



Sähkötyöturvallisuuden
perusteet toisen asteen
ammattillisessa koulutuksessa

Sähkötyöturvallisuuden perusteet toisen asteen ammattillisessa koulutuksessa

Työssäoppimisen työturvallisuus -projekti

SEINÄJOEN KOULUTUSKUNTAYHTYMÄ

Tämä teos on tuotettu Euroopan sosiaalirahaston myöntämällä tuella.
Teoksen kopioimisen yhteydessä on mainittava lähdetiedot.

Tähän teokseen kuuluvat koulutusala-kohtaiset työturvallisuusoppaat ovat luettavissa myös Seinäjoen koulutuskeskuksen internetsivuilla osoitteessa www.sedu.fi >> Seinäjoen ammattioppilaitos >> projektit.

Julkaisija:



Työssäoppimisen työturvallisuus -projekti

**Projekti kuuluu ESR-tavoite 3 -ohjelman
toimenpidekokonaisuuteen I.2.
Toteutusaika 1.8.2002-30.6.2005**



Työryhmä

Jaakko Korkonen
Matti Ylitalo
Keimo Paloposki
Mikko Aho

Seinäjoen ammattioppilaitos
Vaasan ammattiopisto
Suupohjan ammatti-instituutti
Vaasan ammattiopisto



Sivunvalmistus, paino

Seinäjoen Painohalli Oy, 2005



Suupohjan
ammatti-instituutti

ISBN

952-5609-01-4

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	5
2. SÄHKÖNJAKELUJÄRJESTELMÄ	5
2.1. Voimalaitoksia on monenlaisia sen mukaan, mitä niissä poltetaan	6
2.2. Jännitteitä kotona	6
2.2.1. Uudisrakennusten sähköturvallisuus	7
2.2.2. Suojajohdinpiirin (maadoituspiirin) periaate	7
2.2.3. Omakotitalon maadoitukset	8
3. SÄHKÖN VAARALLISUUS	9
3.1. Yleistä	9
3.2. Ihmiskehon impedanssi	9
3.3. Sähkövirran vaikutukset	9
4. SÄHKÖENSIAPU	11
4.1. Yleistä	11
4.2. Oireet	11
4.3. Auttajan turvallisuus	11
4.4. Toimenpiteet pienjänniteiskussa	11
4.4. Toimenpiteet suurjänniteiskussa	12
5. SUOJAUS SÄHKÖISKULTA	13
5.1. Jännitteisten osien suojaus koskettamiselta	13
5.2. Suojautuminen sähköiskulta vikatilanteessa	13
5.3. Suojaus lisäeristyksellä	13
5.4. Suojaus syötön automaattisella katkaisulla	14
5.5. Suojaus käyttämällä suojaerotusta	14
5.6. Suojaus eristämällä sähkölaitteen ympäristö	14
5.7. Suojaus käyttämällä pienoisjännitettä	14
5.8. Vikavirtasuojakytkin	15
5.8.1. Toimintaperiaate	15
6. SÄHKÖLAITTEIDEN SUOJAUSLUOKAT	17
6.1. Suojausluokan 0 sähkölaitteet	17
6.2. Suojausluokan I sähkölaitteet	17
6.3. Suojausluokan II sähkölaitteet	17
6.4. Suojausluokan III sähkölaitteet	17

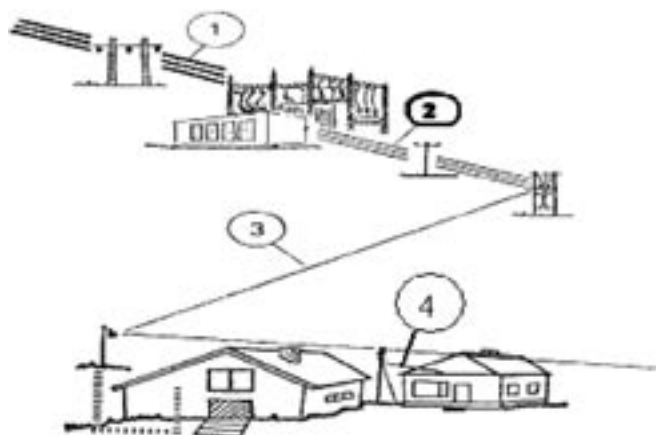
7. KOTELOINTILUOKAT	18
7.1. Yleistä.....	18
7.1.1. IP-koodi.....	18
8. SÄHKÖTYÖTURVALLISUUS.....	20
8.1. Yleistä.....	20
8.2. Esimerkkejä kuolemaan johtaneista tapaturmista	20
8.3. Sähkökäyttäjälle sallitut työt	20
8.4. Jokaiselle sähkökäyttäjälle sallittuja käyttötoimenpiteitä	21
8.5. Jokaiselle sähkökäyttäjälle sallittuja korjaus- ja asennustöitä	21
8.6. Jokaiselle käyttäjälle sallittuja muita töitä	22
8.7. Ammattitaito.....	22
8.8. Sähköturvallisuuden valvonta ja vastuut	23
8.9. Työskentelykäytännöt.....	24
8.10. Työskentely jännitteettömänä	24
8.11. Työt jännitteisten osien läheisyydessä.....	26
8.12. Jännitetyöt	27
9. SÄHKÖALAN TÖITÄ SÄÄTELEVÄT OHJEET JA MÄÄRÄYKSET	27
10. SÄHKÖURAKOINTI	28
10.1. Sähköpätevyys 1	28
10.2. Sähköpätevyys 2	28
10.3. Sähköpätevyys 3	28
10.4. Hissipätevyys.....	29
10.5. Hissihuoltopätevyys.....	29
10.6. Sähköturvallisuusviranomainen.....	29
10.7. Pätevyystodistukset.....	29
11. TULITYÖT JA TULITYÖKORTTI	29
12. TYÖTURVALLISUUSKORTTI	30
13. JÄRJESTYS JA SIISTEYS.....	30
14. PUTOAMISVAARAN TORJUNTA.....	30
LÄHTEET	32

1. JOHDANTO

Sähköalan perustutkinnon oppilaitoskohtainen opetussuunnitelma edellyttää sähkö- ja työturvallisuuden opettamista. Sähkö- ja työturvallisuusasiat huomioidaan opetuksessa läpi opiskelun ja ne liittyvät jokaiseen opintokokonaisuuteen. Erityistä huomiota asioihin kiinnitetään sähköalan perusosaamisen ja teollisen rakentamisen perussähkötyöt ja tuotannon sähköiset perusohjaukset opintokokonaisuuksien yhteydessä. Tämä opas sisältää valikoidusti sähkö-, ja sähkötyöturvallisuuteen liittyviä tietoja eikä ole kattava. Lisää tietoja löytyy mm. käytetyistä lähteistä. Työturvallisuusasioiden opiskelussa voidaan käyttää myös muuta projektissa kerättyä materiaalia. Työturvallisuusasioissa ei tieto yksin riitä vaan tarvitaan myös taitoja ja niiden harjoittelua säännöllisesti.

2. SÄHKÖNJAKELUJÄRJESTELMÄ

Sähkö "tehdään" voimalaitoksella tai ostetaan ulkomailta. Oletetaan, että sähkö tehdään Suomessa. Tällöin käytetään polttoaineena ydinvoimaa, vettä, kivihiihtä, turvetta tai öljyä. Voimalaitoksella tehty sähkö siirretään kantaverkosta 400 kV:n, 220 kV:n tai 110 kV:n jännitteellä (1 kV = 1000 V) sähkölaitokselle, jossa se muunnetaan 20 kV:n jännitteeksi. Tällä jännitteellä sähkölaitos siirtää sen muuntopiiriin, jossa voi olla viisikymmentäkin kuluttajaa. Muuntopiirin jakelumuuntaja muuntaa sähköä 0,4 kV:n jännitteeksi (400 V), jona kotitaloudet sähköä ostavat.



Kuva 1. sähkönjakelujärjestelmä

1. Kantaverkko
2. Kytkinasema ja siirtoverkko muuntopiirille
3. Sähköä siirto kotitalouksille
4. Talajohto

2.1. Voimalaitoksia on monenlaisia sen mukaan, mitä niissä poltetaan

- a) Vesivoimala: Norjassa tehdään 95% sähköstä vedellä, miksi?
- b) Kivihiilivoimala: Käytetään Suomessa huipputehojen aikana, miksi?
- c) Turvevoimala: Käyttö lisääntyy Suomessa, miksi?
- d) Ydinvoimala: Onko etuja?
- e) Öljyvoimala: Käytetään lähinnä tehohuippujen tasaamiseen talvella, esim. Kristiinankaupungissa oleva voimalaitos.

2.2. Jännitteitä kotona

Kotona sähköjännitteen suuruus on joko 230 V tai 400 V.

230 V (yksi sulake), esim. astianpesukone (APK), valaistus, pistorasiat; 400 V (kolme sulaketta), esim. liesi, kiuas

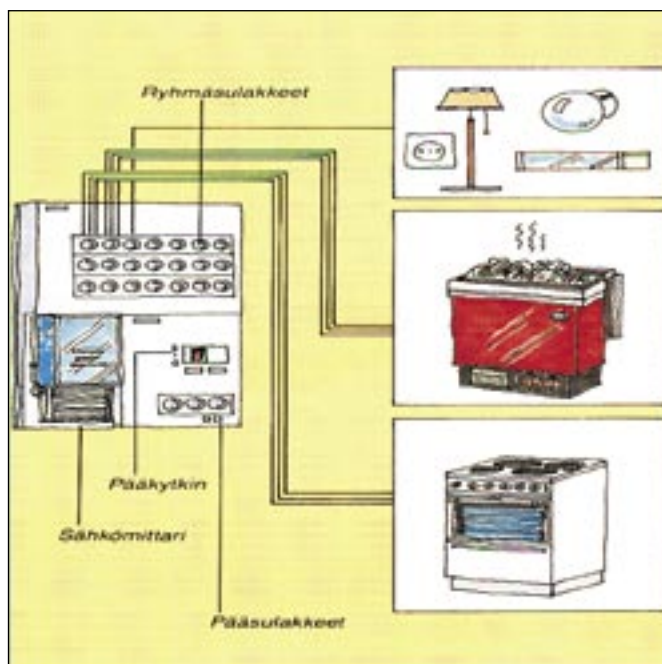


Kuva 2. Suojamaadoitettu pistorasia




Kuva 3. 3-vaiheinen liesi

Usein kuulee puhuttavan valovirrasta ja voimavirrasta. Valovirralla tarkoitetaan jännitettä, joka on 230 V, esim. valaistus ja pistorasiat. Voimavirralla tarkoitetaan sulakkeiden välillä olevaa jännitettä, joka on 400 V. Tällaisella jännitteellä toimivat mm. liesi ja yleensä myös sähkömoottorit. Virta-sana tässä on hiukan harhaanjohtava, onhan kyse nimenomaan jännitteestä.

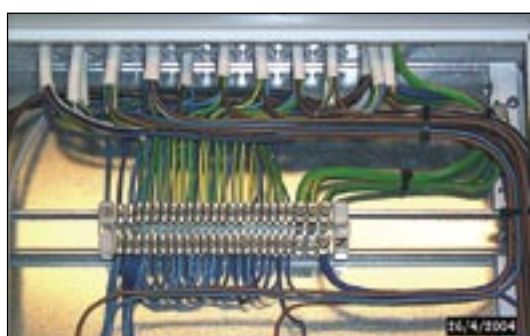


Kuva 4. Kodin sähköverkko

2.2.1. Uudisrakennusten sähköturvallisuus

Kaikki pistorasiat ovat maadoitettuja. Vanhoissa asennuksissa on myös maadoittamattomia pistorasioita. Kaikki metallikuoriset laitteet ovat yleensä maadoitettuja. Jos laite on muovikuorinen, se on suojaeristetty eikä tarvitse maadoitusta. Suojaeristetyssä laitteessa on tunnus , esim. pölynimurissa ja hiustenkuivaajassa.

2.2.3. Suojajohdinpiirin (maadoituspiirin) periaate



Sähkökeskus



Pistorasia

Kuva 5. Suojajohdin pistorasialta keskukselle.

Maadoitus jatkuu sähkökeskukselta maadoitettavaan pistorasiaan. Näissä ryhmissä voi olla rasioita, joissa maadoitusta jatketaan edelleen.

3. SÄHKÖN VAARALLISUUS

3.1. Yleistä

Sähkön vaarallisuus ihmiselle riippuu virran suuruudesta ja kestoajasta. Virran suuruus voidaan laskea kaavasta $I = U/Z$. Tästä voidaan päätellä, että vaarallisuuteen vaikuttaa kehoon kohdistuva jännite U ja ihmiskehon impedanssi Z (vastus / R). Koska kysymyksessä on yleensä vaihtosähkö, puhutaan impedanssista. Tämä tarkoittaa sitä, että on otettava huomioon myös jännitteen taajuuden vaikutus.

3.2. Ihmiskehon impedanssi

Ihmisen kehon impedanssin (vastuksen) muodostavat iho ja kudokset. Mitä kuivempi iho, sitä suurempi on impedanssi. Vastaavasti veri ja kudokset johtavat hyvin sähköä, kun taas luut vastustavat enemmän virran kulkua. Kokeellisesti on voitu todeta keskimääräisiä kokonaisimpedansseja kehon eri osien välille. Esimerkiksi kädestä käteen tai kädestä jalkaan on impedanssi noin 1300Ω , 230 V :n jännitteellä. 50 Hz :n vaihtojännitteen vaihdella välillä $25\text{--}1000 \text{ V}$ vaihtelee impedanssi vastaavasti noin $3200\text{--}1000 \Omega$. Näihin arvoihin vaikuttaa mm. kosketuspintojen suuruus ja kosteus.

Jännitteen taajuuden (Hz) vaikutus kokonaisimpedanssiin saattaa olla hyvinkin suuri.



Kuva 7. Ihmisen impedanssi kädestä käteen on n. 1300 ohmia

Esimerkiksi 230 V :n jännitteellä on impedanssi 50 Hz :llä edellä mainittu 1300Ω . Taajuuden kasvaessa esimerkiksi 2000 Hz :iin putoaa impedanssi lähes 500Ω :iin.

3.3. Sähkövirran vaikutukset

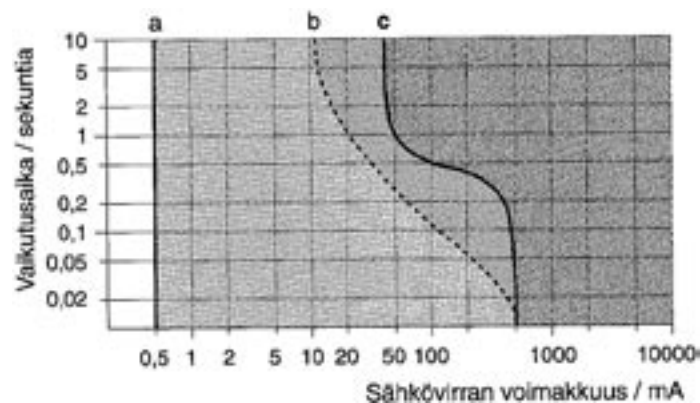
Sähkövirran vaikutukset ihmiskehoon voivat olla hyvinkin yksilölliset. Koska hermojärjestelmämme välittää jännitepulsseja, jotka ohjaavat lihaksiamme, voi pienikin virta aiheuttaa häiriöitä elimistön normaalitoimintaan.

Muutaman mA :n virrat ovat yleensä ihmiselle vaarattomia. Niiden aiheuttama säikähdys voi kuitenkin horjauttaa henkilön alas esim. tikapuilta ja näin aiheuttaa välillisen vaaran. Vastaavasti

jo 10 mA:n virta voi aiheuttaa lihaskouristuksia (jännitteellisestä osasta irrottautuminen estyy) tai halvaannuttaa hengitysilihakset. Sähkövirran kasvaessa saattaa syntyä syviäkin palohaavoja virran sisään- ja ulostulokohtiin sekä tapahtua sisäelimestön kiehumista ja hiiltymistä.

Yleisin syy kuolemaan johtaneissa sähkötapaturmissa on sydänkammiovärinä. Tämä tarkoittaa sitä, että normaalisti noin 60 - 80 kertaa minuutissa tapahtuva supistuminen ja palautuminen lepotilaan muuttuu nopeaksi (jopa 200 - 300 supistusta minuutissa) värinäliikkeeksi. Värinä estää sydämen veren pumppauksen, jolloin verenpaine laskee ja verenkierto loppuu.

Oheinen kaaviokuva esittää kolme eri aluetta sähköön vaikutukselle ihmiskehoon. Ensimmäinen alue alkaa siitä, kun virta ylittää tuntokynnyksen. Toisella alueella on ylitetty jo ns. kouristuskynnyks, ja kun virta ja sen vaikutusaika kasvaa, lisääntyvät myös vaaralliset fysiologiset vaikutukset



Kuva 8. Virran fysiologiset vaikutukset

Alue a : Virta ylittää tuntokynnyksen.

Alue a-b : Suurimmat arvot ylittävät kouristuskynnyksen. Tämän yläpuolella ei käsien irrottaminen jännitteisistä osista ole omin avuin mahdollista. Jo kouristusrajan (b) alapuolella esiintyy sormi- ja käsivarsilihaksissa voimakkaita kipuja.

Alue b-c : Voimakkaita kouristuksia käsivarsissa. Hengitysvaikeuksia ja verenpaineen nousua. Palautuvia sydämen toimintahäiriöitä.

Alue >c : Virran ja sen vaikutusaikan kasvaessa lisääntyvät vaaralliset fysiologiset vaikutukset, kuten sydänkammiovärinä, sydän- ja hengitysilihasten kouristukset ja palovammat.

4. SÄHKÖENSIAPU

4.1. Yleistä

Sähkötapaturman aiheuttaa tavallisesti varomaton suhtautuminen sähköön (johtimet, asennukset) tai viallisten sähkölaitteiden käsittely. Sähköisku voi olla ns. pienjänniteisku, suurjänniteisku tai esim. salaman aiheuttama tapaturma. Sähköalalla toimivan henkilön tulee osata toimia oikein ja hallita hätäensiavun anto sähkötapaturman uhreille.

4.2. Oireet

Sähköiskun seuraukset riippuvat jännitteestä ja virran voimakkuudesta. Uhrilla ilmenevät oireet voivat olla seuraavat:

- pistely ja lihassärky
- kiinnijuuttuminen johtimeen
- palovammat
- tajuttomuus
- sydämenpysähdys ja/tai hengityspysähdys

4.3. Auttajan turvallisuus

On huomattava, että uhri johtaa sähköä niin kauan kuin hän on kiinni virtapiirissä. Auttajan on huolehdittava siitä, että hän ei itse joudu virtapiiriin osaksi. Sähkön johtumista autettavasta auttajaan edistävät mm. kosteat vaatteet ja kostea ympäristö. Kuiva puu, kuiva kangas ja esimerkiksi kuiva sanomalehti eristävät kohtalaisesti. Hyviä eristeitä suojautumiselle ovat mm. kumikäsineet ja -jalkineet.

4.4. Toimenpiteet pienjänniteiskussa

1. Jos tapaturman uhri on kiinni virtapiirissä

- uhrin irrottamiseksi virtapiiristä katkaise sähkö joko irrottamalla pistoke tai katkaisemalla päävirta. Luokkaympäristössä Hätä-Seis-kytkimen painallus katkaisee sähköt.
- ellei sähkön katkaisu onnistu, yritä eristää itsesi kumikäsinein tai -jalkinein ja käytä uhrin irrottamiseen esim. puukeppiä.
- aloita elvytys.

2. Tarkista tajuntansa menettäneen uhrin tila

- kokeile pulssi kaulavaltimosta
- tarkista hengitys asettamalla käden selkäpuoli uhrin suun tai nenän eteen.

3. Jos tapaturman uhri on on eloton

- soita hätäkeskukseen (112) ja ilmoita elottomasta sähkötapaturman uhrista
- aloita puhallus- ja paineluelvytys, jotta uhrin sydän ja hengitys saadaan toimimaan normaalisti
- jatka elvytystä, kunnes ensiapuhenkilöstö saapuu paikalle.

4. Jos uhri sähköiskun jälkeen hengittää ja pulssi tuntuu kaulavaltimolla, mutta hän on tajuton

- laita henkilö kylkiasentoon ja varmista, että hengitys voi tapahtua esteettä
- soita hätäkeskukseen (112) ja ilmoita sähkötapaturman uhrista.

5. Jos uhri on saanut lyhyen sähköiskun ja on tajuissaan, mutta sokissa (huimaa, kalpea ja kylmähikinen iho, nopeana tuntuva syke)

- aseta autettava makuulle ja nosta jalat koholle
- tilaa apua paikalle tai toimita uhri sairaalaan.

4.5. Toimenpiteet suurjänniteiskussa

Suurjänniteisku syntyy, kun ihminen joutuu kosketukseen korkeajännitteisen voimansiirtojohdon (tai salamaniskun) kanssa. Kun korkeajännitejohto katkeaa ja putoaa maahan, voi vaarallinen alue ulottua noin 25 metrin säteelle ympäristöön. Sähkö voidaan katkaista vain sähkölaitokselta. Tarvittavan elvytyksen voi aloittaa vasta, kun on varmistauduttu siitä, että virta on katkaistu (pl. salamanisku).

Tärkeää on myös ottaa huomioon korkeajännitteisissä voimansiirtoverkoissa toimiva jännitteen takaisinkytkentäautomaattika. Maasulussa tai vastaavassa automaattika katkaise jännitteet, mutta myös pyrkii kytkemään ne päälle. Mikäli päällekytkentä ei onnistu 2 - 3 yrityksen jälkeen, katkeaa jännite lopullisesti.

5. SUOJAUS SÄHKÖISKULTA

5.1. Jännitteisten osien suojaus koskettamiselta

Normaalissa käyttötilanteessa sähkölaitteiden jännitteiset osat eivät ole kosketeltavissa eikä niistä tällöin voi myöskään saada sähköiskua.

Suojaus toteutetaan seuraavin suojausmenetelmin:

- a) Jännitteinen osa eristetään.
 - Tämä tarkoittaa, että jännitteinen osa suojataan koskettamiselta eristeaineella.
 - Esimerkiksi jännitteinen johdin eristetään muovi- tai kumikerroksella.
- b) Jännitteinen osa koteloidaan tai suojataan suojuksella.
 - Sähkökojeissa ja -laitteissa sekä kytkentärasioissa paljaat jännitteiset osat on suojattu joko metallisella tai eristeaineisella kotelolla.
- c) Jännitteinen osa suojataan esteellä.
 - Tätä tapaa käytetään yleensä vain sähkötiloissa, joihin pääsevät ainoastaan sähköalan ammattihenkilöt.
- d) Jännitteiset osat sijoitetaan kosketusetäisyyden ulkopuolelle.
 - Tätä suojaustapaa käytetään yleisesti ilmajohdoilla sekä junan ja raitiovaunun ajojohdoilla.

5.2. Suojautuminen sähköiskulta vikatilanteessa

Edellä kerrottiin suojausmenetelmistä, joilla estetään jännitteellisten osien tahaton koskettaminen. Sähkölaitteen käyttö ei saa olla vaarallista myöskään vikatilanteessa, kun laite vioittuu ja jännitteellinen osa on kosketeltavissa. Tällaisessa vikatilanteessa on eristämisen ja koteloinnin lisäksi estettävä sähköiskun saanti tai rajoitettava kosketusjännite niin pieneksi, että se ei aiheuta vaaraa. Tähän tarkoitukseen käytettävää suojausta nimitetään kosketusjännitesuojaukseksi.

Suojaus tapahtuu

- a) estämällä jännitteen pääsy kosketeltaviin osiin lisäeristyksillä
- b) rajoittamalla kosketusjännitteen vaikutusaika lyhyeksi (esimerkiksi 0,2 s, 0,4 s)
- c) erottamalla virtapiiri yleisestä sähköjakeluverkosta esimerkiksi suojaerotusmuuntajalla
- d) eristämällä sähkölaitteen käyttöpaikka ympäristöineen
- e) käyttämällä pienoisjännitettä.

5.3. Suojaus lisäeristyksellä

Sähköiskun saanti estetään lisäeristyksellä suojausluokan II sähkölaitteissa, joissa on kaksoiseristys (peruseristys + lisäeristys) tai vahvistettu eristys. Yhä useampi osa nykyisistä sähkölaitteista on rakenteeltaan suojaeristettyjä.

5.4. Suojaus syötön automaattisella katkaisulla.

Aikaisemmin tätä kosketusjännitesuojausta on nimitetty suojamaadoitusmenetelmäksi ja nollakukseksi. Tämä on yleisin kosketusjännitesuojaustapa. Suojamaadoitus tarkoittaa, että laitteen kosketeltavat metalliosat on kytketty suojajohtimen kautta maadoitukseen. Vikatilanteessa esim. laitteen kuoren tullessa jännitteelliseksi vikavirta kulkee suojajohtimen kautta suoraan maadoitukseen, jolloin sulake palaa ja virta katkeaa laitteesta.

5.5. Suojaus käyttämällä suojaerotusta

Suojaerotusmuuntajalla syötetään yksittäistä sähkölaitetta tai useiden sähkölaitteiden muodostamaa sähköverkkoa. Suojaerotusmuuntajalla syötetään yksittäistä sähkölaitetta, kun laitetta korjataan tai huolletaan (laitteesta on poistettu jännitteellisten osien kosketussuojat) tai käytetään ahtaiden metallirakenteiden sisällä.

Oppilaitoksissa ja sähkökorjaamoissa sähkölaitteiden koestukset ja sähkömittaukset tehdään usein suojaerotetuissa virtapiireissä.

Koestettavaa tai korjattavaa sähkölaitetta syötetään omalla suojaerotusmuuntajalla, kun sen jännitteiset osat ovat koskettavissa. Näin huoltohenkilö ei voi saada sähköiskua, vaikka hän vahingossa koskettaisi samanaikaisesti koestettavan laitteen jännitteistä osaa ja suojamaadoitettua sähkölaitetta ja potentiaalitasauskiskoon yhteydessä olevaa metalliosaa, kuten lämmitys-, ilmastointi- tai paineilmaputkea.

5.6. Suojaus eristämällä sähkölaitteen ympäristö

Vanhoissa asennusmääräyksissä katsottiin (1990-luvun alkupuolelle asti), että sähkölaitteen käyttäjä on riittävästi eristetty maasta asuinhuoneissa, joissa ei ole maahan yhteydessä olevia vesipisteitä ja joissa lattia on eristävä. Katsottiin, että esimerkiksi olohuoneessa, makuhuoneessa ja eteisessä sähkölaitteen pelkkä peruseristys oli riittävä ja suoja myös vikatapauksessa. Tästä syystä näissä tiloissa käytettiin 0-luokan pistorasioita (suojamaadoittamattomia pistorasioita).

Nykyiset määräykset asettavat ympäristön eristykselle suuremmat vaatimukset, minkä takia myös kaikkiin asuinhuoneisiin asennetaan suojamaadoitetut pistorasiat ja sähköverkko rakennetaan niin, että se täyttää automaattiselle katkaisulle asetetut vaatimukset.

5.7. Suojaus käyttämällä pienoisjännitettä

Kun kosketusjännite on riittävän pieni, henkilön kehon läpi ei kulje vaarallista virtaa. Tällaista jännitettä kutsuttiin aikaisemmin suojajännitteeksi, mutta nykyisin pienoisjännitteeksi. Sen suuruus saa vaihtojännitteellä olla enintään 50 V ja tasajännitteellä 120 V. Kun pienoisjännitteen suuruus on korkeintaan 25 VAC tai 60 VDC, ei jännitteisten osien kosketussuojaukselle ole asetettu kotelointivaatimuksia. 25 - 50 V:n vaihtojännitteellä ja 60 - 120 V:n tasajännitteellä osat on suojattava niin, ettei niitä voi koskettaa sormella. Kun pienoisjännitteen virtapiiri on erotettu

maasta, sitä kutsutaan SELV-järjestelmäksi. Tämä järjestelmä on käytetyin pienoisjännitepiiri. Pienoisjännitettä käytetään yleisesti ohjaus- ja telejärjestelmissä, kuten merkinanto-, soittokello- ja hälytysjärjestelmissä.

5.8. Vikavirtasuojakytkin

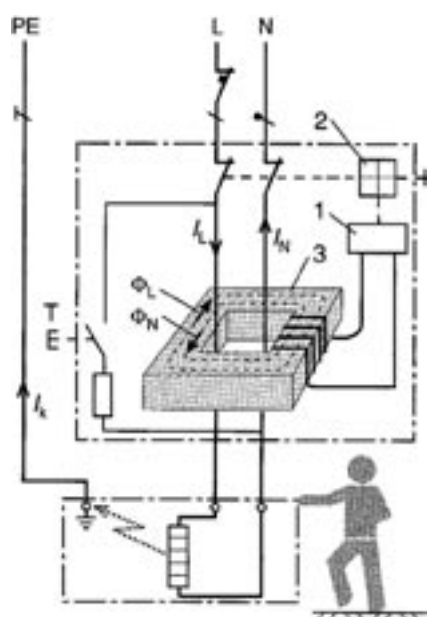
Vikavirtasuojakytkintä käytetään lisäsuojana suojattaessa käyttäjää vaarallisilta sähköiskuilta. Käyttökohteina ovat mm. ulosasennettavat enintään 20 A:n pistorasiat, kylpy- ja suihkutilojen pistorasiat, maa- ja puutarhatalouden tuotantotilojen pistorasiat, työmaakeskusten enintään 32 A:n pistorasiat ja muut vastaavat kohteet, joissa pistotulppaliitännäisen sähkökojeen käyttö on tavanomaista vaarallisempaa. Kun vikavirtasuojakytkintä käytetään kosketussuojauksen lisäsuojana, sen nimellinen toimintavirta saa olla enintään 30 mA.

5.8.1. Toimintaperiaate

Kaikissa sähkölaitteissa on vuotovirtoja. Vuotovirrat kasvavat, kun eristykset heikkenevät ja laitteisiin joutuu kosteutta ja likaa. Sähkölaitteille sallitut vuotovirrat jännitteisten osien ja rungon välillä ovat seuraavat:

- Suojausluokan 0 ja III laitteet 0,5 mA
- Suojausluokan II laitteet 0,25 mA
- Suojausluokan I siirrettävät laitteet 0,75 mA
- Suojausluokan I kiinteät laitteet 3,5 mA
- Suojausluokan I kiinteät laitteet, joissa on lämpövastus 0,75 mA tai 0,75 mA/kW, enintään 5 mA

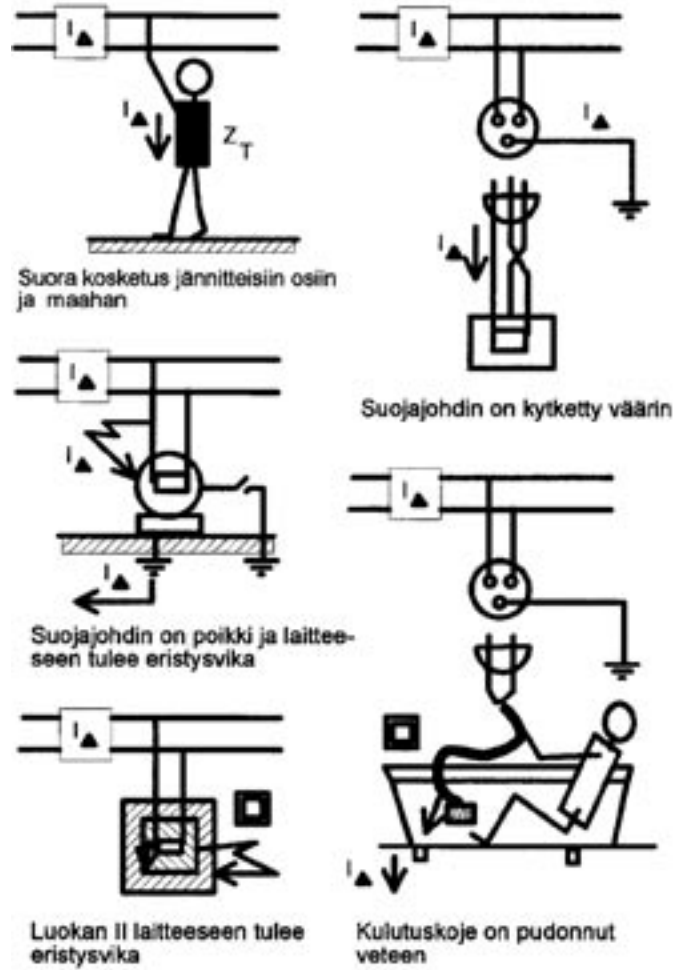
Vikavirtasuojakytkimen toiminta perustuu sähkökojeelle menevän virran (I_L) ja sieltä palaavan virran (I_N) mittaamiseen. Mikäli sähkölaitteen jännitteellisten osien ja suojamaadoitetun osan välillä ei ole eristysvikaa, ovat edellä mainitut virrat yhtä suuret.



Kuva 9. Vikavirtasuojakytkimen toimintaperiaate

- 1 = elektroninen laukaisupiiri
- 2 = laukaisumekanismi
- 3 = summavirtamuuntaja
- 4 = testipainike

Vastaavasti vikavirtasuojakytkin toimii, mikäli laitteeseen syntyy vikapaikka, josta virta pääsee kulkeutumaan suojajohtimeen tai ihmisen kautta maahan.



Kuva 10. Tilanteita, joissa vikavirtasuojakytkin suojaa sähköiskulta

6. SÄHKÖLAITTEIDEN SUOJAUSLUOKAT

6.1. Suojausluokan 0 sähkölaitteet

Suojausluokan 0 sähkölaitteissa on ainoastaan peruseristys, ja ne on varustettu 0-luokan pistotulpalla. Näin ollen 0-luokan sähkölaitteita voidaan käyttää vain tiloissa joissa on 0-luokan pistorasiat. Nämä tilat ovat kuivia, lattia on eristävä eikä tilassa ole maahan yhteydessä olevia metalliosia. Suojausluokan 0-laitteissa ei ole peruseristyksen lisäksi mitään rakenteellista lisä-suojausta.

6.2 Suojausluokan I sähkölaitteet

Suojausluokan I sähkölaitteessa on jännitteelliset osat eristetty peruseristyksellä ja kosketeltavat metalliosat suojamaadoitettu yhdistämällä ne suojajohtimella (KeVi) kiinteän asennuksen PE-kiskoon. Suojausluokan I sähkölaitteen pistotulpassa on suojakosketin, jonka kautta suojamaadoituspiiri yhdistyy pistorasiassa olevaan vastaavaan suojakoskettimeen.



Suojakoskettimella varustettu sähkölaitte on mahdollista kytkeä myös 0-luokan pistorasiaan. Tällöin suojaus perustuu käyttötilassa oleviin vaarattomiin käyttöolosuhteisiin (eristävä lattia tms).

Kuva 11. 1-luokan sähkölaitte

6.3 Suojausluokan II sähkölaitteet

Suojausluokan II eli suojaeristetyssä sähkölaitteessa on kosketusjännitesuojaus toteutettu lisäeristyksen avulla. Lisäeristys voi olla vahvistettu peruseristys tai kaksoiseristys jännitteellisten osien ympärillä. Suojaeristetyt laitteen pistotulppa sopii sekä 0-luokan pistorasiaan että I luokan pistorasiaan, koska käytön turvallisuus perustuu jännitteisten osien hyvään eristykseen.



Kuva 12. 2-luokan sähkölaitte

6.4. Suojausluokan III sähkölaitteet

Suojausluokan III sähkölaitteet toimivat pienjänniteverkossa, missä nimellijännite on vaihtojännitteellä enintään 50 V ja tasajännitteellä 120 V. Tyypillisimpiä laitteita ovat lasten lelut ja erilaiset ulkokäyttöön tarkoitetut sähkölaitteet, esim. koristevalot. Tällöin nimellijännite on yleensä 6 V, 12 V tai 24 V. Suojajännitteisen sähkölaitteen liityntä verkkopistorasiaan toteutetaan erillisellä suojajännitemuuntajalla.



Kuva 13. 3-luokan sähkölaite

7. KOTELOINTILUOKAT

7.1. Yleistä

Koteloinnin tehtävänä on estää käyttäjää koskettamasta sähkölaitteen sähköisiin osiin. Koteloinnin tarkoituksena on myös suojata sähkölaitteen sähköisiä osia vierailta esineiltä, pölyltä, vedeltä ja kosteudelta. Koteloinnin tulee olla sitä tiiviimpi, mitä hienojakoisempia vieraat aineet ovat.






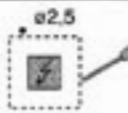

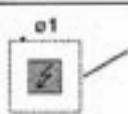

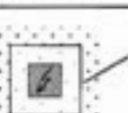
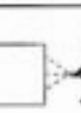

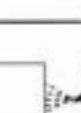
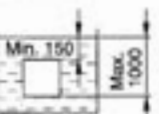




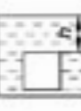
7.1.1. IP-koodi

Ensimmäinen tunnusnumero ilmaisee sitä, kuinka kotelointi suojaa ihmisiä koskettamasta vaarallisia osia, estäen tai rajoittaen ihmiskehon osan tai ihmisen pitämän esineen sisääntunkeutumisen ja kuinka kotelointi suojaa laitetta vieraiden esineiden ja pölyn sisääntunkeutumiselta.

Toinen tunnusnumero ilmaisee, kuinka kotelo estää veden haitallisen sisääntunkeutumisen.



Kuva 14. IP44 ja IP20 -kotelointiluokan pistorasiat

Numero Nimitys ja kuvatunnus	Ensimmäinen tunnusnumero Merkitys laitesuojauksessa ja henkilösuojauksessa		Numero Nimitys ja kuvatunnus	Toinen tunnusnumero Merkitys laitteen vesisuojauksessa	
	IP0X			Ei suojausta.	IPX0
IP1X		Halkaisijaltaan 50 mm kapaleen sisään pääsy on estetty. Käden (nyrkin) sisään pääsy on estetty.	IPX1		Suojattu pystysuoraan tippuvaalta vedeltä.
IP2X Kosketussuojainen		Halkaisijaltaan 12 mm kapaleen sisään pääsy on estetty. Sormen sisään pääsy on estetty.	IPX2		15° kallistettu laite suojattu tippuvaalta vedeltä.
IP3X Erikoiskosketussuojainen		Halkaisijaltaan 2,5 mm kapaleen sisään pääsy on estetty. Työkalun sisään pääsy on estetty.	IPX3		Suojattu enintään 60° kulmassa satevalta vedeltä.
IP4X		Halkaisijaltaan 1 mm kapaleen sisään pääsy on estetty. Suojattu langalta.	IPX4		Suojattu kaikista suunnista roiskuvaalta vedeltä.
IP5X Pölysuojainen		Pölyä ei pääse tunkeutumaan haitallisesti kotelon sisälle. Suojattu langalta.	IPX5		Suojattu kaikista suunnista vesisuihkulta (tilojen puhdistus).
IP6X Pölytiivis		Pölyä ei pääse tunkeutumaan kotelon sisälle. Suojattu langalta.	IPX6		Suojattu kaikista suunnista voimakkaalta vesisuihkulta ja aallokelta.
Lisäkirjaimien A—D merkitykset:			IPX7		Veteen lyhytaikaisesti upotettu laite on suojattu vedeltä.
IPXXA	Vaaralliset osat on kosketussuojattu nyrkiltä. 		Vedenpitävä		
IPXXB	Vaaralliset osat on kosketussuojattu sormelta. 				
IPXXC	Vaaralliset osat on kosketussuojattu työkalulta. 				
IPXXD	Vaaralliset osat on kosketussuojattu langalta. 		IPX8		Veteen pysyvästi upotettu laite on suojattu vedeltä.

Kuva 15. Kotelointiluokkatunnuksen numeroiden merkitys.



8. SÄHKÖTYÖTURVALLISUUS

8.1. Yleistä

Hyvän sähköturvallisuuden aikaansaamiseksi edellytetään, että sähkötyö tehdään turvallisesti, oikeita työtapoja, valmistajien asennusohjeita ja standardeja noudattaen. Oikeista työtavoista ja standardeista ei ole syytä poiketa. Hyvä sähköturvallisuus edellyttää mm. oikeaa asennetta, vastuunottoa, opastusta, oikeita, ehjiä ja tarkoituksenmukaisia työvälineitä, suojaimia, työmenetelmiä yms. Sähkötyötä tekevät henkilöt ovat ammattitaitoisia ja vastuuntuntoisia.

Standardin SFS 6002 mukaan sähkötyötä on työ, jossa on sähköisiä vaaratekijöitä. KTM 516/1996:n mukaan sähkötyöllä tarkoitetaan sähkölaitteiden korjaus- ja huoltotyötä sekä sähkölaitteiston rakennus-, korjaus-, ja huoltotyötä. Lisäksi sähkötöitä ovat myös käyttötoimenpiteisiin verrattavat huoltotyöt.

8.2. Esimerkkejä kuolemaan johtaneista tapaturmista

11.3.2003

Sähkölaitos asentajat rakensivat uutta 20 kV:n paikallisjakelulinjaa, joka ylittää vanhan pj-avojohdon. Pylvääseen kiivennyt asentaja joutui kosketuksiin vanhan linjan jännitteisten johtimien kanssa. Mies sai sähköiskun ja putosi maahan. Mies todettiin kuolleeksi.

30.5.2003

Nuorisoporukasta yksi henkilö kiipesi 220 kV:n voimajohdon Pe-Ha -pylvääseen ja joutui liian lähelle virtajohdinta. Valokaaren sytyttyä uhri putosi pylväästä ja menetti henkensä joko valokaaren vaikutuksesta tai putoamisesta johtuen. Kyseinen voimajohtopylväs täytti turvallisuusmääräykset.

4.7.2003

Tutkimuslaitoksen nuori harjoittelija oli keräämässä lehtinäytteitä koivupuista. Näytteenottovälineenä oli 12 m pitkä hiilikuituinen varsi, jonka päässä on leikkuri. Hiilikuitu on sähköä hyvin johtava materiaali. Työskennellessään harjoittelija käveli tutkimusalueen halki kulkevan 20 kV:n avojohdon alta, jolloin varsi joutui kosketuksiin avojohdon jännitteiseen johtimeen. Harjoittelija sai kuolettavan sähköiskun. Tapaturmaan välitön syy oli maallikon työskentely liian lähellä jännitteisiä avojohdon johtimia.

8.3. Sähkökäyttäjälle sallitut työt

Tavallinen sähkökäyttäjä saa tehdä joitakin sähkötöitä itselleen. Sähkötöiden tekeminen on kuitenkin osattava. Vastuu töistä on aina tekijällä.

8.4. Jokaiselle sähkökäyttäjälle sallittuja käyttötoimenpiteitä

- 1) Sulakkeen vaihto
 - a) asunnon sulakkeen vaihto
 - b) automaattisulakkeen asettaminen toiminta-asentoon
 - c) valonsäätimessä (himentimessä) olevan sulakkeen vaihto
- 2) Valaisimen lampun ja sytyttimen vaihto
- 3) Jännitteettömyyden toteaminen hyväksytyllä jännitteenkoettimella, kun tehdään jokaiselle sähkökäyttäjälle sallittuja töitä
- 4) Vikavirtasuojakytkimen toiminnan testaus

8.5. Jokaiselle sähkökäyttäjälle sallittuja korjaus- ja asennustöitä

- 1) Yksivaiheisen jatkojohdon korjaus ja teko
- 2) Sähkölaitteen rikkoontuneen yksivaiheisen liitäntäjohdon ja pistotulpan vaihto, esimerkiksi:
 - a) tavallisella pistotulpalla varustetun sähkölaitteen liitäntäjohdon ja pistotulpan vaihto
 - b) suojamaadoitetulla pistotulpalla varustetun sähkölaitteen liitäntäjohdon ja pistotulpan vaihto
 - c) rikkoontuneen suojaeristeisen laitteen pistotulpan vaihto suojamaadoitettuun pistotulppaan, jolloin pistotulpassa oleva suojamaadoitusliitin jätetään kytkemättä
- 3) Valaisimen liitäntäjohdon rikkoontuneen välilytkimen vaihto
- 4) Sisustusvalaisimen liittäminen valaisinliittimellä eli ”sokeripalalla”
- 5) Kiinteässä asennuksessa valaisinliittimen eli ”sokeripalan” korvaaminen uuden järjestelmän mukaisella valaisinliitinpistorasialla
- 6) Valaisinliitinpistorasian vaihto
- 7) Valaisinpistotulpan asennus ja vioittuneen tulpan vaihto
- 8) Jännitteettömien pistorasioiden ja kytkimien kansien irrottaminen esim. maalaamisen ja tapetoinnin ajaksi ja rikkoutuneiden kansien vaihto
- 9) Suojajännitteisten laitteistojen (esim. aurinkopaneeli-, lämmitys- tai valaisinjärjestelmät) asentaminen valmistajan tai tavarantoimittajan antamien ohjeiden mukaisesti
- 10) Harrastustoimintana tehtävä sähkölaitteiden kokoonpano esim. elektroniikan rakennussarjasta ja tällaisen laitteen korjaaminen

8.6. Jokaiselle käyttäjälle sallittuja muita töitä

- 1) Omakotitalon antennin asentaminen
- 2) Sähkölaitteiden mekaanisten osien korjaaminen, esim. pesukoneen letkun vaihto edellyttäen, että laitteen kosketussuojaus, vesisuojaus mukaan lukien, ei muutu
- 3) Luotettavasti ja kokonaan jännitteettömiksi tehtyjen sähköasennusten purku
- 4) Kaapeliojan kaivu ja kaapelin veto maahan. Ennen kaapeliojan peittämistä on sähköalan ammattilaisen todettava, että työ on tehty asianmukaisesti.

8.7. Ammattitaito

Sähkötyötä tekevän henkilön on oltava ammattitaitoinen tai työ on tehtävä ammattitaitoisen henkilön opastamana ja valvomana. Ammattitaitovaatimus on KTM päätöksessä 516/1996:

”Vaatimus ammattitaitoa edellyttävissä sähköalan töissä”

11§

Riittävän ammattitaitoiseksi tekemään itsenäisesti oman alansa sähkö- ja käyttötöitä ja valvomaan niitä katsotaan henkilö, joka on kyseisiin töihin opastettu ja joka on:

- 1) suorittanut sähköalan diplomi-insinöörin tai tekniikan ammattikorkeakoulututkinnon (insinööri amk) taikka insinöörin tai teknikon tutkinnon;
- 2) suorittanut sähköalan ammattitutkinnon tai erikoisammattitutkinnon taikka vastaavan tutkinnon;
- 3) suorittanut hyväksytysti sähköalan oppisopimuskoulutuksen;
- 4) suorittanut sähköalan kolmivuotisen ammatillisen perustutkinnon tai vastaavan koulutuksen ja sen jälkeen hankkinut vuoden työkokemuksen kyseisistä sähköalan töistä;
- 5) suorittanut sähköalan kaksivuotisen ammatillisen perustutkinnon tai vastaavan koulutuksen ja sen jälkeen hankkinut kahden vuoden työkokemuksen kyseisistä sähköalan töistä;
- 6) suorittanut yhden vuoden pituisen sähköalan koulutuksen ja sen jälkeen hankkinut kolmen vuoden työkokemuksen kyseisistä sähköalan töistä; taikka
- 7) hankkinut kuuden vuoden työkokemuksen kyseisistä sähköalan töistä ja riittävät alan perustiedot.

Sähkövoima-alan tehtävissä muun sähköalan kuin sähkövoimatekniikan koulutuksen suorittaneilta edellytetään lisäksi vuosi sähkövoima-alaan perehdyttävää työkokemusta tutkinnon tai koulutuksen jälkeen.

Jos kyse on yksittäiseen sähkölaite- tai sähkölaitteistoryhmään kohdistuvista sähköalan töistä, riittävän ammattitaitoiseksi tekemään itsenäisesti kyseisiä töitä katsotaan 1 momentista poiketen henkilö:

- 1) jolla on kahden vuoden työkokemus kyseisistä sähköalan töistä; tai
- 2) joka on suorittanut ammatillisesta aikuiskoulutuksesta annetun lain (631/1998) mukaisesti ammattitutkinnon ja siihen sisältyvänä osan, jonka Opetushallitus on vahvistanut tutkinnon perusteissa tämän pykälän edellyttämäksi sähköalan osaamisvaatimukseksi, ja sen jälkeen hankkinut vuoden työkokemuksen kyseisistä sähköalan töistä.” KTM 516/1996.

Sähköalan kolmivuotisen ammattikoulutuksen suorittaneiden henkilöiden pätevyys.

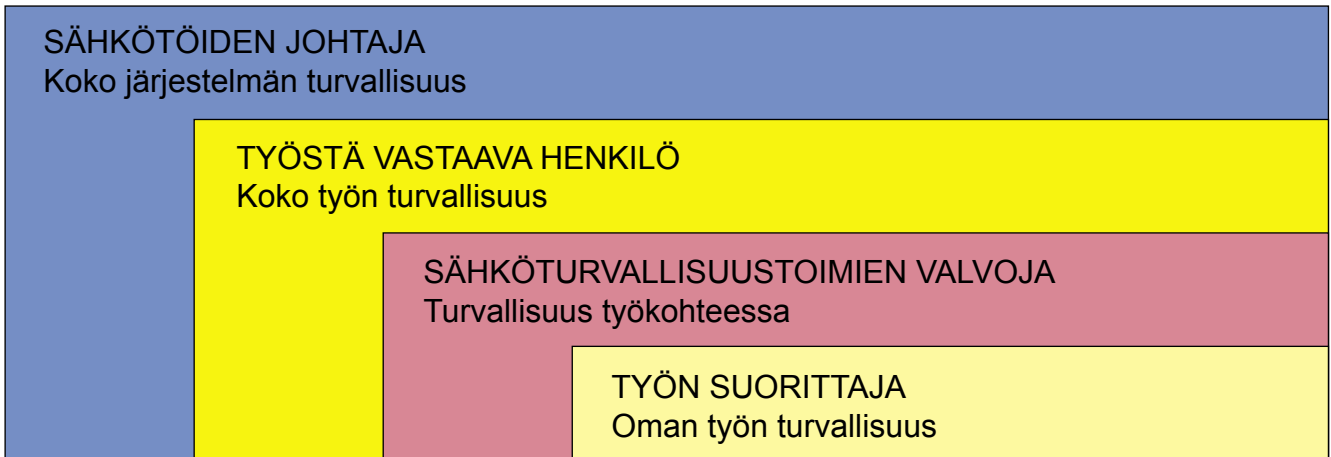
Tutkinto	Työkokemus
Sähköasentaja	1 vuosi oman alan työkokemusta tutkinnon jälkeen.
Automaatioasentaja	1 vuosi oman alan työkokemusta tutkinnon jälkeen, lisäksi 1vuosi sähkövoima-alan työtehtävissä. Yht. 2 vuotta työkokemusta.
Elektroniikka-asentaja	1 vuosi oman alan työkokemusta tutkinnon jälkeen, lisäksi 1vuosi sähkövoima-alan työtehtävissä. Yht. 2 vuotta työkokemusta.

Kuva 16. Ammattikoulutuksen suorittaneiden henkilöiden pätevyys

Nämä henkilöt voivat tehdä itsenäisesti sähkötöitä. Urakoida he eivät saa. Työssäoppimispaikoilla opiskelija ei saa tehdä töitä yksin, vaan aina toisen, pätevän asentajan kanssa.

8.8. Sähköturvallisuuden valvonta ja vastuut

Sähkötöiden johtaja vastaa yrityksen sähkötöistä. Hänellä on oltava riittävä pätevyys sähkötöiden johtamiseen. Pätevyys saavutetaan työkokemuksen, koulutuksen ja sähköturvallisuusmääräysten tuntemisen avulla. Työstä vastaava henkilö vastaa yksittäisen työkohteen työturvallisuudesta ja on esim. työnjohtaja. Itsenäiseen työhön kykenevä sähköalan ammattihenkilö voi toimia sähköturvallisuustoimien valvojana. Sähköturvallisuustoimien valvoja valvoo henkilökohtaisesti työn tekemisen turvallisuutta tai tekee sen kokonaisuudessaan itse. Työn suorittaja vastaa luonnollisesti omasta turvallisuudestaan ja tekemistään töistä.



Kuva 17. Vastuut ja valvonta sähköalan töissä

8.9. Työskentelykäytännöt

Työ on aina suunniteltava ennen sen suoritusta. Ennen työn aloittamista kaikkien työtä tekevien on tiedettävä, mitä ollaan tekemässä ja kuinka työ vaikuttaa laitteiston toimintaan. **Työstä vastaavan** henkilön on annettava lupa työn aloittamiseen, keskeyttämiseen ja lopettamiseen.

Työskentely voidaan jakaa jännitteettömään työhön, työhön jännitteellisten osien läheisyydessä ja jännitetyöhön. Opiskelijat saavat tehdä sähkötöitä vain **JÄNNITTEETTÖMISSÄ** laitteistoissa.

8.10. Työskentely jännitteettömänä

Työkohteen määrittely on tehtävä huolellisesti. Silmämääräisesti on tutkittava työn laajuus ja kunto. Asennuskohteissa johdotuspiirustuksista, keskuskaavioista ja piirikaavioista on selvitettävä asennuksen toiminta, ryhmänumero yms. työhön liittyvät asiat. Erityisen tarkkana on oltava vanhoissa asennuksissa, missä piirustuksia ei välttämättä ole päivitetty muutosten jälkeen. Sähkölaitteiston käytöstä vastaava henkilö antaa luvan sähköturvallisuustoimien valvojalle työn aloittamiseksi. Ennen työn aloittamista tehdään seuraavat toimenpiteet:

- 1) Täydellinen erottaminen
- 2) Jännitteen kytkemisen estäminen
- 3) Laitteiston jännitteettömyyden toteaminen
- 4) Työmaadoittaminen
- 5) Suojaus lähellä olevia jännitteisiä osia vastaan

Täydellisessä erottamisessa työkohteeseen tehdään jännitteettömäksi. Erottaminen voidaan tehdä erottimella, erotuskytkimellä, poistamalla sulakkeet tai muulla luotettavalla tavalla. Johdonsuojakytkimiä voidaan käyttää erotuslaitteena vain yksittäisillä ryhmäjohtoilla. Joissakin tapauksissa kohteeseen saattaa tulla jännite esim. kondensaattoreiden, pitkien kaapeleiden, ohjausjännitteiden, rinnankäyviin muuntajien, UPS-laitteiden yms. kautta.

Jännitteen kytkeminen estetään lukitsemalla erotuslaite tai sen paikallis- ja kauko-ohjaus auki-asentoon. Lukitseminen voi myös koskea laitteen tai ohjaimen sijaintitilaa. Lisäksi erotuskohta tai erotuslaite on varustettava kilvellä ”ÄLÄ KYTKE. TYÖ KÄYNNISSÄ”. Kilvessä on oltava kilven asettajan nimi ja asettamispäivämäärä. Johdonsuojakatkaisijan käyttövivun käyttö on estetävä lukitsemalla tai muulla vastaavalla tavalla. Käyttövipu ei saa olla avattavissa ilman avainta tai työkalua.

Jännitteettömyys todetaan mittaamalla jännite kaikkinaisesti työkohteesta. Se voidaan tehdä joko kiinteällä tai siirrettävällä jännitteenkoettimella tai yleismittarilla. Jännitteenkoettimen kunto on testattava ennen mittaamista. Kunnan testausta suositellaan myös mittauksen jälkeen.

Työmaadoittamisella tarkoitetaan virtapiirin kaikkien osien yhdistämistä maahan ja toisiinsa työn ajaksi. Työmaadoittaminen tehdään, koska jännite voi päästä työkohteeseen esim. eristyksien peittämisen, johtojen koskettamisen, indusoitumisen tai influoimisen vuoksi.

Työmaadoittaminen tehdään joko siirrettävillä tai kiinteillä työmaadoitusvälineillä. Pienjännitelaitteistoissa tulee työmaadoittaminen suorittaa yli 1000 A:n jakokeskuksissa ja avojohdoilla.

Jos työalueen läheisyydessä on sähkölaitteiston osia, joita ei voi tehdä jännitteettömiksi, toimitaan jännitteisten osien läheisyydessä. Tällöin noudatetaan Työt jännitteisten osien läheisyydessä - kohdan vaatimuksia.

Aloitustöiden suorittamiseksi antaa työstä vastaava henkilö tai yksittäisissä kohteissa sähköturvallisuustoimien valvoja, kun em. toimenpiteet on tehty.

Kytkeä jännitteiseksi voidaan tehdä, kun työ on tehty valmiiksi ja tarkastettu. Mahdolliset suojaukset poistetaan, työmaadoitukset puretaan, kyllit poistetaan ja lukot avataan. Sähköturvallisuustoimien valvoja varmistaa työn valmistumisen, tekee ilmoituksen työn valmistumisesta ja antaa luvan jännitteiden kytkemiseen.



Kuva 18. Lukittu ja merkitty pääkytkin

Jännitteet katkaisu pääkytkimestä, jännitteen kytkeminen estetty lukitsemalla pääkytkin, ”Älä kytke. Työ käynnissä” - kyltti asetettu kytkimen viereen. Kyltistä selviää asettaja ja asetuspäivämäärä.

Esim. Rivitalotyömaa

Sähkötöiden johtaja toimii myös työstä vastaavana henkilönä. Hän nimeää työmaalle kärkimiehen, joka vastaa työmaan asennuksista. Samalla hän nimeää kärkimiehen sähköturvallisuustoi-
mien valvojaksi, suullisesti tai kirjallisesti. Kärkimies valvoo henkilökohtaisesti työn tekemistä tai tekee sen kokonaisuudessaan itse. Kärkimiehen on oltava tällöin itsenäiseen työhön kykenevä ammattihenkilö (sähköasentajan tutkinto + 1 vuosi työkokemusta).

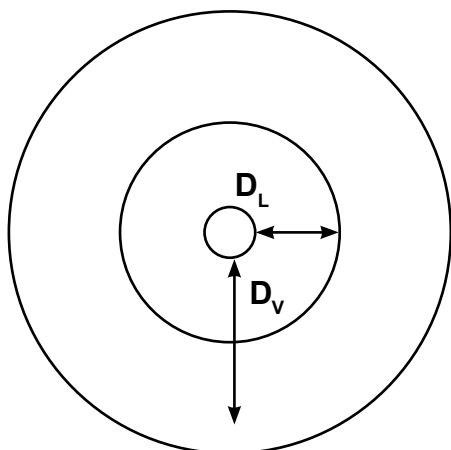
8.11. Työt jännitteisten osien läheisyydessä

Työskentelyä jännitteisten osien läheisyydessä kutsutaan lähityöksi. Jännitteisten osien läheisyydessä työskentely on mahdollista vasta sitten, kun on varmistuttu siitä, että jännitteisiin osiin ei voida koskea eikä joutua jännitetyöalueelle. Jännitteiset osat voidaan suojata suojuksilla, esteillä, koteloilla tai eristävillä päällyksillä. Jos näin ei voida menetellä, pitää jännitteisistä osista pysyä riittävän etäällä ja työtä pitää myös valvoa. Työn tekijällä pitää olla vakaa työskentelyalusta, joka jättää molemmat kädet vapaaksi. Tämä tarkoittaa käytännössä kunnan telineitä ja siistiä työympäristöä. Ennen työn aloittamista työstä vastaavan henkilön tulee antaa opastus siitä, millä etäisyydellä jännitteisistä osista työskennellään, miten turvaetäisyydet säilytetään työn aikana ja mitkä ovat muut sovitut turvallisuustoimenpiteet. Opastus on suoritettava erityisen huolellisesti henkilöille, jotka eivät ole tottuneet työskentelemään jännitteisten osien läheisyydessä. Työskentelyalueen rajat määritellään tarkasti ottaen huomioon myös yllättävät tekijät, kuten työ-
koneen heilahdukset, työliikkeet jne. Opastus tulee antaa aina tarvittaessa tai kun työolosuhteet muuttuvat. Työskentelyalue suositellaan merkittäväksi sopivilla lipuilla, köysillä, kilvillä yms. tavalla. Jos koko laitteiston kojeistoa ei ole tehty jännitteettömäksi, on selvästi merkittävä, mitkä osat tai kennot on tehty jännitteettömäksi tai missä osassa tai kennossa on jännite.

Työntekijä ei saa ulottua jännitetyöalueelle työkalulla tai tarvikkeella, esim. putkilla, tikkailla tai kaapelipäätteillä.

Suojalaitteet valitaan siten, että ne suojaavat riittävästi kohdetta. Suojalaitteet asennetaan joko jännitteettömänä tai käyttäen jännitetyön menettelyjä. Suojalaitteina käytettävät suojat, kotelot tai eristävät päällykset on pidettävä kunnossa ja kiinnitettynä työn aikana. Suojuksilla pyritään saavuttamaan suojausluokan IP 2X -suojaustaso.

Työtä jännitteisten osien läheisyydessä voivat olla myös mm. rakennustyö, telinetyöt, nostolaitteilla, rakennuskoneilla ja kuljettimilla tehtävä työ, asennustyö, kuljetukset, maalaus- ja saneeraus-
raustyö sekä muiden laitteiden ja rakennuslaitteiden sijoittaminen. Määritellyt etäisyydet pitää säilyttää koko ajan: pienjännitteellä 70 cm, 20 kV:n jännitteellä 1,4 m. Työt tekee erityisen vaaralliseksi se, että työtä tekevät myös sähköalaa riittämättömästi tuntevat henkilöt. Etäisyyksien pitää säilyä myös mm. mahdollisten virheliikkeiden, kuorman siirtymisten, heilahdusten ja putoamisten aikana. Viime vuosina on sattunut varsin monta kuolemaan johtanutta tapaturmaa juuri jännitteisten osien läheisyydessä.



U_N / kV	D_L / m	D_V / m
≤ 1	0,20	0,70
3	0,22	1,22
6	0,25	1,25
10	0,35	1,35
20	0,40	1,40
30	0,56	1,56
45	0,63	1,63
110	1,00	2,00
220	1,60	3,60
400	2,50	4,50

Kuva 19. Lähi- ja jännitetyöalueiden rajat

8.12. Jännitetyöt

Jännitetyön aikana työntekijät ovat kosketuksissa jännitteisten osien kanssa tai ulottuvat työn aikana jännitetyöalueelle. Jännitetyö edellyttää mm. jännitetyökoulutusta, -välineitä ja -suojaimia. Opiskelija ei saa tehdä jännitetöitä.

9. SÄHKÖALAN TÖITÄ SÄÄTELEVÄT OHJEET JA MÄÄRÄYKSET

Vuonna 1999 julkaistu standardi SFS 6000, Pienjännitesähköasennukset sekä SFS 6002, sähkötyöturvallisuus, luovat kehykset kiinteistöjen sähköasennuksille. Sarjassa on julkaistu myös SFS 6001, Suurjännitesähköasennukset, joka määrää enemmän sähkölaitosten ja jakeluyhtiöiden toimintaa. Standardit pohjautuvat yhteiseurooppalaisiin säädöksiin. Myös eduskunta on säätänyt lakeja ja antanut ohjeita sähköalalle. Sellaisia ovat mm. sähköturvallisuuslaki ja -asetus, sähkömarkkinalaki ja -asetus sekä telemarkkinalaki ja -asetus. Kauppa- ja teollisuusministeriö antaa lakeja täydentäviä määräyksiä, joihin kuuluvat mm. päätös sähköalan töistä, päätös sähköasennusten turvallisuudesta sekä päätös sähkölaitteiston käyttöönotosta ja käytöstä.

Sähköturvallisuutta valvoo TUKES, Turvatekniikan keskus. Se on sähköturvallisuutta valvova viranomainen, joka valvoo sähköturvallisuusvaatimusten noudattamista. Valvontaa suoritetaan sekä kentällä että dokumenteista. TUKES valvoo myös sähkölaitteiden valmistajia ja maahan-tuojia ja on antanut mm. käyttökieltoja tuotteille, jotka eivät täytä turvallisuusvaatimuksia. TUKES antaa myös valistusta sähköturvallisuusasioissa mm. julkaisemalla sähköön ja sen käyttöön liittyviä oppaita. Käytännön työtä määräysten lisäksi ohjaavat Sähkötietokortisto, Sähköalan tietokansio ja verkostosuosituksset, jotka ottavat kantaa esim. asennuskorkeuksiin, liittymisjohdon mitoittamiseen yms. Vaikka ST-kortisto ei ole määräyskokoelma, on hyvän asennustavan mukais-ta noudattaa sen antamia ohjeita.

10. SÄHKÖURAKOINTI

Sähköurakointi eli sähkötöiden tekeminen ja siitä laskuttaminen on aina luvanvaraista. Viranomaiset valvovat, kuka sähkötöitä saa tehdä. Ammatillisen koulutuksen jälkeen sähköasentaja ei voi perustaa omaa yritystä heti. Urakointiliikkeellä on aina oltava sähkötöiden johtaja, jolla on sähköpätevyys. Sähköpätevyksiä on 3. Sähköpätevyys 1, 2, 3, hissipätevyys ja hissihuoltopätevyys. Sähköpätevyys sisältää aina koulutuksen, sähköturvallisuustutkinnon ja työkokemuksen.

10.1. Sähköpätevyys 1

Sähköpätevyys 1 oikeuttaa toimimaan sähkötöidenjohtajana. Sähkötöidenjohtajalla on aina oltava hyväksytysti suoritettu sähköturvallisuustutkinto. Tutkintoja järjestetään kolme kertaa vuodessa samaan aikaan eri paikkakunnilla. Tutkinnon järjestäjällä on oltava järjestysoikeus. Tutkinnon kriteereistä vastaa TUKES (= Turvatekniikan keskus).

Lisäksi vaaditaan :

- DI-tutkinto sähkövoima-alalta
- Insinööritutkinto
- Kaksi vuotta työkokemusta, joka on hankittu yli 1000 V:n vaihtojännitelaitteistoihin tai yli 1500 V:n tasajännitelaitteistoihin kohdistuvista tehtävistä
- Sähköalalla suoritettu teknikon tai muun sähköalan insinööri- tai DI:n tutkinto. Lisäksi on oltava työkokemusta kuten edellä, mutta neljän vuoden pituinen.
- Muu kuin sähköalalla suoritettu teknikon tutkinto. Tämän lisäksi vaaditaan kuuden vuoden työkokemus, josta vähintään kaksi vuotta yli 1000 V:n vaihtojännitelaitteistoihin tai yli 1500 V:n tasajännitelaitteistoihin liittyvää kokemusta.

10.2. Sähköpätevyys 2

Sähköpätevyys 2 oikeuttaa toimimaan enintään 1000 V:n vaihtojännitteisten ja 1500 V:n tasajännitteisten sähkölaitteistojen käyttöjohtajana. Sähköturvallisuustutkinnon lisäksi vaaditaan sähköalan koulutusta ja työkokemusta yhteensä kuusi vuotta. Näillä perusteilla sähköasentaja on nykyisin oikeutettu perustamaan urakointiliikkeen. Koulutuksen jälkeisestä työkokemuksesta tulee vähintään kaksi vuotta olla laaja-alaista sähkötöihin perehdyttävää työkokemusta. Tämä on merkittävä muutos aikaisempaan sähköpätevyysasetukseen, jolloin peruskoulutuksen oli aina oltava joko teknikon tai insinöörin koulutus.

10.3. Sähköpätevyys 3

Sähköpätevyys 3 oikeuttaa toimimaan sähkötöidenjohtajana enintään 1000 V:n vaihtojännitteeseen ja 1500 V:n tasajännitteeseen verkkoon ja liitettävien ja niihin verrattavien sähkölaitteistojen korjaustöissä. Hissipätevyyksistä määrätään tältä osin erikseen. Vaatimuksena on aina sähköturvallisuustutkinto. Näitä töitä ovat mm. kodinkonekorjaamotyöt.

10.4. Hissipätevyys

Hissien rakennus-, korjaus- ja huoltotehtävät edellyttävät aina hissiturvallisuustutkintoa. Tämän lisäksi on oltava sähköalalla suoritettu DI- tai insinööritutkinto sekä kahden vuoden työkokemus, joka perehdyttää hissitöiden johtamiseen. Sähköalalla suoritettujen teknikon tutkinnon jälkeen vaaditaan neljän vuoden pituinen työkokemus, joka liittyy hissitöiden johtamiseen.

10.5. Hissihuoltopätevyys

Kun hissejä huolletaan ja korjataan, tarvitaan myös huoltotöiden johtaja. Huoltotöiden ja korjaustöiden johtajalta vaaditaan hissiturvallisuustutkinnon lisäksi työkokemusta, jonka pitää olla laaja-alaista, hissitöihin perehdyttävää.

10.6. Sähköturvallisuusviranomainen

Turvallisuustutkintoja ovat siis sähköturvallisuustutkinto ja hissiturvallisuustutkinto. Vaatimukset vahvistaa aina sähköturvallisuusviranomainen, joka myös huolehtii oppilaitoksissa ja aikuiskoulutuskeskuksissa pidettävien tutkintojen järjestämisestä. Myös tutkintojen taso ja arvioinnin valominen kuuluvat viranomaisille.

10.7. Pätevyystodistukset

Jos sinulla on riittävä koulutus ja työkokemus johonkin näistä pätevyyksistä ja olet suorittanut turvallisuustutkinnon hyväksytysti, sinun on haettava pätevyystodistus 10 vuoden kuluessa pätevoitymisestäsi, muuten se vanhenee. Aina on kuitenkin oltava hyväksytysti suoritettu sähkötyöturvallisuuskoulutus, joka sähköalalla sisältyy ammatilliseen koulutukseen. Tämä todistus oikeuttaa sinut toimimaan omalla pätevyysalueellasi urakoitsijana. Urakointi tarkoittaa aina yrityksen perustamista. Jos harkitset tätä vakavasti, ota yhteys Suomen Yrittäjien Keskusliittoon.

11. TULITYÖT JA TULITYÖKORTTI

Jokaisella sähköalalla työskentelevällä tulee olla tulityökortti. Tulitöitä joudutaan tekemään usein tilapäisillä tulityöpaikoilla. Tulitöitä saattaa esiintyä mm. kaapelihyllytyöissä tai kaapeli jatkoksia tehdessä. mm. Kulmahiomakoneen, kuumailmapuhaltimen ja hitsauslaitteiden käyttö on aina tulityötä. Tilapäisillä tulityöpaikoilla tulee olla mm. riittävästi alkusammutusvälineitä. Myös töiden jälkeinen vartiointi tulee järjestää asianmukaisesti.

12. TYÖTURVALLISUUSKORTTI

Osa suomessa vaikuttavista yrityksistä on alkanut vaatimaan työntekijöiltään työturvallisuuskorttia. Työturvallisuuskortti vaaditaan kaikilta yrityksessä työskenteleviltä. Se vaaditaan yleensä myös yrityksessä työskenteleviltä ulkopuolisilta urakoitsijoilta. Työturvallisuuskortin tarkoituksena on vähentää yrityksissä annettavaa päällekkäistä koulutusta. Kortin saaminen edellyttää työturvallisuusasioiden tuntemista ja kokeen läpäisemistä. Kortti ei kuitenkaan poista tarvetta perehdyttää työntekijöitä yrityksen omiin työturvallisuuteen liittyviin asioihin.

Sähköalalla työskentelevällä tarvitsee molemmat kortit ja kortteihin liittyvät tiedot ja taidot työskennellessään sähköalalla.

13. JÄRJESTYS JA SIISTEYS

Työympäristön siisteys ja järjestys on merkittävä tekijä työturvallisuudessa myös sähköalalla. Tilastojen mukaan epäjärjestyksestä johtuvat esineisiin satuttamiset, liukastumiset yms. ovat yleisiä tapaturman syitä. Tarvikkeet, kaapelit, kojeet yms. materiaali tulee sijoittaa niille varatuille paikoilleen. Tällä on myös taloudellista merkitystä, työ sujuu nopeammin kun tarvikkeita ei tarvitse etsiä, ja tarvikkeet säilyvät ehjinä ja puhtaina aina loppuasiakkaalle saakka. Asennettaessa pakkausmateriaalit, johdonpätkät yms. laitetaan roskakoreihin tai muihin jätteastioihin sitä mukaan kun niitä syntyy. ”Lopuksi siivoaminen” on aina huono ratkaisu työturvallisuuden kannalta. Useilla työpaikoilla on käytössä TUTTAVA järjestelmä, jonka avulla työpaikan siisteyttä ja järjestyttä pyritään ylläpitämään ja kehittämään

14. PUTOAMISVAARAN TORJUNTA

Rakennustyömailla on useita paikkoja ja tilanteita, missä putoaminen aiheuttaa tapaturman riskin. Putoamisen ehkäisemiseksi on käytettävä suojakaiteita, kansasia tai muita vastaavia rakenteita. Suojakaiteen korkeuden on oltava vähintään 1m ja sen on kestävä vähintään 100kg pistekuormaa.

Suojakaiteeseen kuuluu myös välilihde. Aukoissa ja kuiluissa pitää olla myös jalkalistat.

Työssä käytettävät telineet on asennettava valmistajan ohjeiden mukaan. Telineen korkeus saa olla enintään 3x minimi tukileveys. Yli 2m korkeat siirreltävät telineet on varustettava suojakaiteella ja jalkalistalla, sisäpuolisilla nousuteillä, sivujäykisteillä ja tarvittaessa lisätuennalla. Telineissä on oltava lukittavat pyörät, jotka lukitaan työn ajaksi. Siirron aikana telineillä ei saa olla henkilöitä.

Monet sähköalan työt edellyttää työtasoa, joka jättää molemmat kädet vapaaksi. Tällöin voidaan käyttää työpukkeja. Työpukin enimmäiskorkeus on 2m. Myös A-tikkaan enimmäiskorkeus on 2m. A-tikkaita saa käyttää vain keveissä asennustöissä, normaalin huonekorkeuden tiloissa.



Lähteet:

SFS-käsikirja 139, pienjännitesähköasennukset SFS 6000 1999

SFS 6002, sähkötyöturvallisuus

Jukka Ahoranta: Sähköasennustekniikka

Jukka Ahoranta: Sisäjohtoasennukset

Työturvallisuuskeskus: Työsuojelu energia-alalla, energiantuotanto

Työturvallisuuskeskus: Työsuojelu energia-alalla, sähkönjakelu

Työturvallisuuskeskus: Työsuojelu tietoliikennealalla

Työturvallisuuskeskus: Tikkaiden turvallinen käyttö

Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto: Asentajan sähkötyöturvallisuusopas

(Footnotes)

www.tukes.fi



OPETUSHALLITUS
UTBILDNINGSTYRELSEN

Seinäjoen
koulutuskeskus
seinäjoen
ammattioppilaitos

**Työssäoppimisen
työturvallisuus -projekti**

Yhteystiedot

Projektipäällikkö
Inkeri Ritamäki
PL 313, 60101 Seinäjoki
puh. 020 124 4814
gsm 040 868 0700
inkeri.ritamaki@sedu.fi

www.sedu.fi

ISBN 952-5609-01-4

Euroopan sosiaalirahasto (ESR) on yksi Euroopan unionin neljästä rakennerahastosta. ESR:n avulla EU muuttaa työllisyys- ja koulutuspoliittiset tavoitteensa käytännöksi: edistää pitkäaikaistyöttömien, nuorten, ikääntyneiden, miesten, naisten, vajaakuntoisten ja syrjäytyneiden mahdollisuuksia osallistua työelämään.

ESR-ohjelmien on edistettävä alueellisuutta ja innovatiivisuutta. Työministeriö koordinoi toimintaa yhteistyössä muiden ministeriöiden, maakuntien liittojen, työmarkkinajärjestöjen, kuntien, oppilaitosten, eri järjestöjen ja yritysten kanssa.