV-ahelate pingestatud osad, olenemata nende nimipingest,

- paigutada kesta, mille kaitseaste on vähemalt IP 2XB, või
- varustada isolatsiooniga, mis talub vähemalt 1 min kestel teimi-vahelduvpinget 500 V.

**482.2.13** Ruumides, milles töödeldakse, käsitletakse või säilitatakse põlevmaterjale, ei tohi olla PEN-juhte; erandiks on vooluahelad, mis kulgevad läbi nende ruumide.

**482.3 Tule levikut soodustavatest ehitusmaterjalidest tulenevad nõuded**

Käesolevas paragrahvis sätestatakse tuleohtlikust olukorrast CA2 (vt. 323.1) johtuvad nõuded.

**482.3.1 Tuleb kasutada meetmeid tagamaks, et elektripaigaldis ei põhjusta seinte, põrandaga lae süttimist.****482.4 Tule levikut soodustavatest tarinditest tulenevad nõuded**

Käesolevas paragrahvis sätestatakse tuleohtlikust olukorrast CB2 (vt. 323.2) johtuvad nõuded.

**482.4.1 Kui ehitustarindite kuju või mõõtmed võivad põhjustada tule kiiret levikut, tuleb kasutada meetmeid, et elektripaigaldis tule levikut (nt. korstnaefekti tekke tagajärjel) ei soodustaks.**

*Märkus.* Võib kasutada tulekahjusignalisatsiooni, mis teatab tulekahju levikut takistavate seadeldiste rakendumisest, nt. kaablikanalitesse vms. paigutatud tulekindlate sektsioneerimisseadeldiste sulgumisest.

**EE VIIDATUD NORMDOKUMENTIDE LOETELU**

*Sulgudes on paragrahv või punkt, milles dokumendile on viidatud*

A2-94	Rakennusten sähköasennukset (Eessõna)
DIN VDE 0100	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V / Teil 400: Schutzmaßnahmen (Eessõna)
EEE	Elektriseadmete ehituse eeskirjad (Eessõna)
ELSÄK-FS 1994:7	Elsäkerhetsverket. Starkströmföreskrifterna / Elsäkerhetsverkets föreskrifter om utförande och skötsel av elektriska starkströmsanläggningar (Eessõna)
IEC 38	IEC standard voltages (413.1.3.3, 413.1.5.6, 443.1.2)
IEC 79-14	Electrical apparatus for explosive gas atmospheres / Part 14: Electrical installations in explosive gas atmospheres (other than mines) (482.2)
IEC 146-2	Semiconductor convertors / Part 2: Semiconductor self commutated convertors (41.1, 411.1.3.1)
IEC 269	Low-voltage fuses (432.4, 433.2)
IEC 332-1	Tests on electric cables under fire conditions / Part 1: Test on a single vertical insulated wire or cable (482.2 5)

IEC 439-1	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies / Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies (413.2.1.1)
IEC 449	Voltage bands for electrical installations of buildings (444.1.1)
IEC 479-1	Effects of current passing through the human body / Part 1: General aspects (413.1, A.442.1.2)
IEC 536-2	Classification of electrical and electronic equipment with regard to protection against electric shock / Part 2: Guidelines to requirements for protection against electric shock (41.2, 411.1.3.1)
IEC 664	Insulation coordination for equipment within low-voltage systems (413.2.3)
IEC 664-1	Insulation coordination for equipment within low-voltage systems / Part 1: Principles, requirements and tests (Eessõna, 442.1.3, 443, 443.1.2, 443.4.1)
IEC 724	Guide to the short-circuit temperature limits of electric cables with a rated voltage not exceeding 0,6/1,0 kV (434.3.2, 444.3.3)
IEC 742	Isolating transformers and safety isolating transformers - Requirements (411.1.2.1, 444.3.3)
IEC 898	Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations (432.4)

IEC 947	Low-voltage switchgear and controlgear (432.4, 435.2)
IEC 1000-2	Electromagnetic compatibility (EMC) / Part 2: Environment (444.0, 444.1)
IEC 1000-5	Electromagnetic compatibility (EMC) / Part 5: Installation and mitigation guidelines (444.0, 444.1)
IEC 1008-1	Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCB's) / Part 1: General rules (413.1.4.2)
IEC 1009-1	Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBO's) / Part 1: General rules (413.1.4.2)
IEC 1024-1	Protection of structures against lightning / Part 1: General principles (443.1.2, 443.3, 444.0, 444.1, 444.2.6)
IEC 1201	Extra-low voltage (ELV) - Limit values (41.2, 411.1.1)

## IEC TEHNILISES KOMITEES TC 64 VALMINUD IEC PUBLIKATSIOONID

IEC tehnilise komitee TC 64 (Electrical installations of buildings) töö tulemusel on seisuga 01.09.1995 kehtivate eraldi trükistena ilmunud alljärgnevad IEC publikatsioonid:

- 364** Electrical installations of buildings
- 364-1** Part 1: Scope, object and fundamental principles.  
Third edition (1992). - 31 p.
- 364-2** Part 2: Definitions
- 364-2-21** Chapter 21: Guide to general terms.  
First edition (1993). - 15 p.
- 364-3** Part 3 :Assessment of general characteristics.  
Second edition (1993). - 59 p.
- Amendment No. 1 (1994). - 13 p.  
[Clause 321.10]
- 364-4** Part 4: Protection for safety
- 364-4-41** Chapter 41: Protection against electric shock.  
Third edition (1992). - 49 p.
- 364-4-42** Chapter 42: Protection against thermal effects.  
First edition (1980). - 9 p.
- 364-4-43** Chapter 43: Protection against overcurrent.  
First edition (1977). - 11 p.

- 364-4-442** Chapter 44: Protection against overvoltages.  
Section 442 - Protection of low-voltage installations against temporary overvoltages and faults between high-voltage systems and earth.  
First edition (1993). - 41 p.  
[Nimetus korrigeeritud. - *Amendment 1*]
- Amendment 1 (1995). - 7 p.
- 364-4-443** Chapter 44: Protection against overvoltages.  
Section 443 - Protection against overvoltages of atmospheric origin or due to switching.  
Second edition (1995). - 15 p.
- 364-4-45** Chapter 45: Protection against undervoltage.  
First edition (1984). - 5 p.
- 364-4-46** Chapter 46: Isolation and switching.  
First edition (1981). - 9 p.
- 364-4-47** Chapter 47: Application of protective measures for safety. Section 470 - General. Section 471 - Measures of protection against electric shock.  
First edition (1981). - 9 p.
- Amendment 1 (1993). - 3 p. [Subclause 471.2.3]
- 364-4-473** Chapter 47: Application of protective measures for safety. Section 473 - Measures of protection against overcurrent. First edition (1977). - 11 p.
- 364-4-481** Chapter 48: Choice of protective measures as a function of external influences. Section 481 - Selection of measures for protection against electric shock in relation to external influences.  
First edition (1993). - 19 p.

- 364-4-482** Chapter 48: Choice of protective measures as a function of external influences. Section 482 - Protection against fire. First edition (1982). - 9 p.
- 364-5** Part 5: Selection and erection of electrical equipment
- 364-5-51** Chapter 51: Common rules. Second edition (1994). - 23 p.
- 364-5-52** Chapter 52: Wiring systems. First edition (1993). - 45 p.
- 364-5-523** Chapter 52: Wiring systems. Section 523 - Current-carrying capacities. First edition (1983). - 69 p.
- 364-5-53** Chapter 53: Switchgear and controlgear. Second edition (1994). - 21 p.
- 364-5-537** Chapter 53: Switchgear and controlgear. Section 537 - Devices for isolation and switching. First edition (1981). - 11 p.  
Amendment No. 1 (1989). - 5 p.
- 364-5-54** Chapter 54: Earthing arrangements and protective conductors. First edition (1980). - 30 p.  
Amendment No. 1 (1989). - 2 p. [Clause 546.2]
- 364-5-551** Chapter 55: Other equipment. Section 551 - Low-voltage generating sets. First edition (1994). - 17 p.
- 364-5-56** Chapter 56: Safety services. First edition (1980). - 9 p.

- 364-6** Part 6: Verification
- 364-6-61** Chapter 61: Initial verification. First edition (1986). - 17 p.  
Amendment No. 1 (1993). - 25 p.
- 364-7** Part 7: Requirements for special installations
- 364-7-701** Section 701 - Locations containing a bath tub or shower basin. First edition (1984). - 17 p.
- 364-7-702** Section 702 - Swimming pools. First edition (1983). - 13 p.
- 364-7-703** Section 703 - Locations containing sauna heaters. First edition (1984). - 8 p.
- 364-7-704** Section 704 - Construction and demolition site installations. First edition (1989). - 11 p.
- 364-7-705** Section 705 - Electrical installations of agricultural and horticultural premises. First edition (1984). - 9 p.
- 364-7-706** Section 706 - Restrictive conducting locations. First edition (1983). - 9 p.
- 364-7-707** Section 707 - Earthing requirements for the installation of data processing equipment. First edition (1984). - 19 p.
- 364-7-708** Section 708 - Electrical installations in caravan parks and caravans. First edition (1988). - 25 p. (Andmed EEI 3-1:1994 lisas 4 on ebatäpsed)  
Amendment 1 (1993). - 3 p. [Subclause 5.7.1]

<b>364-7-709</b>	Section 709 - Marinas and pleasure craft. First edition (1994). - 31 p.
<b>449</b>	Voltage bands for electrical installations of buildings. First edition (1973). - 7 p.  Amendment No. 1 (1979). - 3 p. [Classification of DC installations]
<b>479</b>	Effects of current passing through the human body.
<b>479-1</b>	Part 1: General aspects. Third edition (1994).-66 p.
<b>479-2</b>	Part 2: Special aspects. Second edition (1987). - 44 p.
<b>536</b>	Classification of electrical and electronic equipment with regard to protection against electric shock. First edition (1976). - 11 p.
<b>536-2</b>	Part 2: Guidelines to requirements for protection against electric shock. First edition (1992). - 37 p.
<b>1140</b>	Protection against electric shock. Common aspects for installation and equipment. First edition (1992). - 25 p.
<b>1200</b>	Electrical installation guide.
<b>1200-52</b>	Part 52: Selection and erection of electrical equipment. - Wiring systems. First edition (1993). - 15 p.
<b>1200-53</b>	Part 53: Selection and erection of electrical equipment. - Switchgear and controlgear. First edition (1994). - 17 p.

**SISUKORD**

Eesõna	3
<b>400.1</b> Üldist	7
<b>41</b> Kaitse elektrilöögi eest	7
<b>411</b> Ühildatud otse- ja kaudpuutekaitse	8
<b>412</b> Kaitse otsepuute eest	16
<b>413</b> Kaitse kaudpuute puhul (puutepingekaitse)	21
<b>42</b> Kaitse kuumustoime eest	43
<b>421</b> Üldist	43
<b>422</b> Kaitse tuleohu eest	44
<b>423</b> Kaitse põletuste eest	47
<b>424</b> Kaitse liigkuumenemise eest	48
<b>43</b> Liigvoolukaitse	49
<b>431</b> Üldist	49
<b>432</b> Kaitseeadmete üldomadused	50
<b>433</b> Liigkoormuskaitse	52
<b>434</b> Lühisekaitse	53
<b>435</b> Liigkoormus- ja lühisekaitse kokkusobitamine	56
<b>436</b> Liigvoolu piiramine toiteallikaga	57
<b>44</b> Liigpingekaitse	58
<b>442</b> Madalpingepaigaldiste kaitse ajutiste liigpingete ja kõrgepingevõrkude maauhenduste eest	58
<b>443</b> Kaitse pikse- ja lülitusliigpingete eest	80
<b>444</b> Kaitse elektromagnetiliste häirete eest	88



45	Alapingekaitse	97
451	Üldnõuded	97
46	Kaitselahutus- ja muud lülitustoimingud	98
460	Sissejuhatus	98
461	Üldnõuded	98
462	Kaitselahutamine	99
463	Hooldeotstarbeline väljalülitamine	100
464	Hädaväljalülitamine ja hädaseiskamine	101
465	Talitluslülitamine	102
47	Kaitseviiside rakendamine	104
470	Üldist	104
471	Kaitse elektrilöögi eest	105
473	Liigvoolukaitse	107
48	Välis toimete arvestamine kaitseviiside valikul	115
481	Kaitse elektrilöögi eest	115
482	Kaitse tulekahju eest	120
	Viidatud normdokumentide loetelu	127
	IEC tehnilises komitees TC 64 valminud IEC publikatsioonid	130
	<i>Andmeid Elektrikontrollikeskuse kohta</i>	94