

# 7 SÄHKÖTURVALLISUUS

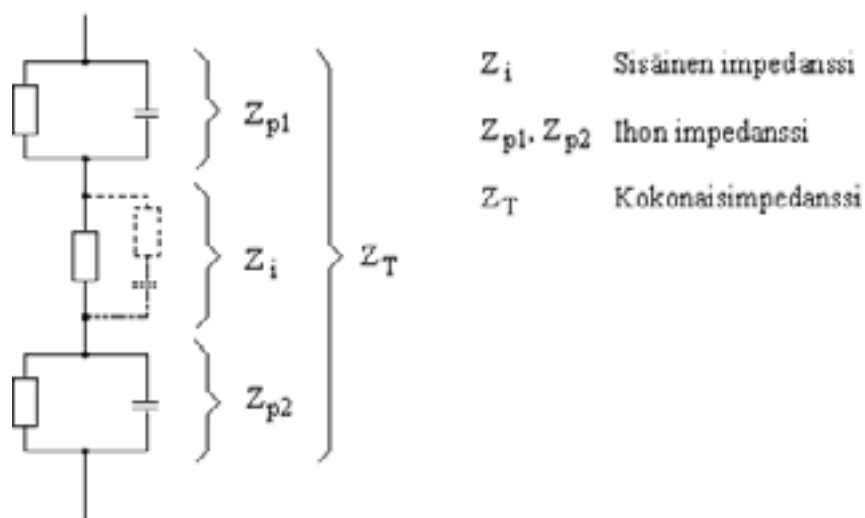
Vakavien sähkötapaturmien määrä on vähentynyt Suomessa jatkuvasti. Vaikka sähkönkäyttö on kasvanut runsaassa 60 vuodessa noin 70-kertaiseksi, on tapaturmien määrä suhteessa kulutukseen romahtanut. Suomessa kuolee kuitenkin vuosittain keskimäärin 3 - 4 ihmistä sähkötapaturmissa. Yleisimmät syyt kuolemaan johtaneisiin tapaturmiin ovat varomattomuus ja omat viritykset tai hölmöily. Valtaosa tapaturmista sattuu tavallisille sähkökäyttäjille 230 V verkkojännitteellä. Vuosina 1930 - 1996 on Suomessa kuollut sähköiskuun yhteensä 810 henkeä. Näistä tavallisten kuluttajien osuus on 72 %. /4/

Tässä luvussa tarkastellaan aluksi ihmistä virtapiirin osana, jotta ymmärretään sähkön vaikutukset ihmisessä. Tämän jälkeen esitetään keinoja ja turvallisuusmääräyksiä turvalliseen sähkökäyttöön. Luvun lopulla käydään läpi kenellä on oikeus tehdä ja minkälaisia sähkötöitä.

## 7.1 Sähkövirran vaikutus ihmiseen

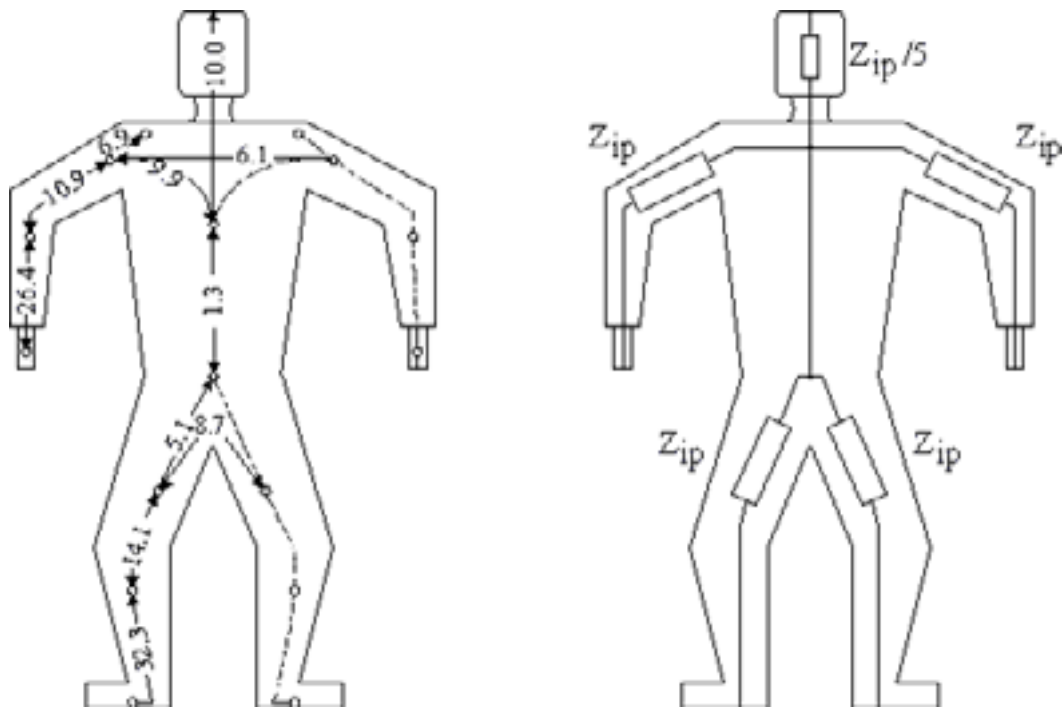
### 7.1.1 Ihmiskehon impedanssi

Sähkövirran vaarallisuus ihmiselle riippuu pääasiassa kehon läpi kulkevan virran suuruudesta ja kestoajasta. Ihmiskehon eri osat - kuten iho, veri, lihakset luusto jne. - muodostavat sähkövirralle tietyn impedanssin, joka koostuu resistiivisistä ja kapasitiivisista komponenteista. Näiden impedanssien arvot riippuvat monista tekijöistä. Näitä ovat erityisesti virtatie, kosketusjännite, virran vaikutusaika, taajuus, ihon kosteus, kosketuspinta-ala, kosketuspaine, lämpötila ja ikä. Kuvassa 7.1 on esitetty ihmiskehon impedanssin sijaiskytkentä. /3/



Kuva 7.1 Ihmiskehon impedanssit. /3/

Kehon sisäisen impedanssin voidaan katsoa olevan suurimmaksi osaksi resistiivinen. Sen arvo riippuu pääasiassa virtatiestä ja kosketuspinta-alasta. Kuvassa 7.2a on esitetty kehon sisäisen impedanssin jakautuminen kehon eri osiin prosentteina virtatien käsi - jalka impedanssista. Esimerkiksi virtatiellä käsi - käsi saadaan noin 20 % pienempi ja käsi - molemmat jalat 25 % pienempi impedanssi kuin virtatiellä käsi - jalka. Käytettäessä kuvaa kehon kokonaisimpedanssin laskemiseen tietyllä virtatiellä on kehon eri osien impedanssit laskettava yhteen ja summaan vielä lisättävä kosketuskohtien impedanssit. Kuvassa 7.2b malli on esitetty yksinkertaistettuna. /3/

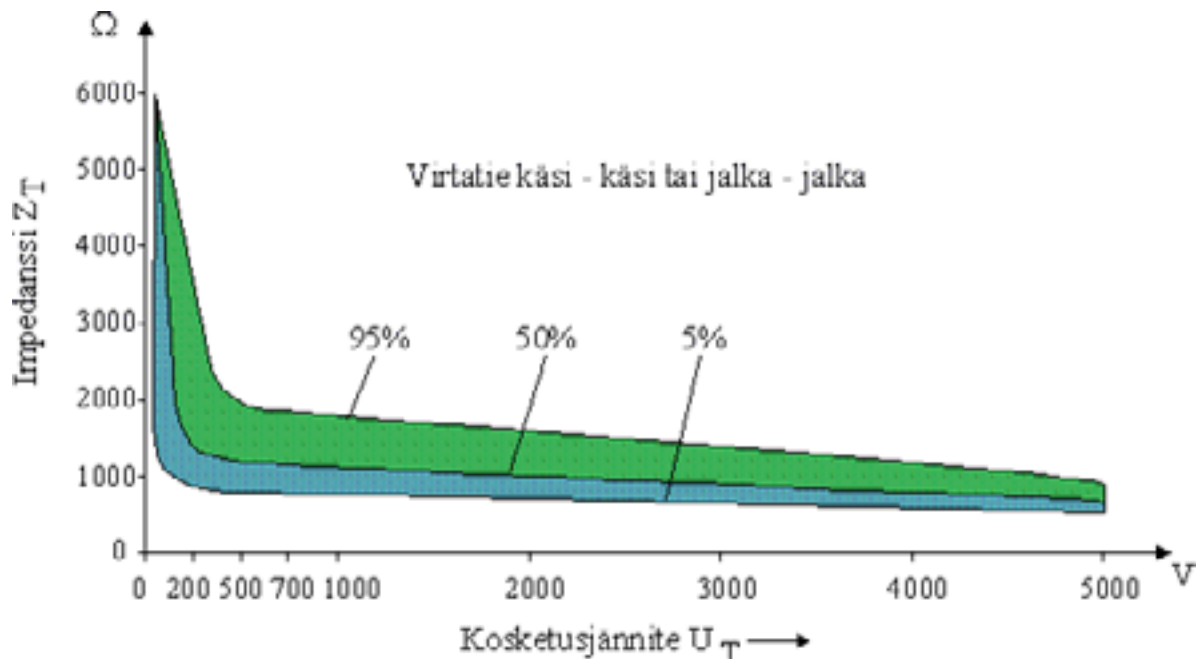


Kuva 7.2 Kehon sisäisen impedanssin a) jakautuminen ja b) yksinkertaistettu malli. /3/

Taulukossa 7.1 esitetyt kehon kokonaisimpedanssiarvot pätevät virtatien ollessa käsi - käsi tai käsi - jalka suurilla kosketuspinta-aloilla. Kuvassa 7.3 on sama taulukko graafisesti esitettynä. 230 V jännitteellä ihmiskehon impedanssi on 1 - 2 k $\Omega$  suuruusluokkaa.

Taulukko 7.1 Kehon impedanssi 50/60 Hz vaihtovirralla ja suurilla kosketuspinta-aloilla.  
/3/

Kosketusjännite (V)	Kehon kokonaisimpedanssin arvot, jotka eivät ylitä		
	5%	50%	95%
	prosenttiosuudella väestöstä		
25	1750	3250	6100
50	1450	2625	4375
75	1250	2200	3500
100	1200	1875	3200
125	1125	1625	2875
220	1000	1350	2125
700	750	1100	1550
1000	700	1050	1500
Asymptoottinen arvo	650	750	850



Kuva 7.3 Ihmiskehon tilastolliset kokonaisimpedanssiarvot virtatiellä käsi - käsi tai käsi - jalka 5000 V kosketusjännitteeseen asti. /3/

Ihon impedanssi alkaa oikosulkeutua 50 V suuremmilla jännitteillä ja 220 V jännitteellä iho on lähes kokonaan oikosulussa, jolloin virtatiehen vaikuttavat ainoastaan kosketusimpedanssi ja kehon sisäinen impedanssi. /3/

## 7.1.2 Vaihtovirran vaikutukset

Sähköiskun vaarallisuus riippuu ensisijaisesti ihmiskehon läpi kulkevan virran suuruudesta ja vaikutusajasta.

**Tuntoraja** on virran miniarvo, joka aiheuttaa tuntemuksia henkilössä, jonka läpi virta kulkee. Tuntoraja riippuu kosketuspinta-alasta, kosketusolosuhteista (kuiva, kostea, paine, lämpötila) sekä yksilön fysiologisista ominaisuuksista.

**Reaktioraja** on virran minimiarvo, joka aiheuttaa tahdosta riippumattomia lihasliikkeitä. Reaktiorajana pidetään yleensä 0,5 mA vaikutusajasta riippumatta.

**Kouristusraja** on virran maksimiarvo, jolla jännitteisiä elektrodeja kädessään pitävä henkilö pystyy irrottamaan otteensa niistä. Kouristusrajakin riippuu useista tekijöistä, kuten kosketuspinta-alasta, elektrodien koosta ja muodosta sekä yksilön fysiologisista ominaisuuksista. Keskimäärin kouristusrajan arvo on noin 10 mA.

**Sydänkammiovärinän** raja-arvo on virran minimiarvo, joka aiheuttaa sydänkammiovärinän. Raja-arvo riippuu fysiologisista tekijöistä (anatomia, sydämen toimintakunnosta jne.) sekä sähköisistä tekijöistä (virran kesto ja kulkutie, virran laatu jne.). Sinimuotoisella vaihtovirralla (50 Hz tai 60 Hz) sydänkammiovärinän raja-arvo on erityisen alhainen, jos virran vaikutusaika kestää yli sydämen toimintajakson. Virran vaikutusajan ollessa pidempi kuin 1 s sydänkammiovärinän aiheuttavan virran raja-arvo on 40 – 50 mA. Alle 0,1 s vaikutusajoilla raja-arvo on huomattavasti suurempi, 500 mA.

Sydänkammiovärinän katsotaan olevan pääasiallinen kuolinsyy sähkötapaturmissa. On olemassa myös joitakin näyttöjä, että kuolinsyynä on ollut tukehtuminen tai sydänkouristus. Fysiologiset seuraukset, kuten lihaskouristukset, hengitysvaikeudet, kohonnut verenpaine, rytmihäiriöt ja ohimenevät kouristukset, saattavat ilmetä ilman sydänkammiovärinää. Nämä vaikutukset eivät ole tappavia ja ovat tavallisesti ohimeneviä. Iholla saattaa esiintyä virran jättämiä jälkiä. Yli 300 mA virroilla esiintyy usein tajuttomuutta. Useiden ampeerien virroilla, jotka vaikuttavat pidempään kuin muutamia sekunteja, on seurauksena syviä palovammoja tai muita vammoja ja usein kuolema. /3/

## 7.1.3 Ensiapu sähkötapaturmissa

Sähkötapaturman sattuessa sähköiskun saanut on irrotettava sähkölaitteesta nopeasti. Uhria ei saa kuitenkaan irrottaa paljain käsin ennen kuin virta on katkaistu, jotta auttaja ei itse saa sähköiskua. Jos virtaa ei saada katkaistua, uhri voidaan irrottaa laitteesta sähköä johtamattomalla esineellä, esim. kuivalla puukepillä tai kumisaappaalla. Kun uhri on saatu irrotettua, on hälytettävä apua numerosta 112 sekä tarkistettava, hengittääkö uhri ja lyökö tämän sydän. Tarvittaessa elvytys on aloitettava välittömästi.

## 7.1.4 Jos sähkölaite syttyy palamaan

Sähkölaitteen syttyessä palamaan on pistotulppa irrotettava pistorasiasta tai virta katkaistava huoneiston pääkytkimestä ennen, kuin laitteeseen saa koskea. Palo on sammutettava tukahduttamalla, esim. huovalla, matolla tai jauhesammuttimella.

## 7.2 Maadoitukset

Maadoittamisella tarkoitetaan jonkin virtapiirin osan tai sähkölaitteen johtavan osan yhdistämistä maadoituselektrodilla maahan. Maadoitus on tärkein suojaustoimenpide, jolla sähkön jakelujärjestelmästä voidaan tehdä käyttäjälleen turvallinen. /1/

Maadoitukset jaetaan käyttö- ja suojamaadoituksiin. Käyttömaadoituksella tarkoitetaan virtapiiriin kuuluvan osan maadoittamista. Suojamaadoituksella puolestaan tarkoitetaan virtapiiriin kuulumattoman osan, kuten laitteen kuoren, yhdistämistä suojajohtimella maadoitusjärjestelmään.

Kojeen runkoon saattaa syntyä vaarallinen kosketusjännite sen eristyksen vioittuessa. Suojamaadoittamattomassa järjestelmässä ihmisen koskettaessa samanaikaisesti viallista kojetta ja maapotentiaalissa olevaa kohdetta, kuten vesijohtoa syntyy vikavirtapiiri, jossa ihmisen läpi kulkee hengenvaarallinen vikavirta. Suojamaadoituksen tarkoituksena on saada aikaan tällaisessa tapauksessa suljettu vikavirtapiiri, jossa vikavirta kulkee vikakohdan kautta suojajohtimen välityksellä verkon nollajohtimeen, eikä ihminen joudu osaksi vikavirtapiiriä. Hyvät maadoitukset myös pienentävät kosketusjännitteitä vikatapauksissa.

## 7.3 Suojamaadoitetut TN-jakelujärjestelmät

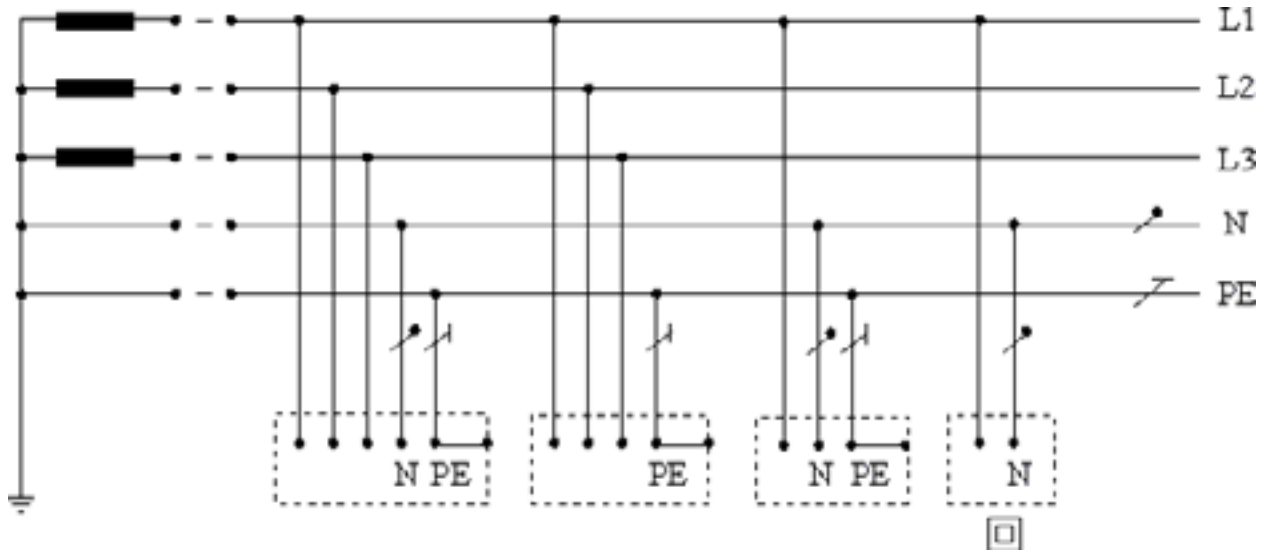
Asuin-, liike- ja teollisuusrakennusten sähköverkot ovat pääasiassa ns. TN-järjestelmien mukaisia. TN-järjestelmässä virtapiirin yksi piste on suoraan maadoitettu, ja sähkölaitteistojen ja -laitteiden jännitteelle alttiit osat on yhdistetty tähän pisteeseen suojajohtimen välityksellä. Tavallisesti maadoitettu piste on kolmivaihejärjestelmän tähtipiste. Suojajohtimen tunnistaa keltavihreästä väristä. Nollajohdin on tähtipisteeseen yhdistetty johdin, joka kykenee osallistumaan sähköenergian siirtoon. Se on väriltään sininen.

TN-järjestelmiin kuuluvat TN-S- ja TN-C-järjestelmät, sekä näiden yhdistelmä TN-C-S.

### 7.3.1 TN-S-järjestelmä

TN-S-järjestelmässä käytetään erillistä suojajohdinta ja nollajohdinta koko järjestelmässä.

Rakennusten sähköasennuksissa käytetään nollajohdinta TN-S-järjestelmässä yleisesti. Kuitenkin esim. teollisuuden moottorikäytöissä ja muissa symmetrisissä ja yliaallottomissa kuormissa nollajohdin on useimmiten tarpeeton eikä sitä käytetä. Kuvassa 7.4 järjestelmä on esitetty nollajohtimen kanssa.

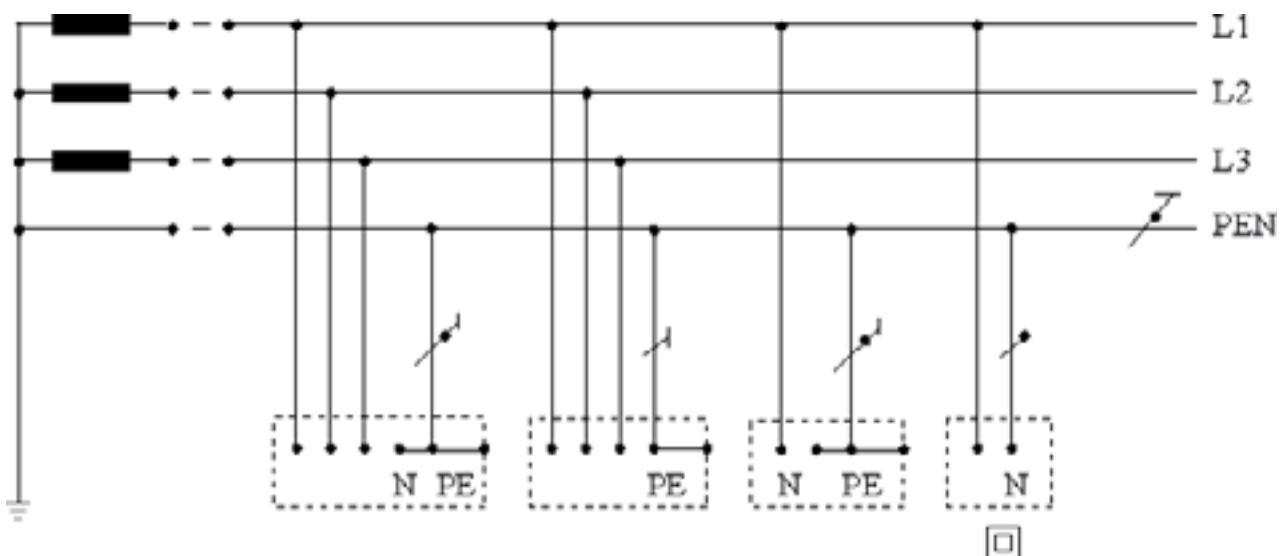


Kuva 7.4 TN-S järjestelmä. N on nollajohdin ja PE on suojajohdin. /3/

Kolmivaihejärjestelmässä johtimia on tavallisesti viisi ( $3L+N+PE$ ) tai neljä ( $3L+PE$ ). Yksivaihejärjestelmissä johtimia on tavallisesti kolme ( $L+N+PE$ ). /3/

### 7.3.2 TN-C-järjestelmä

TN-C-järjestelmässä sama johdin (PEN) toimii sekä suoja- että nollajohtimena koko järjestelmässä. Kuvassa 7.5 on esitetty TN-C-järjestelmä.

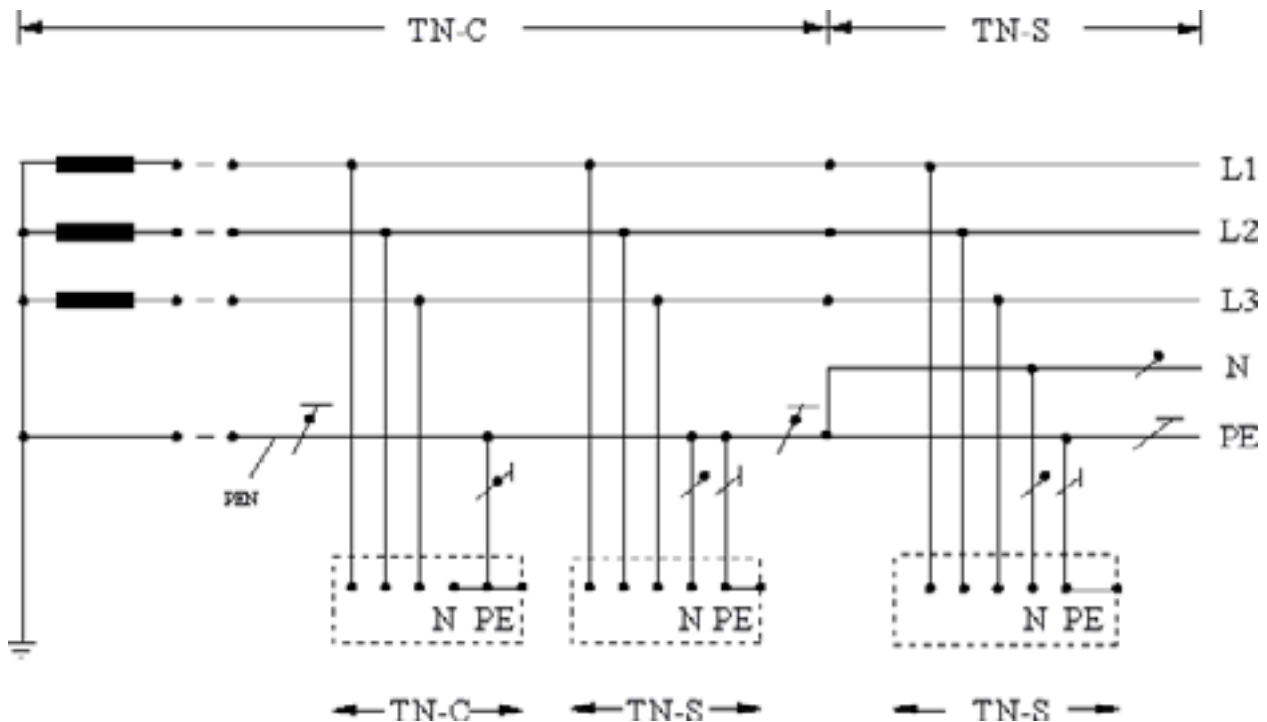


Kuva 7.5 TN-C-järjestelmä. PEN on yhdistetty suoja- ja nollajohdin. /3/

TN-C-järjestelmää käytetään kolmivaihejärjestelmässä, jolloin johtimia tarvitaan neljä (3L+PEN).

### 7.3.3 TN-C-S-järjestelmä

TN-C-S-järjestelmä on TN-C- ja TN-S-järjestelmien yhdistelmä. Tällaisessa sekajärjestelmässä TN-C-järjestelmä on aina syöttävän verkon puolella TN-S-järjestelmään nähden, koska toisistaan erotettua nolla- ja suojajohtinta ei saa kytkeä uudelleen yhteen PEN-johtimeksi. Kuvassa 7.6 on esitetty TN-C-S-järjestelmä.



Kuva 7.6 TN-C-S-järjestelmä. /3/

### 7.3.4 TN-järjestelmien käyttö

Teollisuudessa ja toimistorakennuksissa käytetään tavallisesti TN-S-järjestelmää muuntajalta tai pääkeskukselta lähtien. Tämä on perusteltua niin turvallisuuden kuin häiriösuojauksenkin kannalta. TN-C-järjestelmässä PEN-johtimen katkeaminen aiheuttaa välittömän vaaratilanteen. Vaihejännite pääsee laitteen sisäisen impedanssin sekä nolla- ja suojajohtimen eriyttämiskohdan kautta suojamaadoitetun laitteen kuoreen. /3/

Häiriöiden kannalta PEN-johtimen käyttö on epäedullista. Eri ryhmistä ja keskuksista syötettyjen ATK-laitteiden suojamaadoitettuihin osiin kytkettyjen osien välille voi aiheutua suuria potentiaalieroja, koska nollajohtimen jännitehäviö riippuu

kuormitusvirrasta ja nollajohtimen impedanssista. Nämä potentiaalierot aiheuttavat harhavirtoja esim. ATK-laitteiden suojavaippoihin. PEN-johdinta käytettäessä nollavirta harhautuu erilaisten maadoitusten kautta rakennuksen metallirakenteisiin. /3/

Kappaleessa 7.2.3 esitetty sekajärjestelmä TN-C-S on tavanomainen pienjänniteverkoissa. Sähköyhtiön jakeluverkko on yleensä TN-C-järjestelmän mukainen. Jakeluverkossa käytetään PEN-johdinta, joka on maadoitettu muuntamalla, johtohaarojen päiden läheisyydessä ja tavallisesti myös jokaisessa liittymässä. /3/

Uusissa asuinrakennuksissa käytetään lähes poikkeuksetta TN-S järjestelmää. Suurin osa vanhoista asennuksista on kuitenkin tehty TN-C-järjestelmää käyttäen.

## 7.4 Suojaus sähköiskulta

Sähkökäyttäjien suojaus sähköiskulta voidaan jakaa kahteen lähestymistapaan. Ensimmäisessä tavassa pyritään estämään kosketus jännitteeseen osaan (kosketussuojaus) ja toisessa tavassa pyritään rajoittamaan jännitteen ja virran vaikutusaika mahdollisimman lyhyeksi tai pidetään kosketeltavissa oleva jännite vaarattoman pienenä (kosketusjännitesuojaus). Kosketussuojaus ja kosketusjännitesuojaus voidaan yhdistää. Tätä yhdistelmää kutsutaan pienoisjännitteeksi. Aikaisemmissa määräyksissä vastaavasta suojausmenetelmästä käytettiin nimitystä suojajännite. /3/

### 7.4.1 Yhdistetty kosketus- ja kosketusjännitesuojaus

Yhdistettyyn kosketus- ja kosketusjännitesuojaukseen käytetään ns. SELV- ja PELV-pienoisjännitejärjestelmiä. SELV tulee sanoista “Safety Extra Low Voltage” ja PELV sanoista “Protective Extra Low Voltage”. PELV-piiri ja sen jännitteelle alttiit osat voivat olla maadoitettu. SELV-piiriä ja sen jännitteelle alttiita osia ei ole maadoitettu.

Kun järjestelmällä halutaan huolehtia sekä kosketussuojauksesta että kosketusjännitesuojauksesta, on jännitteen oltava niin pieni, ettei se jännitteistä osaa kosketettaessa aiheuta henkilön kehossa vaarallista virtaa. Nimellisjännite saa SELV ja PELV pienoisjännitejärjestelmissä olla vaihtojännitteellä korkeintaan 50 V tehollisarvona tai sykkeettömällä tasajännitteellä korkeintaan 120 V. /3/

Pelkkä pienen nimellisjännitteen käyttö ei kuitenkaan riitä, vaan pitää varmistaa, että järjestelmässä esiintyvä jännite säilyy pienenä, ja järjestelmä on erotettu suurempijännitteisistä piireistä. Tämä toteutetaan käyttämällä turvallista jännitelähdettä ja asentamalla piirit siten, että saavutetaan riittävä erotus muista piireistä. /3/

SELV ja PELV piirien osien pitää olla erotettuja toisistaan ja muista piireistä vähintään suojajännitemuuntajan ensiö- ja toisiopuolen välistä suojaerotusta vastaavasti. Yleissääntönä on, että SELV ja PELV piirien johtimet asennetaan yleensä fyysisesti erilleen muiden piirien johtimista. SELV ja PELV järjestelmien pistotulppien ja



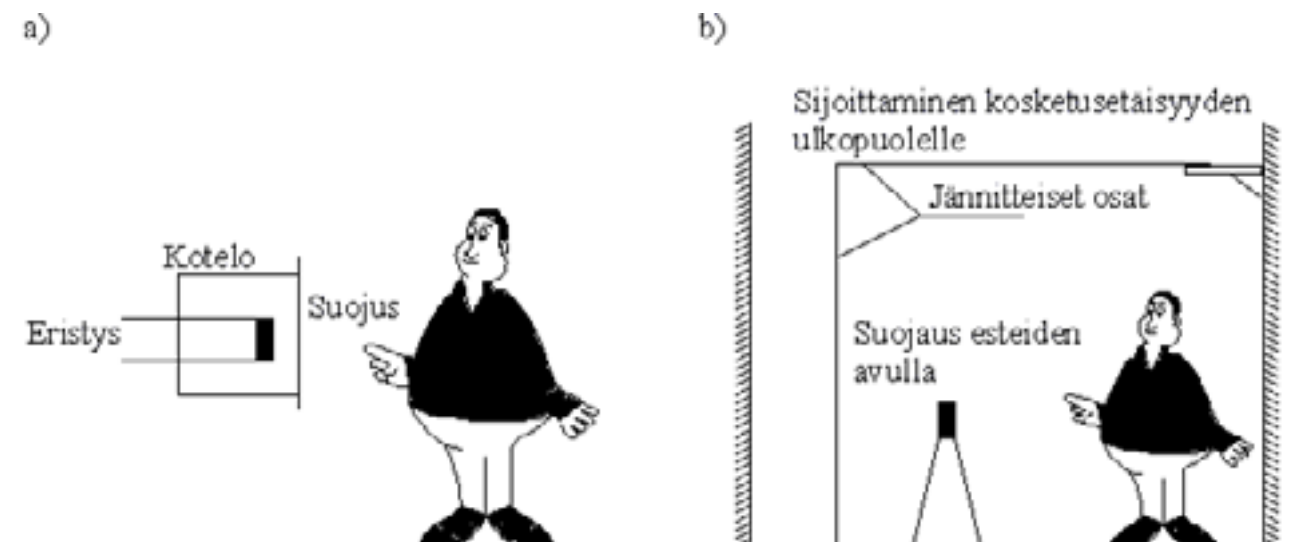
pistorasioiden tulee olla yhteensopimattomia muiden jännitejärjestelmien kanssa. Pienoisjännitepiirit on yleensä kosketussuojattava. Kosketussuojausta ei kuitenkaan tarvitse järjestää, jos nimellisjännite ei ylitä vaihtojännitteellä 25 V (tehoarvo) ja tasajännitteellä 60 V. /3/

## 7.4.2 Kosketussuojaus

Kosketussuojauksella tarkoitetaan suojausta, jonka avulla estetään ihmisiä joutumasta kosketuksiin jännitteisten osien kanssa sähkölaitteiden ollessa normaalissa tilassa (ei viallisia). /3/

Kosketussuojaukseen käytettävät menetelmät voidaan jakaa seuraavasti:

Suojaus eristämällä jännitteiset osat ja suojaus koteloinnin tai suojausten avulla muodostavat täydellisimmän suojan, kuva 7.7a. Siksi näitä menetelmiä voidaan käyttää kaikissa olosuhteissa. /3/



Kuva 7.7 a) Suojaus kaikelta koskettamiselta ja b) suojaus tahattomalta koskettamiselta. /3/

Suojaus käyttämällä esteitä tai sijoittamalla jännitteiset osat kosketusetäisyyden ulkopuolelle antaa ainoastaan osittaisen suojan koskettamiselta ja sen takia menetelmät tulevat kysymykseen vain erityistapauksissa, yleensä ainoastaan tiloissa, joihin on pääsy sähköalan ammattihenkilöillä, kuva 7.7b. /3/

## Suojaus eristämällä jännitteiset osat

Tyypillisin esimerkki tämän suojaustavan käytöstä on johtimien eristäminen. Sähkölaitteen eristystason on vastattava asennuksen suurinta nimellisjännitettä. Useimmiten suojaus toteutuu käyttämällä standardien vaatimusten mukaisia tarvikkeita. /3/

## **Suojaus käyttämällä suojuksia ja kotelointia**

Käytettäessä kotelointia jännitteisten osien suojaukseen tulee koteloinnin olla vähintään luokkaa IP2X, mikä tarkoittaa, että kojeeseen ei voi työntää sormeja sisään. Usein käyttöolosuhteet asettavat suurempia vaatimuksia. /3/

Käyttötoimenpiteiden takia eräissä laitteissa ei voi olla täydellistä kosketussuojaa. Esimerkiksi varokkeessa kaikki jännitteiset osat eivät voi olla kosketussuojaisia. Tällaisissa tapauksissa jännitteisen osan tahattoman kosketuksen mahdollisuuden on oltava pieni. /3/

Päiväkodeissa ja vastaavissa tiloissa, joissa lapset oleskelevat ja leikkivät, tulisi pistorasioiden olla turvapistorasioita, ellei niitä ole sijoitettu siten, etteivät lapset pääse niihin käsiksi. /3/

## **Suojaus esteiden avulla**

Suomessa rajoitetumpaa kuin kansainvälisesti. Sitä käytetään mm. tietyissä prosessiteollisuuden laitteistoissa. Sähkölaitekorjaamoissa, sähkölaboratoriossa sekä testaustilanteissa ei myöskään aina voida käyttää kotelointia tai eristystä, jolloin suojaus toteutetaan esteiden avulla. Tällaisiin tiloihin saa yleensä olla pääsy ainoastaan sähköalan ammattihenkilöillä, joille on annettu tarvittavat lisäohjeet työskentelyä varten. /3/

## **Suojaus sijoittamalla jännitteiset osat kosketusetäisyyden ulkopuolelle**

Tätä suojausmenetelmää sovelletaan esim. ilmajohdoissa. Muissa tapauksissa tämän suojausmenetelmän käyttö tulee kyseeseen ainoastaan erikoistapauksissa. /3/

## **Lisäsuojauksella käyttämällä vikavirtasuojakytkintä**

Vikavirtasuojakytkin on laite, joka mittaa syöttö- ja paluujohtimen virtojen erotusta. Mikäli erotus on yli asetteluarvojen, kytkin katkaisee virtapiirin.

Kokemus on osoittanut, että tavanomaiset kosketussuojamenetelmät voivat toisinaan pettää esimerkiksi puutteellisen huollon, eristeiden heikentymisen tai sähkölaitteen käyttäjien huolimattomuuden takia. /3/

Yksi keino pienentää em. syiden aiheuttamaa sähköiskun vaaraa on nimellisvirraltaan korkeintaan 30 mA vikavirtasuojakytkimen käyttö tietyissä asennuksen osissa. Vikavirtasuojakytkimen käyttöä lisäsuojana vaaditaan esim. ulkopistorasioita syöttävissä piireissä ja useissa erityistiloissa. Vikavirtasuojakytkimen lisäksi on käytettävä jotain em. kosketussuojamenetelmää. /3/

### 7.4.3 Kosketusjännitesuojaus

Kosketusjännitesuojauksella tarkoitetaan suojausta, jonka avulla estetään ihmisiä tai kotieläimiä koskettamasta vian seurauksena jännitteelliseksi tulleita johtavia osia niin, että siitä aiheutuisi vaaraa. /3/

#### Syötön automaattinen poiskytkentä

Suojaus syötön automaattisesti toimivan poiskytkennän avulla on yleisimmin asennuksissa käytetty kosketusjännitesuojausmenetelmä. Aiemmin tämän menetelmän mukaisista suojausehdoista on yleisesti käytetty nimitystä "nollausehto" ja on puhuttu "nollausehtojen toteutumisesta". Kyseessä on kuitenkin ollut vaatimus vian nopeasta poiskytkennästä tai kosketusjännitteen rajoittamisesta.

Eristysvian aiheuttama vikavirta ja syntyvä kosketusjännite on poistettava niin nopeasti, ettei se aiheuta vaaraa ihmiselle. Toimiakseen kunnolla suojausmenetelmän on täytettävä seuraavat kaksi ehtoa:

1. Virtapiirissä on oltava johtava yhteys - suunniteltu vikavirtapiiri - joka mahdollistaa vikavirran kulkemisen. Vikavirtapiirin rakenne riippuu käytetystä maadoitusjärjestelmästä.

Ehto edellyttää kaikkien asennuksesta syötettävien sähkölaitteiden jännitteelle alttiiden osien yhdistämistä suojajohtimella maadoitusjärjestelmään siten, että syntyy vikavirtapiiri.

2. Vikavirta on kytkettävä pois sopivalla suojalaitteella. Poiskytkentäaika koskeva vaatimus riippuu eri tekijöistä, esim. kosketusjännitteestä. Sallittu kosketusjännite ja sen kestoaika perustuu tehtyihin tutkimuksiin sähkövirran vaikutuksista ihmiseen. Pisimmät sallitut poiskytkentäajat on esitetty taulukossa 2.

Ehto edellyttää sellaisten suojalaitteiden asentamista, joiden ominaisuudet täyttävät niille erilaisissa maadoitusjärjestelmissä annetut vaatimukset. /3/

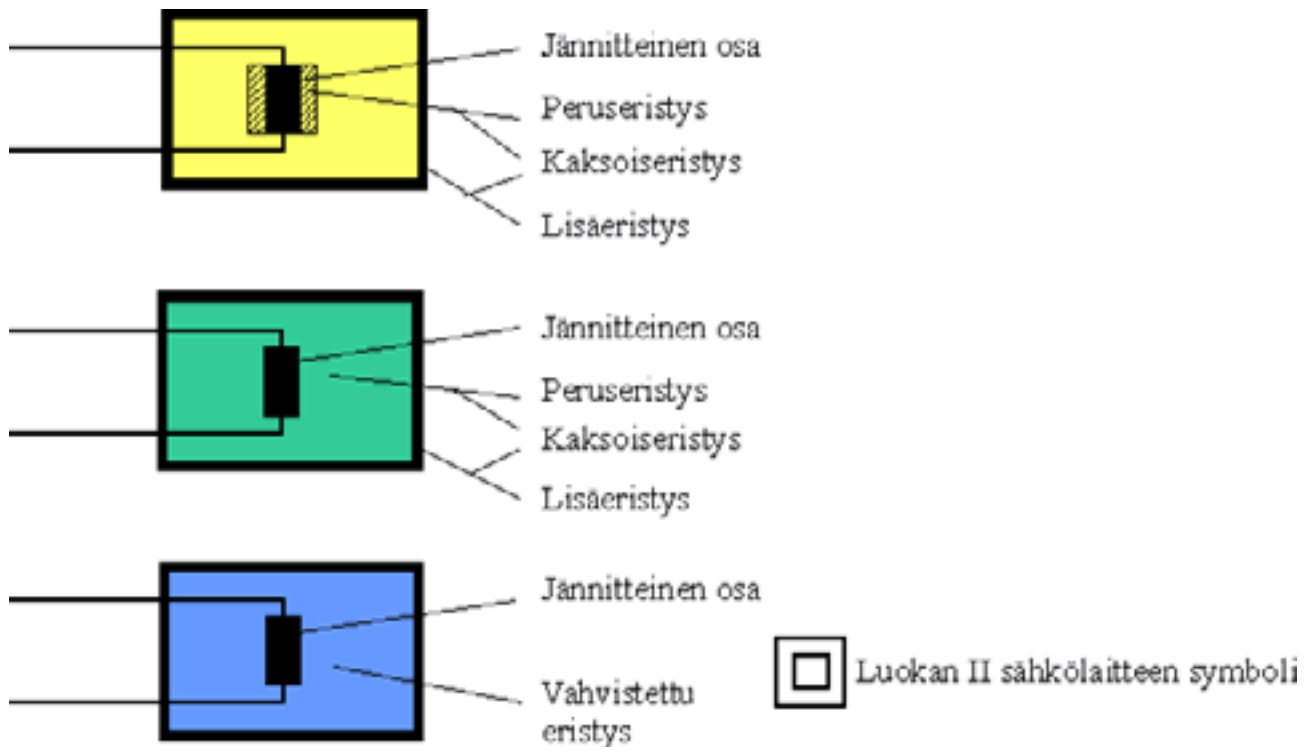
Taulukko 7.2 TN-järjestelmän pisimmät sallitut poiskytkentäajat. /2/

Nimellisjännite $U_0$ V	Poiskytkentäaika s
120	0,8
230	0,4
277	0,4
400	0,2
400	0,1

Jännitteen leviämisen estämiseksi metallisten johtojärjestelmien ja muiden ulkoa rakennukseen tulevien järjestelmien välityksellä, vaaditaan pääpotentiaalintasauskiskon asentamista. Tähän potentiaalintasaukseen tulee yhdistää pääsuojajohdin ja kaikki muut johtavat osat niiden tullessa rakennukseen. Pääpotentiaalintasaus pienentää vikatapauksissa esiintyviä kosketusjännitteitä. /3/

## Suojaus käyttämällä suojaeristystä

Tällä suojausmenetelmällä estetään vaarallisen kosketusjännitteen syntyminen käyttämällä sähkölaitteessa peruseristuksen lisäksi lisäeristystä tai käyttämällä vahvistettua eristystä. Kuvassa 7.8 on esitetty eri suojaeristystyyppejä ja suojaeristetyn sähkölaitteen piirrossymboli. Suojaeristysten käyttö on vaihtoehtoinen kosketusjännitesuojausmenetelmä esim. syötön nopealle poiskytkennälle. /3/



Kuva 7.8 Suojaeristysten käyttäminen. /3/

## Eristävä ympäristö

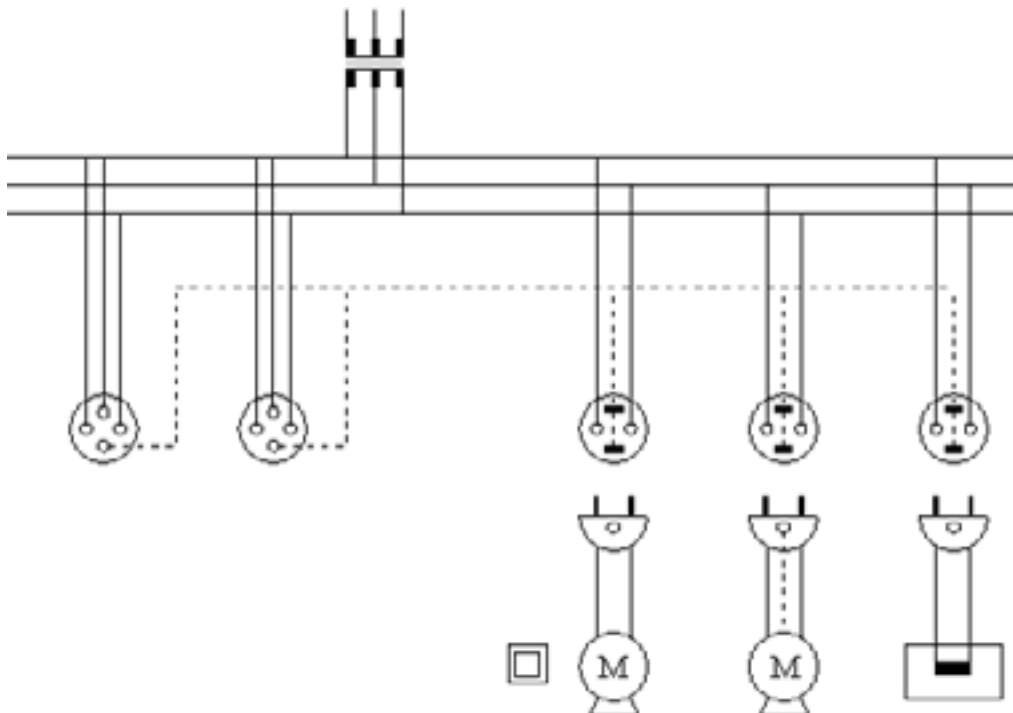
Tätä suojausmenetelmää pidetään eräänlaisena hätämenetelmänä, jota voidaan käyttää ainoastaan erikoistapauksissa, jolloin muut menetelmät eivät sovellu. Suojausmenetelmän käyttöä vaikeuttaa vaatimus myös seinien eristävydestä sekä vaadittavista etäisyyksistä jännitteelle alttiiden osien ja muiden johtavien osien välillä. Järjestelyjen on oltava lisäksi pysyviä, jolloin siirrettäviä laitteita ei ko. tiloissa voida käyttää. /3/

## Paikallinen maastaerotettu potentiaalintasaus

Tämän menetelmän käyttö on käytännössä hyvin hankalaa, eikä sille ole juuri tarvetta, minkä takia sitä ei suositella käytettäväksi Suomessa. /3/

## Suojaerotus

Suojaerotuksen (kuva 7.9) suojavaikutus perustuu siihen, että sähkölaitetta syöttävä piiri erotetaan suojaerotusmuuntajalla syöttävästä verkosta eikä toisiovirtapiiriä maadoiteta. Näin voidaan estää vian aikaisen kosketusjännitteen esiintyminen toisiopiirin jännitteelle alttiissa osissa. Suojaerotuksessa on tärkeää, että ensiöpiiristä ei voi siirtyä jännitettä galvaanisesti toisioon ja toisiopiirissä ei synny maasulkua.



Kuva 7.9 Suojaerotuksen periaate. /3/

Suojaerotuksen avulla saadaan erittäin hyvä suojaustaso. Menetelmää käytetään sen takia vaikeissa käyttöolosuhteissa esim. ahtaissa johtavissa tiloissa, märissä tiloissa joissa käytetään työkaluja, sekä turvasyöttö- ja varavoimajärjestelmissä. Suojaerotusta saa käyttää kaikissa tiloissa. /3/

### 7.4.4 Suojausluokat

Kosketusjännitesuojaukseen liittyy myös käytettävien sähkölaitteiden suojausluokat /2/:

## **Suojausluokka 0**

Luokka, jossa suojaus sähköiskulta on laitteen peruseristyksen varassa. Mahdollisia jännitteelle alttiita osia ei yhdistetä kiinteän verkon suojajohtimeen. Peruseristyksen vioittuessa turvallisuus riippuu käyttöolosuhteista.

## **Suojausluokka I**

Luokka, jossa suojaus sähköiskulta ei ole ainoastaan laitteen peruseristyksen varassa, vaan laitteessa on sellainen lisäsuojarakenne, että sen avulla jännitteelle alttiit osat voidaan yhdistää kiinteän verkon suojajohtimeen siten, etteivät jännitteelle alttiit osat voi tulla jännitteisiksi laitteen peruseristyksen vioittuessa.

## **Suojausluokka II**

Luokka, jossa suojaus sähköiskulta ei ole ainoastaan laitteen peruseristyksen varassa, vaan laitteessa on kaksoiseristys tai vahvistettu eristys. Laitteessa ei ole suojamaadoitusmahdollisuutta, eikä suojaus saa riippua käyttöolosuhteista.

## **Suojausluokka III**

Luokka, jossa suojaus sähköiskulta on toteutettu SELV tai PELV järjestelmän avulla ja jossa suuremman jännitteen syntyminen on estetty.

Vian automaattisen poiskytkennän ohella yleisesti kosketusjännitesuojaukseen käytetty keino on suojausluokan II (suojaeristys) laitteiden käyttäminen. Suojausluokan I laitteita (peruseristys) voidaan käyttää syötön automaattisen poiskytkennän kanssa. Suojausluokan 0 laitteita ei uusissa asennuksissa saa käyttää kuin erikoistapauksissa. Vanhoissa asuinrakennuksissa on kuitenkin edelleen käytössä runsaasti erilaisia 0-luokan laitteita. 0-luokan laitteen tunnistaa pistotulpasta, joka ei sovi suojamaadoitettuun pistorasiaan. Uusissa asennuksissa sallitaan vain suojamaadoitetut pistorasiat (TN-S-järjestelmä).

### **7.4.5 Erikoistilat ja niiden vaatimukset**

Erikoistiloiksi sähköturvallisuusmääräysten mukaan lasketaan esim. kylpyhuone- ja suihkutilat, uima-allastilat, sauna, rakennustyömaat, maatalouden tilat, pienveneet, satamat ja matkailuajoneuvot. Jokaiselle erikoistilalle on turvamääräyksissä laadittu omat säädöksensä koskien kytkinlaitteita, asennuksia, suojausta, sähkölaitteiden kotelointia jne. Vikavirtasuojakytkimet ovat pakollisia mm. kylpy- ja suihkutiloissa (porealtaat), rakennustyömailla ja ulkopistorasioita syöttävissä johdoissa. Esimerkiksi kylpyhuone jaetaan neljään eri alueeseen riippuen etäisyydestä suihkupisteeseen. Jokaiselle alueelle on omat rajoitukset ja määräykset. Suihkupistettä lähimpään alueeseen ei saa asentaa kytkinlaitteita ja jakorasioita. Saunan löylyhuoneessa laitteiden

on kestettävä vähintään 120 asteen lämpötila ja kotelointiluokan on oltava vähintään IP24 (sormisuojuattu ja kaikista suunnista roiskuvalta vedeltä suojattu). /2/

## 7.5 Tarkastukset

Sähkötuotteiden valvonta perustuu uuden sähköturvallisuuslain antamiin pelisääntöihin. Näiden mukaan valmistaja vastaa tuotteensa turvallisuudesta. Viranomaisen huolehtii markkina-valvonnalla kaupan pidettävien tuotteiden turvallisuudesta ja vaatimustenmukaisuudesta. Tuotteiden ennakkotarkastus on jäänyt historiaan. Sähkötuotteiden turvallisuus- ja EMC-valvonnasta Suomessa vastaa Turvatekniikan keskus (TUKES). /4/

Kiinnittäessään tuotteeseen CE-merkin valmistaja tai maahantuoja vakuuttaa tuotteensa täyttävän sitä koskevien EU:n säännösten vaatimukset. CE-merkintä on tarkoitettu etupäässä viranomaisia varten. /4/

Sähköasennuksissa sähköturvallisuussäädökset muuttuivat 1.9.1996. Mm. vapaa-ajan asuntojen sähköasennusten viranomaistarkastus loppui uusien säädösten myötä. Sähköasennusten tarkastustoiminta muuttui viranomaistyöstä valvotuksi kaupalliseksi palveluksi. Riippumattomia kolmannen osapuolen tarkastuksia saavat tehdä vain viranomaisen valtuuttamat tarkastajat. Omakoti- ja paritalojen viranomaistarkastus poistui 30.6.1997. Sähköurakoitsijan on aina tehtävä ennen asennusten käyttöönottoa käyttöönottotarkastus ja tarkastuspöytäkirja. Vapaa-ajan asuntoja, omakoti- ja paritaloja suuremmille asennustöille vaaditaan edelleen riippumaton varmennustarkastus urakoitsijan oman tarkastuksen lisäksi. Joillakin urakoitsijoilla on oikeus suorittaa varmennustarkastuksia myös omissa töissään, ts. tarkastuksessa ei ole aina pakko olla kolmatta osapuolta. Määräaikaistarkastusvelvoite on voimassa kaikille sähköasennuksille, paitsi asuinrakennusten asennuksille. /4/

## 7.6 Pätevyyydet

Uudet määräykset korostavat urakoitsijoiden vastuuta, kun pakollisia viranomaistarkastuksia ei enää ole. Myös ammattitaitoisen suunnittelijan merkitys korostuu. Uudet määräykset eivät edellytä edes ilmoitusta viranomaiselle sähkösuunnittelutoiminnan aloittamisesta. Pätevyyydet sähköalan töihin määräytyvät koulutuksesta ja työkokemuksesta. /4/

Toimiva ja turvallinen lopputulos vaatii ammattitaitoisen sähkösuunnittelijan. Sähkötöitä saa tehdä vain Turvatekniikan keskuksen rekisterissä oleva urakoitsija. Urakoitsijoiden on itse tarkastettava asennukset ennen käyttöönottoa. Aina tulisi harkita asennusten tarkastuttamista ammattitarkastajalla. /4/

## 7.7 Maallikolle sallitut sähkötyöt

Sähkötöiden teko kuuluu pääasiassa alan ammattilaisille. Maallikollakin on kuitenkin lupa tehdä joitakin sähkötyitä, jos varmasti tietää osaavansa tehdä ne. Jos omissa taidoissa on yhtään epäilyksen aihetta, työt kannattaa teettää alan ammattilaisilla, sillä virheellinen sähkötyö aiheuttaa hengen- ja palovaaran, ja tekijä on aina vastuussa tekemistään sähkötyistä.

Maallikolle sallittuja sähkötyitä ovat: asunnon sulakkeen vaihtaminen, pistorasian ja valaisinkytkimen kannen vaihtaminen, sähkölaitteen rikkoutuneen pistotulpan ja johdon vaihtaminen, yksivaiheisen jatkojohdon valmistaminen ja korjaaminen, valaisinjohdon väliskytkimen vaihtaminen, valaisimen kiinnittäminen sokeripalaan, sokeripalan korvaaminen valaisinliitinpistorasialla ja valaisinpistotulpan vaihtaminen.

Näitäkin sähkötyitä saa siis tehdä vain, jos varmasti tietää osaavansa tehdä niitä. Sähkö on aina katkaistava tai laite irroitettava verkosta ennen sähkötyiden aloittamista. Suojamaadoitetun jatkojohdon tekemisessä ja korjaamisessa täytyy olla erityisen huolellinen, sillä väärin tehty jatkojohto on hengenvaarallinen. Suuri osa sähkötapaturmista johtuu itse tehdyistä jatkojohtoista. Suojakosketinpistorasioilla varustetuissa tiloissa johdon on oltava 3-napainen ja pistotulpan sekä jatkopistorasian on oltava varustettu suojakoskettimilla. Suojakosketinpistorasiaan sopiva, 2-napaisen liitäntäjohdon päähän kytketty pistotulppa on erittäin vaarallinen. Seuraukset saattavat olla kohtalokkaat, jos tällaiseen jatkojohtoon kytkettyyn suojamaadoitettuun laitteeseen tulee eristysvika, koska suojamaadoituspiiri ei ole kunnossa. Toinen huomionarvoinen seikka on varmistaa, että 3-napaisen johdon johtimet on kytketty oikein. /3/

## LÄHTEET

/1/ Aura, L.&Tonteri, A.J., Sähkölaitostekniikka, WSOY 1993, 433 s.

/2/ Rakennusten sähköasennukset, Sähkötarkastuskeskus A2-94, 265 s.

/3/ Käsikirja rakennusten sähköasennuksista, Sähkötarkastuskeskus D1-95, 805 s.

/4/ Turvatekniikan keskus. TUKES. <http://www.tukes.fi>