

Sähkö

Petteri Virranta



NUOHOUSALAN
KESKUSLIITTO RY

Koulutuksen sisältö

1. Sähköverkko ja sähköjärjestelmät

- 1.1 Perusteet (ITSEOPISKELU, OMA DIAESITYS)
- 1.2 Yleinen sähköverkko (ITSEOPISKELU, OMA DIAESITYS)
- 1.3 Kiinteistön sähköverkko
- 1.4 Sähkölaitteet ja -varusteet

2. Sähkösuunnittelu ja –piirrosmerkit

- 2.1 Sähkösuunnitelma
- 2.2 Piirrosmerkit

3. Sähköturvallisuus

- 3.1 Sähkötöyt
- 3.2 Sähkön vaarat



Uutiset

TALOUSELÄMÄ 46/2022

Kuva Tiina Somerpuro

Näin sähkökatko vaikuttaa

15 minuuttia

- Useimmat ruoka-kaupat ja muut pienet liikkeet sulkevat ovensa.

2 tuntia

- Ensimmäiset tietoliikenteen tukiasemat mykistyvät – sen jälkeen ei voi soittaa eikä pääse nettiin.
- Isot ruokamarketit ja kauppakeskukset alkavat sulkeutua.

18 tuntia

- Puisten pientalojen sisäilman lämpötila laskenut +10 asteeseen, jos ulkona on -20 astetta.

36 tuntia

- Elementtikerrostalojen sisäilman lämpötila on laskenut +10 asteeseen, jos ulkona on -20 astetta.

0 sekuntia

- Raitiovaunut, metro, lähijä kaukojunat pysähtyvät.
- Pankkiautomaatit ja pankkien konttorit menevät kiinni, maksukortit eivät toimi.
- Hissit pysähtyvät.
- Katu- ja liikennevalot sammuvat.
- Huoltoasemalta tai jakelupisteestä ei saa polttoainetta.
- Lämmitys katkeaa lukuun ottamatta puu-uuneja.
- Valot sammuvat, kodinkoneet eivät toimi.
- Jääkaapit ja pakastimet alkavat lämmitä.
- Vedentulo lakkaa osalla ihmisistä, vessan voi vetää vain kerran.

6 tuntia

- Suurimmalta osalta suomalaisia puhelin- ja nettiyhteydet ovat poikki.
- Henkilö- ja linja-autoista sekä takseista loppuu vähittellen polttoaine.

30 tuntia

- Kivisten pientalojen sisäilman lämpötila on laskenut +10 asteeseen, jos ulkona on -20 astetta.

4 vrk

- Jykevien kivikerrostalojen sisäilman lämpötila on laskenut +10 asteeseen, jos ulkona on -20 astetta.

1. Sähköverkko ja sähköjärjestelmät

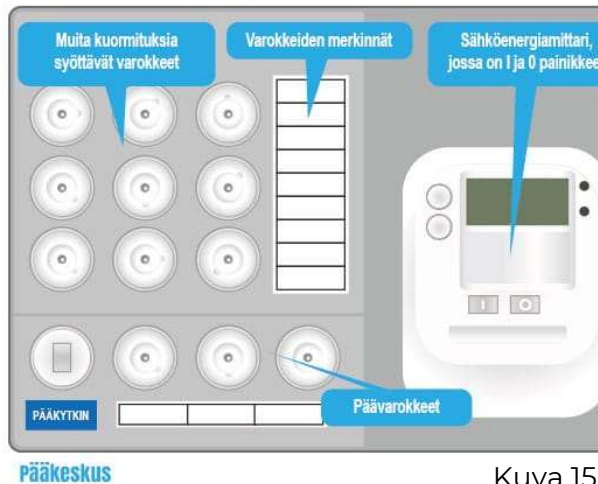
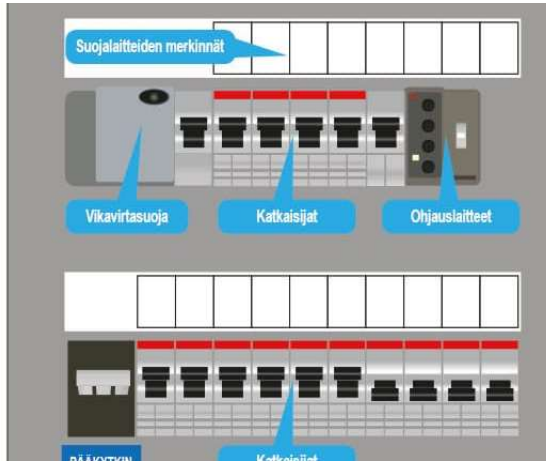
1.3 Kiinteistön sähköverkko

- Kiinteistöt ovat yleensä yhteydessä pienjänniteverkkoon
 - Suuret kiinteistöt voivat liittyä myös keskijänniteverkkoon, mikä vaatii, että kiinteistöllä on oma muuntaja.
 - Suuret teollisuusyksiköt voivat olla yhteydessä suoraan kantaverkkoon.
- Kiinteistöjen tavallisessa pistorasioissa on 230V (jännite), 50Hz (taajuus)
- Kiinteistöt on omana yksikkönään maadoitettu sähköturvallisuuden, häiriö- ja ukkossuojauksen takia.
 - Kiinteistössä maadoitetaan sähköjärjestelmän lisäksi myös metalliset ilmanvaihtokanavat, vesiputket ja muut johtavat rakenteet
 - Maadoitus voidaan tehdä esim. johtimilla ja kiskoilla.

1.3 Kiinteistön sähköverkko

- Kiinteistössä sähkön yleisestä sähköverkosta vastaanottaa sähkökeskus.
- Sähköpääkeskuksesta sähkö jaetaan mahdollisiin muihin pienempiin keskuksiin eli ryhmäkeskuksiin.
 - Pienimmissä kiinteistöissä ryhmäkeskus on osa pääkeskusta.
 - Ryhmäkeskuksen ja pääkeskuksen välissä voi olla myös nousukeskus.
- Sähköpääkeskus jakaa siis sähkön kiinteistön sisällä eri ryhmäkeskuksiin, laitteille, pistorasioihin ja kytkimiin.
- Sähkökeskuksen tehtävä on myös suojella kiinteistöä ja sen käyttäjiä palo- ja sähköiskun vaaroilta.

Kuva 14.



Kuva 15.

1.3 Kiinteistön sähköverkko

- Ryhmäkeskuksessa on
 - Ryhmäsulakkeita
 - ryhmäkeskuksen katkaisija
 - yleensä vikavirtasuojakytkimiä
 - muita suojaus/ohjauskytkimiä
- Pääkeskuksessa on
 - Pääsulakkeet
 - Pääkytkin
 - Ryhmäsulakkeet
 - Sähkömittari eli kWh-mittari
- Pääkeskuksesta voidaan katkaista pääkytkintä käyttäen koko rakennuksen sähköt.
 - Pääkytkin ei kuitenkaan katkaise pääsulakkeiden jännitettä.
- Ryhmäkeskukselta sähköt voidaan katkaista ryhmäkeskuksen palvelualueelta.
 - Esim. teollisuushallissa tuotanto- ja toimistotiloja palvelee eri ryhmäkeskus tai asuinkerrostalossa jokainen huoneisto on oman ryhmäkeskuksen alla.
 - Myös ryhmäkeskuksessa voi olla vieraita jännitteitä, joita pääkytkin ei katkaise
- Keskuksat ovat kiinteistön tarpeita vastaavan kokoiset. Isoissa kohteissa keskuksat kootaan modulaareista kenno-, kotelo- tai kehikkokeskukseksi.

1.3 Kiinteistön sähköverkko

- Kumpi on kyseessä pääkeskus vai ryhmäkeskus?



Kuva 16.



Kuva 17.

1.3 Kiinteistön sähköverkko



Kuva 18.



Kuva 19.

- Kumpi on kyseessä pääkeskus vai ryhmäkeskus ?

1.3 Kiinteistön sähköverkko

- Kumpi on kyseessä pääkeskus vai ryhmäkeskus?



Kuva 20.



Kuva 21.

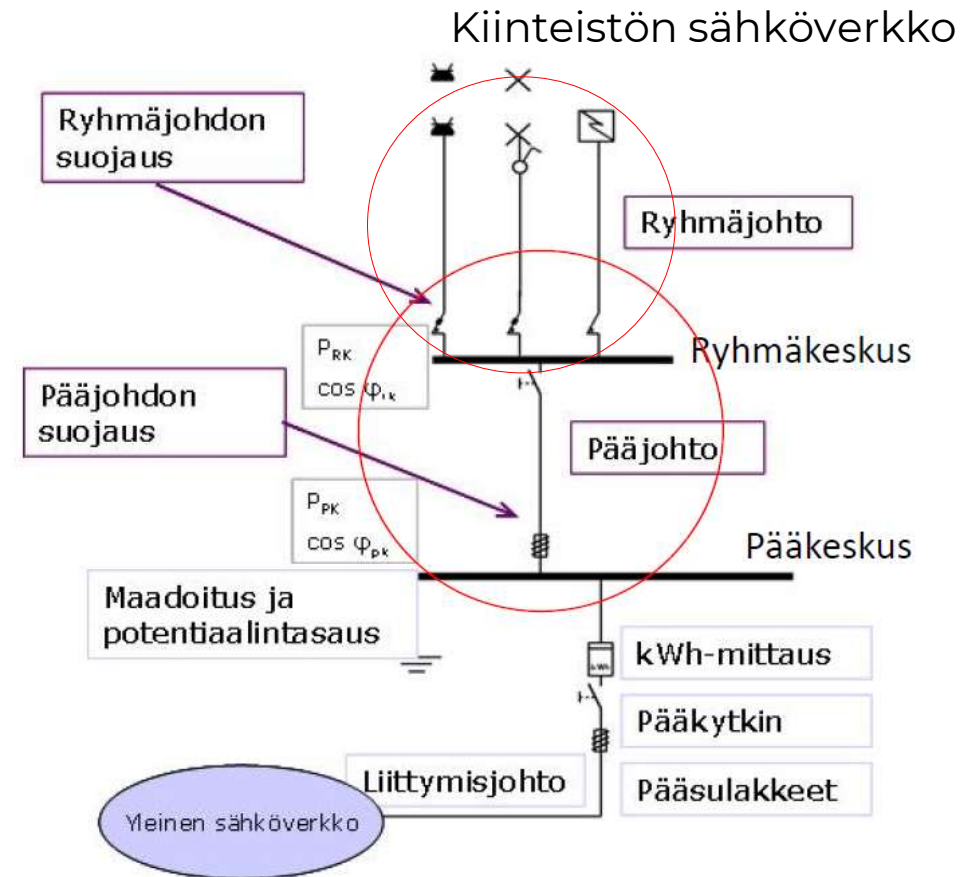
1.3 Kiinteistön sähköverkko

- Kumpi on kyseessä pääkeskus vai ryhmäkeskus?



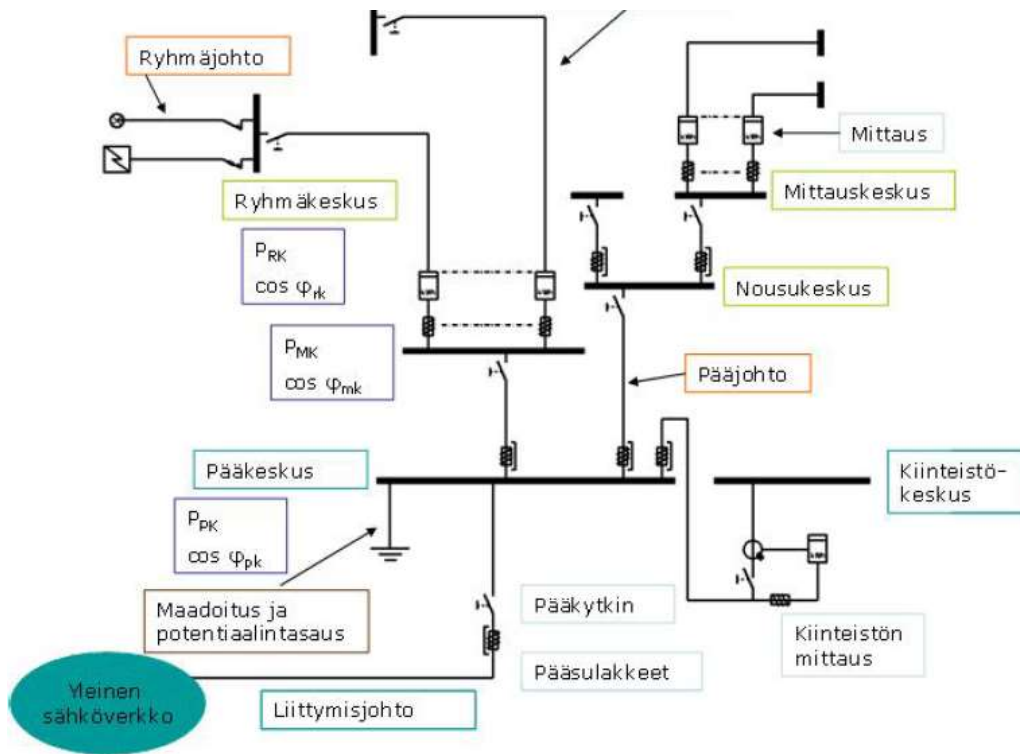
Kuva 22.

- Pääkeskuksesta lähtevää johtoa kutsutaan pääjohdoksi.
- Ryhmäkeskuksesta lähtevät johdot ovat ryhmäjohtoja.
 - Ryhmiä ovat esim.
 - Pistorasiaryhmät
 - Valaistusryhmät
 - Lämmitys
 - Yksittäiset laitteet
 - Muut järjestelmät
- Rakennuksen sisällä olevien johtojen sulakkeet eli suojat sijatsevat johdon alkupäässä, toisin kuin liittymisjohdossa.



Kuva 23.

1.3 Kiinteistön sähköverkko



Kuva 24.

- Isommissa kiinteistöissä sähköverkossa on useita ryhmä- ja nousukeskuksia.
- Esimerkiksi kerrostaloissa jokaisen huoneiston kulutusta halutaan mitata omalla mittarilla.
 - Kun mittari on omaa keskuksessaan sitä kutsutaan mittauskeskukseksi
- Kiinteistökeskuksiksi kutsutaan talotekniikkaa syöttäviä ryhmäkeskuksia.

Johtimet ja kaapeli



Kuvat 25., 26. ja 27.

1.3 Kiinteistön sähköverkko

- Johtoja kutsutaan eri nimillä niiden käyttötarkoituksen mukaan esim. pääjohto tai ryhmäjohto, ne voivat kuitenkin olla samanlaisia johtoja.
- Johto koostuu johtimista, jotka syöttävät samaa virtapiiriä.
- Johtoja on
 - Yksilankaisia
 - Useasta langasta kerrattuja
- Johdon johtimet ovat kupari- tai alumiinilankaa
- Kerrattu johdin voi olla
 - Muutamalankainen
 - Monilankainen
 - Hienolankainen
- Kaapeliksi kutsutaan johtoa, jossa on vedenpitävä vaippa, jonka sisällä on yksi tai useampi toisistaan eristetty johdin

1.3 Kiinteistön sähköverkko

- Johtimissa on käytössä eri eristeiden värit standardin mukaan
 - Värit ovat vakiintuneet 1974 säännösten voimaan tullessa.
- Sähkölaitteet voivat olla joko yksivaiheisia tai kolmivaiheisia.
- Kolme vaihetta kuvataan tunnuksilla L1 (ruskea), L2 (musta) ja L3 (harmaa)
- Suojajohdin PE (keltainen/vihreä)
 - Nollajohdin N (sininen)
- Kolmivaiheisia laitteita ovat esim. kiuas, liesi, voimapistorasias
- Kolmivaiheiset sähkölaitteet tarvitsevat keskuksesta kolme sulaketta ja tarvittaessa ohjaussulakkeet.
 - Vanhoissa kiinteistöissä esim. mökeissä ei välttämättä ole kolmivaihesähkön syöttöä.

1.3 Kiinteistön sähköverkko

- Suurkohteissa, jotka ovat yhteydessä keski- tai suurjänniteverkkoon kuuluu normaalin kiinteistön sähköjärjestelmän lisäksi
 - Muuntaja tai jopa useita muuntamoita
 - Varavirtalähde
 - Kompensointilaitteisto
- Varavirtalähde on usein generaattori, joka lähtee käyntiin, jos yleinen sähköverkko katoaa.
 - Pakollinen esimerkiksi sairaaloissa.
- Sähköä voidaan varastoida myös akustoihin sähkökatkon varalle. Tällaista järjestelmää kutsutaan UPS-järjestelmäksi (Uninterruptible Power Supply = keskeytymätön tehon syöttö).
- Kompensointilaitteisto tasaa loissähkön pois sähkönjakelusta ja parantaa sähkönlaatua. Kompensointilaitteistolla esim. kondensaattorilla voidaan tuottaa loistehoa kumoavaa kapasitiivista loistehoa.

1.3 Kiinteistön sähköverkko

- Kiinteistö ja sen käyttäjä tulee olla suojattu oikosulku- tai ylikuormitustilasta johtuvalta vaaralta.
- Ylivirtasuojauksella tarkoitetaan sekä ylikuormitussuojaa että oikosulkusuojaa.
- Ylikuormitussuojaus estää esim. sähköjohdon ylikuumentumisen ja tällä tavoin mahdollisen tulipalon.
- Oikosulkusuoja katkaisee vikatapauksessa syntyvän oikosulkuvirran.
- Suojaus voidaan jättää pois, jos sähkön katkeaminen aiheuttaa merkittävämpää haittaa kuin ylivirta.
 - Esim. sairaalat
- Kaikki virtapiirit ja johdot suojataan ylivirralla. Suojalaitteena voi olla
 - Sulake
 - Johdonsuojakatkaisija eli automaattisulake
 - Vikavirtasuojakytkin
 - Suojaerotusmuuntaja
 - Lämpörele
 - Ylijännitesuoja
- Ylivirtasuojalaitteiden ominaisuuksia ovat mitoitusvirta A, nimellisvirta V, oikosulkuvirran katkaisukyky, toiminta-aikakäyrä
- Ylivirtasuoja on usein samassa, mutta se voi olla myös erillään. Esim. kiinteistön liittymisjohdossa oikosulkusuojaus on johdon alkupäässä ja ylikuormitussuoja on kiinteistön sähköpääkeskuksessa pääsulakkeissa.
 - Yleistä myös esim. moottoreissa

1.3 Kiinteistön sähköverkko

Kahvasulake johdonsuojakatkaisin



tulppasulake

Kuva 28., 29. ja 30.

- Sulakkeista puhekielessä puhuttaessa tarkoitetaan usein sekä vanhanaikaisia sulakkeita että nykyaikaisia automaattisulakkeita eli johdonsuojakatkaisimia. Niillä on myös samanlaisia ominaisuuksia, vaikka toimintamekanismi on eri.
- Sulake tai johdonsuojakatkaisin katkaisee virran automaattisesti eli laukeaa, kun
 - Sähkölaitteessa tai -johdossa on vika
 - Sähköjohto ylikuormittuu. Esim. jos käytössä on liian monta sähkölaitetta yhtä aikaa tai jakeluverkon jännitetaso muuttuu esim. ukkosen johdosta.
- Sulakkeita on
 - Tulppasulake; pienet virrat
 - Nykyään tulppasulakkeen tilalla käytetään johdonsuojakatkaisimia eli automaattisulakkeita
 - Kahvasulake; suuret virrat
- Tavallisimmat sulakkeet
 - 6A 1400W vihreä
 - 10A 2300W punainen
 - 16A 3700W harmaa
 - 20A 4600W sininen
- Sulakkeita ja johdonsuojakatkaisimia on nopeita ja hitaita
 - Nopeita yleensä, hitaita esim. moottoreissa (käynnistys)

1.3 Kiinteistön sähköverkko

- Johdonsuojakatkaisijassa on erillinen laukaisutekniikka oikosulku- ja ylikuormitussuojaukseen.
 - Oikosulkusuojaus: magneettinen
 - Ylikuormitussuojaus: bimetallilaukaisu
- Johdonsuojakatkaisimia käytetään etenkin ryhmäjohtoja suojaamaan.
- Johdonsuojakatkaisimet lajitellaan kolmeen eri tyyppiin
 - B: resistiivinen kuorma
 - Esim. liesi, isot kodinkoneet ja -laitteet
 - C: tavanomainen kuorma
 - Esim. valasimet, pistorasiat
 - D: kuorma, jolla suuri käynnistysvirta
 - Esim. moottorit

1.3 Kiinteistön sähköverkko

- Vikavirtasuojakytkin antaa lisäsuojan sulakkeen lisäksi. Niitä käytetään tiloissa, missä sähkön käyttöolosuhteet ovat tavanomaista vaarallisemmat, esim. kylpyhuone tai ulkotilat.
- Vikavirtasuojakytkin seuraa menevää ja tulevaa virtaa ja katkaisee virran mikäli ero on liian suuri.
- Nykyään vikavirtasuojakytkimet asennetaan mm. lähes kaikkiin pistorasioihin 2007 päivitetyn sähköasennusstandardin määräysten laajentuessa.
 - Lisäyksiä standardiin tehtiin myös 2017, jolloin vikavirtasuojakytkinten käyttö laajeni myös esim. valaisimiin.
- Myös korjaus- ja muutostöissä on noudatettava sen hetken uudisasennusten vaatimuksia.
 - Viallisen tai rikkoontuneen sähköasennustarvikkeen voi uusia asennushetken asetusten vaatimusten mukaisena.
- Vikavirtasuojakytkimiä ei tarvitse asentaa pistorasioihin, jotka palvelevat vain yhtä laitetta esim. jääkaappi.
- Vikavirtasuojakytkimet jaetaan kolmeen tyyppiin
 - AC: toimii vain vaihtovirralla
 - Ennen yleisesti käytetty nyt vanhentunut, asentaminen lähes kaikkialle kielletty
 - A: toimii vaihtovirran lisäksi pulssimaisella tasavirralla
 - B: toimii vaihto ja tasavirralla
- Esim. henkilösuojaukseen käytetään A tai B tyyppin vikavirtasuojakytkimiä, joissa max. 30mA

1.3 Kiinteistön sähköverkko

Ylijännitesuoja



Lämpörele



Suojaerotusmuuntaja

- Suojaerotusmuuntajaa käytetään ylivirtasuojaukseen esim. laboratorioissa.
- Suojaerotusmuuntajan toisiopiiriä ei ole maadoitettu, minkä vuoksi virtapiiriä ei viallisen laitteen rungosta maahan synny.
- Lämpöreleitä käytetään moottoreissa ja ne on yleensä sijoitettu sähkökeskukseen kontaktorin yhteyteen tai pienissä moottoreissa kytkimen yhteydessä.
- Ylijännitesuojaus
 - estää esim. salaman iskusta johtuvan jännitepiikin aiheuttamat vaarat ja haitat.
 - on pakollinen joissakin kiinteistöissä esim., kun kiinteistön sähköverkko on yhdistetty yleiseen verkkoon ilmajohtolla.
 - on yleinen esim. korkeat mastot.
- Ylijännitesuojauksen riskiarviointi on myös tehtävä esim. koulut, isot asuintalot, teollisuus.
- Ylijännitesuojat on kiinteistöissä usein sähkökeskuksessa. Ne muistuttavat automaattisulakkeita, mutta niissä ei ole katkaisimia ja niissä usein lukee TVS (Transient Voltage Suppressor) tai Surge Controller tai vastaava.

1.3 Kiinteistön sähköverkko

- Sähköjärjestelmätypit erotellaan maadoitustavan mukaan
 - HD 60364 eurooppalainen pienjännitesähköasennusstandardi, jonka sisältö on Suomen kansallisessa standardissa SFS 6000
- Järjestelmätypit erotellaan kirjaintunnuksin.
 - Samassa kiinteistössä voi olla käytössä erilaisia järjestelmiä
- Yleisimmät järjestelmät:
 - TN-S; viisijohdinjärjestelmä (L1, L2, L3, N, PE) nykyiset ja uudet kohteet.
 - TN-C ; nelijohdinjärjestelmä (L1, L2, L3, PEN) vanhemmat kohteet, ei saa enää käyttää.
 - Lisäksi erikoiskohteissa esim. sairaaloissa IT-järjestelmä.

1.3 Kiinteistön sähköverkko

- Ensimmäinen kirjain: järjestelmän maadoitustapa
 - T= yksi piste kytketty suoraan maahan
 - I= kaikki jännitteiset osat on eristetty maasta, tai yksi piste on yhdistettynä maahan impedanssin kautta
- Toinen kirjain: järjestelmässä olevien laitteiden maadoitustapa
 - T= jännitteelle alttiit osat on yhdistetty galvaanisesti suoraan maahan riippumatta jakelujärjestelmän maadoitustavasta.
 - N= jännitteelle alttiit osat on yhdistetty jakelujärjestelmän maadoitettuun pisteeseen.
- Kolmas kirjain: järjestelmän suoja- ja nollajohtimen laatu
 - S= järjestelmässä omat nolla- ja suojajohtimet
 - C= johtimet on yhdistetty yhteen johtimeen

1.3 Kiinteistön sähköverkko

- Sähköjärjestelmän rinnalla tai yhteydessä kulkee usein myös esim.
 - Kiinteistön muu automaatio
 - Tietoliikenneverkko
 - Antenniverkko
 - Turvajärjestelmät
 - Paloilmoitinjärjestelmät
 - Vanhoissa kiinteistöissä myös puhelinverkko.
- Näiden ohjaus järjestelmästä riippuen voi olla sähkökeskusten yhteydessä tai omana keskuksenaan esim. sähkökeskuksen vieressä.

1.4 Sähkölaitteet ja -varusteet

- Sähköturvallisuudesta, asennuksista ja laitteista on määritelty Suomen kansallisessa standardissa SFS 6000, jonka viimeisin päivitys 2017, korjauksia myös 2020.
 - Sähköturvallisuudesta käsitellään standardissa SFS6002
- Suomessa, kuten muuallakin Euroopassa sähkölaitteet tulee olla CE merkittyjä.
 - Vakuutus, että tuote täyttää vaadittavat direktiivit
 - Lisäksi tuotteilla on vaatimustenmukaisuusvakuutus sekä tekninen tiedosto, jossa valmistajan ja tämän edustaja yhteystiedot, standardit, johon tuotteen vaatimuksen perustuu sekä laitteen testaustiedot
- Lisäksi laitteissa voi olla
 - Sertifikaattimerkintä, merkinä puolueettomasta turvallisuustarkastuksesta sekä ko. maan määräysten täyttymisestä
 - FI-merkintä, merkinä Fimkon testin läpäisimisestä ja suomalaisten turvallisuusvaatimusten täyttymisestä.
- Laitteen tyyppikilvessä on usein myös
 - Valmistaja
 - Nimellisjännite
 - Suojausluokka
 - Kotelointiluokka
 - Teho ja/tai virta
 - Käyttöolosuhteet
 - Energialuokka

1.4 Sähkölaitteet ja -varusteet

- Sähkölaitteet ovat joko perussuojattuja tai vikasuojattuja
 - Perussuojaus: jännitteisten osien tahattoman kosketuksen estäminen, kosketussuoja.
 - Vikasuojaus: vaarallisten kosketusjännitteiden syntymisen estäminen vian seurauksena.
- Perussuojauksen tarkoituksena on estää jännitteisiin osiin kosketus.
 - Menetelmänä voidaan käyttää esim. jännitteisten osien sijoittaminen kosketusetäisyyden ulkopuolelle, esim. ilmajohdot.
- Osittainen perussuojaus estää tahattoman kosketuksen jännitteisiin osiin.
 - Esim. sähkökeskus, sisäiset rakenteet

1.4 Sähkölaitteet ja -varusteet

- IP-luokituksella kuvataan laitteen
 - vedenkestoisuutta
 - vierasesinesuojauksen tasoa ja
 - pölyn sisäänpääsyä.
- Ensimmäinen numero kertoo vierasesinesuojauksen tason ja pölyn sisäänpääsyn.
 - Merkitys laitesuojauksessa
 - 0 Suojaamaton
 - 1 Kun esineen halkaisija on yli 50 mm
 - 2 Kun esineen halkaisija on yli 12,5 mm
 - 3 Kun esineen halkaisija on yli 2,5 mm
 - 4 Kun esineen halkaisija on yli 1,0 mm
 - 5 Pölysuojattu
 - 6 Pölytiivis
 - Merkitys henkilösuojauksessa
 - Suojaamaton
 - Nyrkiltä
 - Sormelta
 - Työkalulta
 - Langalta
 - Langalta
 - Langalta

1.4 Sähkölaitteet ja -varusteet

- Toinen numero kertoo vedenkestoisuuden, miten laite on suojattu veden haitallisilta vaikutuksilta.
 - 0 Suojaamaton
 - 1 Pystysuoraan tippuvalta vedeltä
 - 2 Tippuvalta vedeltä (+/- 15 astetta)
 - 3 Satavalta vedeltä (+/- 60 astetta)
 - 4 Roiskuvalta vedeltä
 - 5 Vesisuihkulta (joka suunnasta)
 - 6 Voimakkaalta vesisuihkulta
 - 7 Lyhytaikaisesti upotettuna
 - 8 Jatkuvasti upotettuna
- IP-luokkatunnusta voidaan kuvata myös pisarasymboleilla.

	IP-tunnus	SYMBOLI
Sateenpitävä	IPx3	
Roiskevedenpitävä	IPx4	
Suihkuvedenpitävä	IPx5	
Vedenpitävä	IPx7	

Kuva 34.



Kuva 35.



Kuvat 36.

1.4 Sähkölaitteet ja -varusteet

- Mitä suurempi numero sitä paremmin laite on näiltä osin suojattu.
- Mahdollisilla lisämerkinnöillä voidaan täsmentää iskunkestävyyttä, vedenkestokyvyn testaustapaa tai kosketussuojauksen tasoa. Lisäksi lisämerkintä H tarkoittaa suurjännitelaitetta.
 - Jos lisämerkkejä on useampi, ne ilmoitetaan aakkosjärjestyksessä.
- IP-merkintä voidaan ilmoittaa myös IPXX/IPXX, jolloin kyseiselle laitteelle on annettu kaksi eri kotelointiluokkaa, eri käyttöolosuhteisiin.

1.4 Sähkölaitteet ja -varusteet

- Sähkölaitteille on käyttöpaikan perusteella määritelty tietty IP-luokitustaso.
- Määriteltyjä asennustasoja ovat
 - Ulko
 - Kuiva
 - Kostea
 - Märkä
 - Palovaarallinen
 - Saunatila
- Jos tunnusnumeroa tai numeroita ei tarvitse ilmoittaa se korvataan kirjaimella X tai jos molemmat niin XX.
 - Eli X ensimmäisenä, toisena tai molempina numerona tarkoittaa, että se vaatimus voi olla mikä vain ko. asteikosta.
- Esimerkiksi kuluttajille myytävät sähkölaitteet tulee olla vähintään IP2X- tason vaatimusten täyttäviä.
 - Esimerkiksi sähkölaite tulee olla vähintään suojattu "2. Kun esineen halkaisija on yli 12,5 mm", mutta vedensietokyky voi olla mikä vain asteikolla.
- Kosketeltavien vakaasuorien pintojen sähkölaitteet tulee olla IP4X-luokan vaatimukset täyttäviä.

Taulukko 3. Kotelointiluokat kosteissa ja märissä tiloissa sekä ulkona.

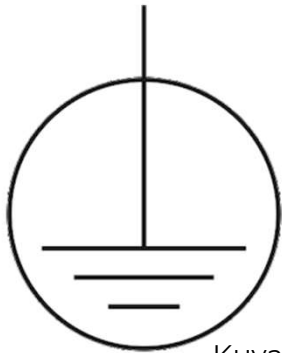
Tila	Kotelointi-luokka	Lisätietoja
Ulkotila ¹	IPX3	Laite, joka on alttiina sateelle ja on asetettu yli 0,5 m vaakatason tai kaltevan pinnan yläpuolelle (maanpinta, lattia, vesikatto)
	IPX4	Laite, joka on alttiina sateelle ja on asetettu yli 0,5 m vaakatason tai kaltevasta pinnasta (maanpinta, lattia, vesikatto)
	IPX1	Laite, joka on asennettu siten, että se on suojattu sateelta
Kostea tila	IPX1	
Märkä tila	IPX4	

¹ Vaatimuksissa oletetaan, että vesi voi pudota enintään 60° kulmassa ja ettei putoava vesi roisku 0,5 metriä korkeammalle.

Kuva 37.

1.4 Sähkölaitteet ja -varusteet

Luokan I symboli



Kuva 38.

Luokan II symboli



Kuva 39.

- Sähkölaitteet jaetaan neljään luokkaan niiden sähköiskulta suojaamisen tason mukaan eli millä tavalla niiden käyttäjä on suojattu laitteen vikaantumisen aiheuttamalta vaaralta, sähköiskulta
 - Suojausluokat:
 - 0 luokka: peruseristys, yksinkertainen eristys
 - sähkölaite, jossa tavallinen pistotulppa
 - I luokka: peruseristys ja suojamaadoitus
 - sähkölaite, jossa suojamaadoitettu pistotulppa
 - II luokka: suojaeristetty, peruseristyksen lisäksi lisäeristys
 - Sähkölaite, jossa litteä pistotulppa tai pyöreä pistotulppa, jossa suojakoskettimien kohdalla aukko
 - III luokka: suojajännitteinen sähkölaite
 - Sähkölaite, jossa erikoispistotulppa ja usein kiinteä muuntaja johdossa

1.4 Sähkölaitteet ja -varusteet

- 0 luokan sähkölaitteita ei ole enää myynnissä, mutta käytössä niitä edelleen näkee esim. vanhan mallinen jatkojohto, jonka pistotulppa ei käy tavan pistorasiaan. 0 luokan pistorasiaan käy I ja II luokan laitteiden pistotulppa.
 - Jos laitteen eristys pettää, käyttöympäristön tulee olla eristävä
 - Käytännössä ei usein toteudu, sähköiskun vaara
- Tavalliset sähkölaitteet ovat I tai II luokan laitteita
- I luokan laitteissa oleva suojamaadoitus on toteutettu yhdistämällä sähkölaitteen rungot ja kosketeltavat metalliosat maahan, potentiaalitasaus. Sähköiskun vaara pieni.
 - Esim. vian aiheuttama jännitteen äkillinen nousu aiheuttaa maahan niin ison virran, että laitetta syöttävän johdon sulake palaa.
 - Laitteita esim. normaalit kodinkoneet, valaisimet, moottorit, yleensä raskaammat laitteet.
- II luokan laitteessa suojaeristyksen vuoksi ei ole tai saa olla suojamaadoitusta. Suojaeristys suojaa, kun peruseristys pettää.
 - Laitteita esim. pienet sähkölaitteet, käytön aikana kädessä pidettävät laitteet.
- III luokan laitteissa on pienoisjännite, korkeintaan 50V AC tai 120V DC, tyypillisesti 12V tai 24 V. Jännite saadaan verkkovirrasta ja vaatii muuntajan tai muun liitäntälaitteen.
 - III luokan suojaus on turvallisin ja sitä käytetään vaativissa olosuhteissa oleviin tai käytettäviin laitteisiin esim. ahtaat paikat ja vesi.
 - Laitteita ovat esim. lasten sähkölelut, akkukäyttöiset laitteet esim. kannettavat tietokoneet, koristevalot.



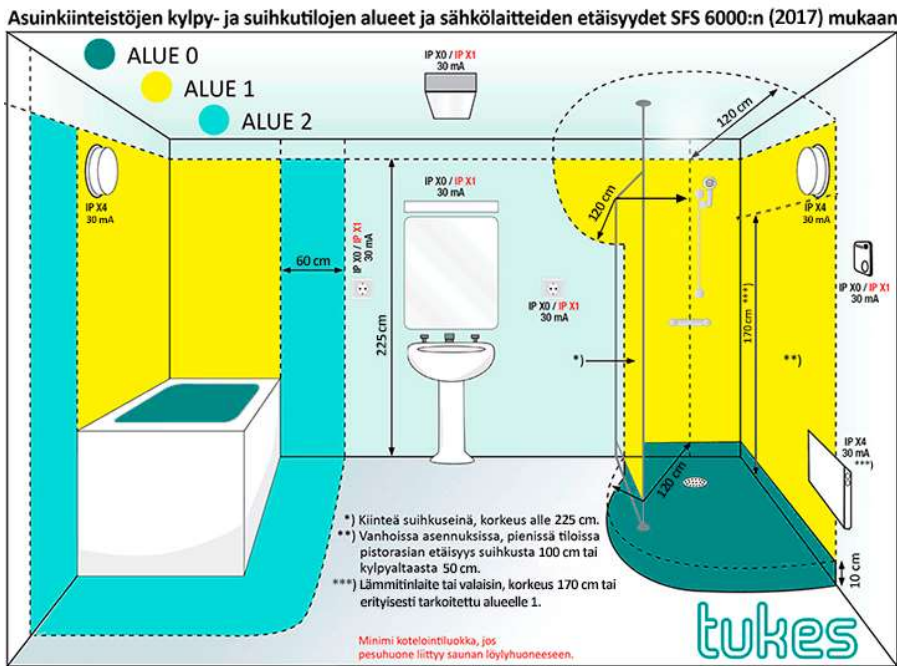
Kuvat 40., 41., 42. ja 43.

1.4 Sähkölaitteet ja -varusteet

Mikä suojausluokka laitteessa?

1.4 Sähkölaitteet ja -varusteet

- Sähkölaitteiden sijoittamista suihkun tai ammeen läheisyyteen on rajattu aluemäärittelyn avulla.
- Alue 0: rajoitettu asennusalue 225cm lattiasta ja 120 sm suihkusta, joka suuntaan, myös kulman taakse. Pistorasiaa ei tälle alueelle saa asentaa.
- Alue 1: Esim. valaisimen asennus, jos se on alle 120 cm päästä suihkusta, tulee sen olla 170cm korkeudessa.
- Alue 2: 60cm suojaetäisyys ammeeseen nähden



Kuva 44.

1.4 Sähkölaitteet ja -varusteet

- Sähkölaitteiden asennuksessa ja suunnittelussa tulee noudattaa asetuksia, määräyksiä ja ohjeita. Sähkösuunnittelija ja asentaja tulee olla alan riittävät taidot tai vaadittavat pätevyydet omaava.
- Sähkösuunnittelussa ja –asennuksissa tulee mieltä myös
 - Taloudellisuus
 - Käyttötarkoitus
 - Esteettisyys
 - Turvallisuus
 - Huolto- ja korjausmahdollisuudet
 - Ympäristövaikutukset
- Sähkölaitteita asennetaan uppoasennuksena tai pinta-asennuksena.
 - Eri asennustyyliä tulee käyttää niihin soveltuvia laitteita ja johtimia.
- Sähköasennuksille tulee aina tehdä käyttöönottotarkastus, joka pieniä lisäasennuksia lukuun ottamatta tulee dokumentoida. Kiinteistön sähköjärjestelmästä tulee olla ajantasakuvat.
 - Käyttöönottotarkastus sisältää silmämääräisen tarkastuksen, mittauksia ja toimintakokeita (jännitteettömät ja jännitteelliset).

2. Sähkösuunnittelu ja piirrosmerkit

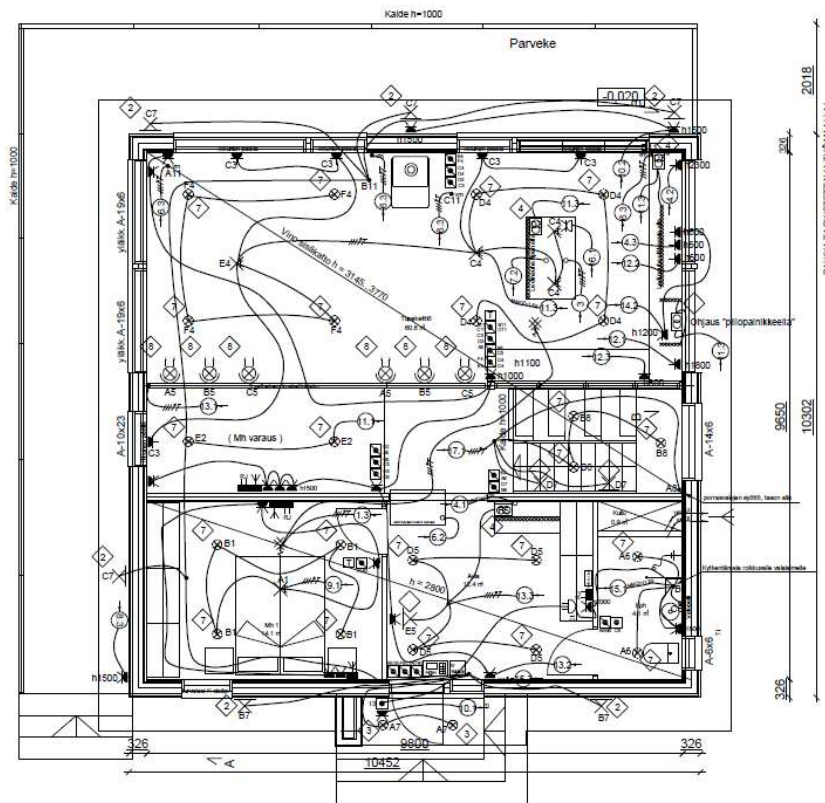
2.1 Sähkösuunnitelma

- ▶ Kiinteistön sähkösuunnitelmassa on usein
 - ▶ Sähköpiirustusluettelo
 - ▶ Asemapiirros
 - ▶ Tasopiirros
 - ▶ Pääkaavio/Keskuskaavio
 - ▶ Sähköselostus
- ▶ Lisäksi suunnitelmassa on usein myös piirikaavioita, antenni- ja atk-kaavioita, valaisin- ja lämmitysluettelot.
- ▶ Sähköpiirustusluettelossa on listattu suunnitelmaan kuuluvat piirrokset ja asiakirjat sekä esim. niiden numerokoodit.
- ▶ Asemapiirroksessa on esitetty kiinteistön ulkopuoliset sähköt. Se on kartta tontista. Asemapiirroksessa
 - ▶ on liittymiskaapelit, keskukset, kiinteistön ulkopuoliset sähkövarusteet ja kaapeloinnit esim. valaistus, pihavarustelu.
 - ▶ kaapelit on esitetty suoraviivaisesti.

2.1 Sähkösuunnitelma

Tasopiirros

1 KERROS



Kuva 45.

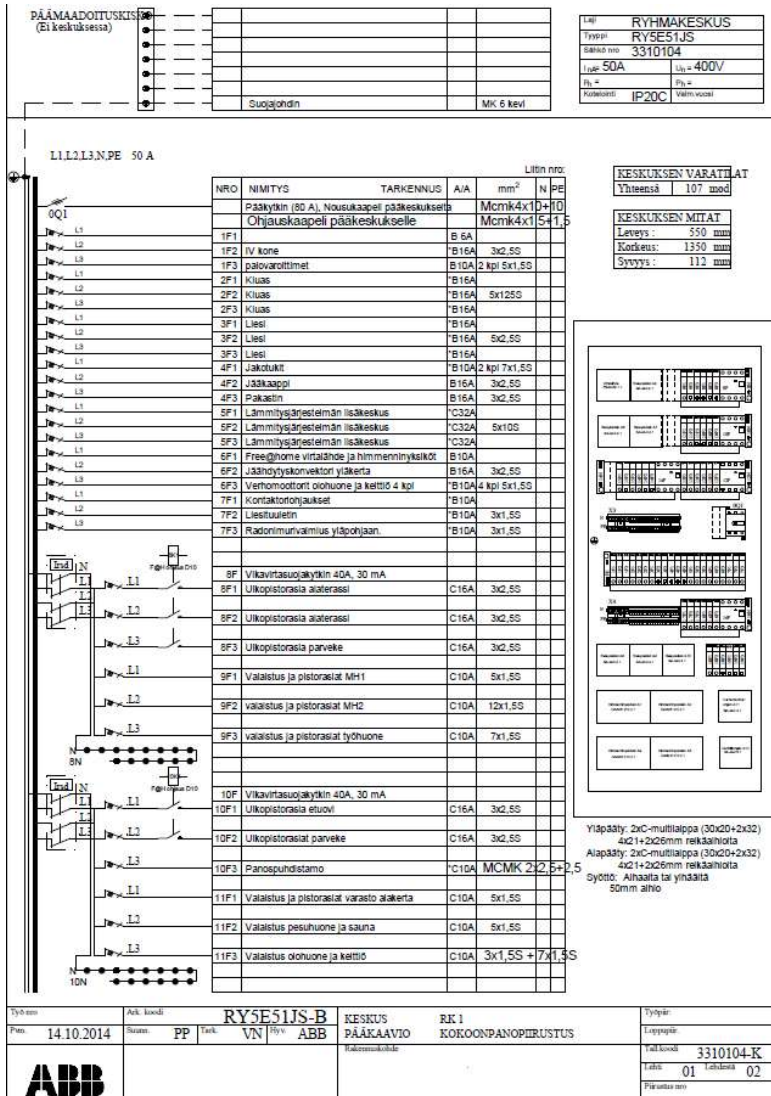
- Tasopiirroksessa on
 - Pistesijoituspiirustus: kaikki sähkö- ja telepisteet, tilaluokkamerkinnot, asennusmerkinnät ja muita tarkentavia merkintöjä
 - Johdotus- eli ryhmityspiirustus: kaapelointi ja ryhmäjako
 - Menu, jossa lisäohjeistukset ja/tai piirrosmerkkien selityksiä
 - Osoite- ja kuva- ja laatijatiedot
- Tasopiirroksessa voi lisäksi olla tarvittaessa myös johtotiet.

2.1 Sähkösuunnitelma

Keskuskaavio sivu 1.

- Keskuskaaviossa esitetään
 - keskuksen sisältämät komponentit
 - Ryhmälähdöt
 - Mittausjärjestelyt
 - Maadoitukset
 - Ryhmien sijainnit
 - Sulaketiedot
 - Kaapelityypit
- Kaavioiden ja tasopiirrosten kesken käytetään samoja ryhmänumeroita.
- Kaaviokuvissa on myös näköiskuvat.
- Sähköselostuksessa on esim. piirustuksia täydentävää tietoa ja asennusohjeita. Yleistä etenkin isommissa kiinteistöissä.

Kuva 46.



2.2 Piirrosmerkit

- Käytössä on useasta eri lähteestä olevia piirrosmerkkejä
 - EU-taso: standardipiirrosmerkit
 - Kansallinen taso: standardin mukaan johdetut piirrosmerkit
 - Ehdotusvaiheessa olevat piirrosmerkit
 - Suomen omia piirrosmerkkejä
- Piirrosmerkki kertoo laitteen
 - asennustavan
 - käyttötarkoituksen
 - suojausluokan
 - erityisominaisuudet
 - ja lisäksi pistorasioissa liitäntöjen määrän sekä kytkimissä toiminnan.
- Tiettyä laitetta tarkoittavan piirrosmerkin ns. pohja on samanlainen ja lisäosat täsmäntävät merkkiä. Esim. pistorasian pohja on puoliympyrä.
- Piirrosmerkkejä voidaan myös yhdistellä.
- Piirrosmerkeissä asennustapa on eroteltu
 - Pinta-asennus: värittämätön
 - Uppo-asennus: väritetty

2.2 Piirrosmerkit

- Pistorasia on yleisin sähköpiirrosmerkki. Erilaisia pistorasioita on monia erilaisia.
 - Puoliympyrä tarkoittaa pistorasiaa
 - Väritys asennustapaa
 - Poikkiviiva maadoitusta
 - Piikit pistokkeiden lukumäärän
 - Lisä- ja muunnosmerkintöjä on lukemattomia
- Kytkimen pohja on ympyrä.
 - Väkäset kertovat painikkeiden määrän tai tyyppin
 - Väritys asennustavan
 - Lisämerkinnät esim. kytkimen tyyppin tai ohjattavan laitteen
- Valaisimen pohja on raksi.
 - Lisämerkinnöillä selvennetään mm.
 - Asennustapa
 - Paikka esim. seinä
 - Kiinteä vai ei
 - Valonlähde
 - Valon suunta/tyyppi

Rasiat



Maadoitettu sähköpistorasia,
1-osainen, uppoasennus



Maadoitettu sähköpistorasia,
2-osainen, pinta-asennus



Maadoitettu sähköpistorasia,
2-osainen, uppoasennus



Antennipistorasia,
uppoasennus



Yleiskaapelointipistorasia,
2-osainen, uppoasennus

Kytkimet



1-kytkin, yksi valaisintoiminto
(päälle/pois), pinta-asennus



5-kytkin, kaksiosainen kytkin,
uppoasennus. Kattokruunun tai
kahden eri valopisteen ohjaus



6-kytkin, vaihtokytkin,
uppoasennus. Valopisteen ohjaus
kahdesta eri kytkimestä.



Säädin ja kytkin,
uppoasennus



Painike / painonappi,
merkkilamppu, uppoasennus

Valaisimet



Valopiste



Valaisin rasialla



Seinävalopiste



Loisteputkivalaisin

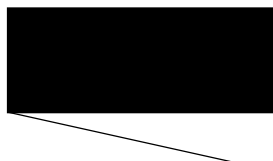


Seinälle asennettava
loisteputkivalaisin,
2-osainen pistorasia, kytkin

Kuvat 47., 48. ja 49.

2.2 Piirrosmerkit

Sähkökeskus piirrosmerkkejä



- Johdinta merkitään viivalla, jota lisämerkinnät täsmentävät
- Sähkökeskuksia merkitään suorakaiteella.
 - Sähkökeskusmerkinnässä väritetty piirrosmerkki ei välttämättä tarkoita uppo-asennusta
- Pääsääntöisesti
 - Nuoli piirrosmerkissä tai sen yhteydessä kuvaa energian suuntaa
 - Numerot tai kirjainnumero yhdistelmät ryhmää
 - Koneissa tai suuremmissa laitteissa on usein salama

Katso linkistä:

[Yleisimmät piirrosmerkit](#)

3. Sähköturvallisuus

3.1 Sähkötöyt

- Sähkötöitä Suomessa saa tehdä riittävät pätevyydet omaava henkilö.
- Sähkötöitä koskeva standardi SFS6002.
 - Kansallinen
- Maallikko saa suorittaa vähäisiä sähkötöitä, joissa on vähän vaaraa.
 - Maallikko on tavallinen sähkönkäyttäjä, jota ei ole opastettu
- Maallikon tulee lisäksi varmistua, että osaa tehdä kyseisen sähkötyön oikein ja turvallisesti.
 - Kodin sähköturvallisuusoppaassa on lisää ohjeita sähkötöiden turvalliseen tekemiseen: [Kodin sähköturvallisuus -opas](#)

3.1 Sähkötyöt

- **"Jokaiselle sähkökäyttäjälle sallittuja käyttötoimenpiteitä:**
 - tulppasulakkeen vaihto asunnon sähkökeskukseen
 - launneen automaattisulakkeen ja vikavirtasuojan asettaminen toimintakuntoon
 - vikavirtasuojakytkimen toiminnan testaus testipainikkeella
 - himmentimen sulakkeen vaihto
 - valaisimen lampun ja sytyttimen vaihto
 - jännitteettömyyden toteaminen hyväksytyllä jännitteenkoettimella, kun tehdään jokaiselle sähkökäyttäjälle sallittuja töitä.
- **Jokaiselle sähkökäyttäjälle sallittuja korjaus- ja asennustöitä:**
 - yksivaiheisen jatkojohdon korjaus ja teko
 - sähkölaitteen rikkoutuneen yksivaiheisen liitäntäjohdon ja pistotulpan vaihto
 - sisustusvalaisimen liittäminen valaisinliittimellä eli "sokeripalalla"
 - kiinteässä asennuksessa "sokeripalan" korvaaminen uuden järjestelmän mukaisella valaisinliitinpistorasialla sekä vioittuneen valaisinliitinpistorasian vaihto (ei valaisinpistorasian asennus tai vaihto)
 - harrastustoimintana tehtävä sähkölaitteiden kokoonpano esim. elektroniikan rakennussarjasta ja tällaisen laitteen korjaaminen.
- **Jokaiselle sähkökäyttäjälle sallittuja muita töitä:**
 - omakotitalon antennin asentaminen
 - sähkölaitteiden mekaanisten osien korjaaminen, esim. pesukoneen letkun vaihto, edellyttäen että laitteen kosketus- ja vesisuojaus eivät muutu
 - luotettavasti ja kokonaan jännitteettömiksi tehtyjen sähköasennusten purku."

3.1 Sähkötöyt

- Opastettu henkilö tarkoittaa henkilöä, jonka sähköalan ammattihenkilö on opastanut.
- Sähkötöiden oikeudellinen vastuu on sähkötöiden johtajalla vahingonkorvausvastuu puolestaan yrityksellä.
- Sähkötöitä ovat
 - Sähkölaitteistojen ja –järjestelmien rakennustyöt.
 - Sähkölaitteiden, -laitteistojen ja –järjestelmien korjaus- ja huoltotyöt.
- Sähkötöitä tekevän on ennen toiminnan aloittamista tehtävä ilmoitus Turvallisuus- ja kemikaalivirastolle (TUKES)
 - TUKES on sähköalan lupa- ja valvontaviranomainen
 - TUKESin sivuilta löydät mm. sähköurakointiluparekisterin tukes.fi/toiminnanharjoittajat
- Kaikkien sähkötöitä tekevien on käytä sähkötyöturvallisuus SFS 6002 koulutus

3.1 Sähkötöyt

- Toiminnanharjoittajalla tulee olla sähkötöiden johtaja, jolla on riittävät pätevyudet sekä riittävä asema yrityksessä tehtävän hoitamiseen.
- Sähköpätevyysluokkia on kolme
 - S1: kaikkien sähkölaitteistojen (pien- ja suurjännite) asennus ja korjaus
 - S2: pienjännitelaitteistojen (alle 1000 V) asennus ja korjaus
 - S3: sähkölaitteiden korjaus, yksittäisten syöttöjen veto
- Vanhat (kirjain) pätevyudet (A, B, C, D) ovat edelleen voimassa
- Pätevyyden saamiseen tarvitsee riittävän koulutuksen, kokemuksen ja hyväksytyn pätevyystentin.
- [tukes.fi sähköpätevyudet](https://tukes.fi/sahkopatevyydet)

3.1 Sähkötöyt

- Sähkötöiden johtajan tehtävä on
 - sähköturvallisuudesta huolehtiminen
 - työn ohjaaminen ja opastaminen
 - sähkötöitä tekevien työntekijöiden osaamisen varmistaminen
 - työvälineistä ja -ympäristöstä huolehtiminen
 - kohteen sähkötöistä ja valvonnasta vastaavan nimeäminen
 - varmistaa, että sähkötyö ja laitteet tehdään noudatetaan lain ja määräysten mukaan
- Sähkötöistä tai valvonnasta vastaavan tulee olla itsenäiseen työhön kykenevä

Jännitteenkoetin



Kuva 50.

3.1 Sähkötyöt

Sähkötyöt pyritään tekemään aina jännitteettömänä.

Sähkölaite- tai osa on jännitteetön, kun

- se on täydellisesti erillään sähköverkosta.

- jännitteiden kytkentä on estetty.

- laite on todettu jännitteettömäksi.

- lisäksi tehdään työmaadoitus.

- laite suojataan lähellä olevilta jännitteisiltä osilta.

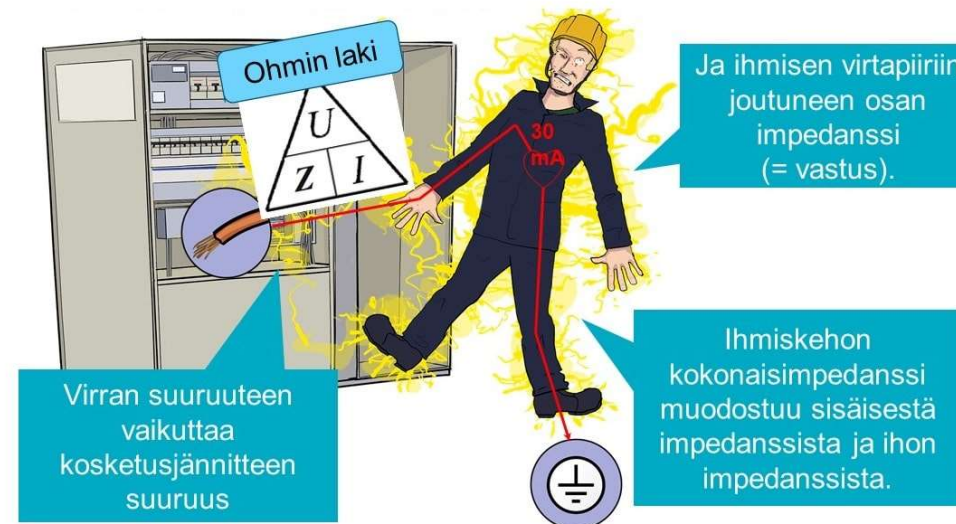
3.2 Sähkön vaarat

- Sähkö on ihmiselle vaarallista, jos se pääsee ihmisen kehon sisään.
- Sähkön vaarana on
 - saada sähköisku.
 - joutua alttiiksi valokaaren vaaroille.
- Sähkön vaarallisuus ihmiselle riippuu pääasiassa ihmisen läpi kulkevasta virran suuruudesta ja vaikutusajasta.
- Impedanssi tarkoittaa sähkönjohtokykyä. Sähkönjohtokykyyn vaikuttaa:
 - Resistanssi
 - Induktiivinen reaktanssi
 - Kapasitiivinen reaktanssi
 - jotka ovat sähkövirran kulkua hidastavia/vastustavia tekijöitä.
- Ihmisen kohdalla tämä tarkoittaa sitä, miten hyvin tai huonosti sähkö ihmisen kehon sisällä virtaa. Ihmiskehossa sähkön kulkua vastustaa esim. elimet, luut.
 - Jokaisen ihmisen impedanssi on yksilöllinen.

3.2 Sähkön vaarat

- Sähkön vaarallisuuteen kehossa vaikuttaa
 - Virtatie
 - Kosketusjännite
 - Vaikutusaika
 - Taajuus
 - Ihon kosketus
 - Ihon kosketus pinta-ala
 - Kosketuspaine
 - Ihon lämpötila
 - Ihon ikä
- Kun ihminen saa sähköiskun se joutuu osaksi virtapiiriä.
- Ohmin laki: virtapiirissä kulkeva virta (I) on sitä suurempi, mitä suurempi jännite (U) johtimien päiden välillä on.
 - Jännite ja virta ovat suoraan verrannollisia
 - Z: piirin impedanssi

Sähköisku



Copyright © Kiwa Inspecta
all rights reserved

Kuva 51.

3.2 Sähkön vaarat

- Sähköisku voi aiheuttaa kehossa esim.
 - Kehon osien lämpenemistä, jopa palamista
 - Toimintahäiriöitä kehon sähköisille toiminnoille, kuten sydämelle
 - Nesteen kertymistä keuhkoihin
- Sähköiskun vaikutukset voivat näkyä vasta useiden tuntien kuluttua.
- Sähköiskun välillisenä seurauksena voi myös olla esim.
 - putoaminen tai kaatuminen
 - aineelliset vahingot
 - Palo.
- Sähkön vaarallisuuteen vaikuttaa myös ympäristö esim. vaatetus, kosketuksissa olevat pintamateriaalit.
- Ilman muita vastustavia tekijöitä, normaalin sähköverkon jännite 230V on ihmiselle hengenvaarallinen.

3.2 Sähkön vaarat

- Valokaari syntyy, kun kahden elektrodin välinen sähkökenttä nousee niin suureksi, että virta purkautuu sähköä heikosti johtavan materiaalin läpi esim ilman.
- Valokaari vaatii suuria virtoja, joita syntyy esim. oikosuluissa tai kuormitettujen jännitteisten osien erottamisessa.
- Valokaarella esim. ilma, joka tavallisesti eristää sähköä muuttuu sähkövirtaa johtavaksi.
- Valokaarella on korkea lämpötila, joka voi aiheuttaa palon. Valokaaren ytimen lämpötila voi olla jopa 20 000 C.
- Lisäksi se voi aiheuttaa
 - iskuaallon
 - äänishokin
 - sähkömagneettisen säteilyn
 - myrkyllisten hiukkasten räjähdysmäisen leviämisen
- Jos valokaari syntyy suljetussa tilassa, tilasta tulee poistua välittömästi. Sinne voi palata vasta, kun tila on asianmukaisesti tuuletettu.

JOS OSUT SÄHKÖJOHTOON

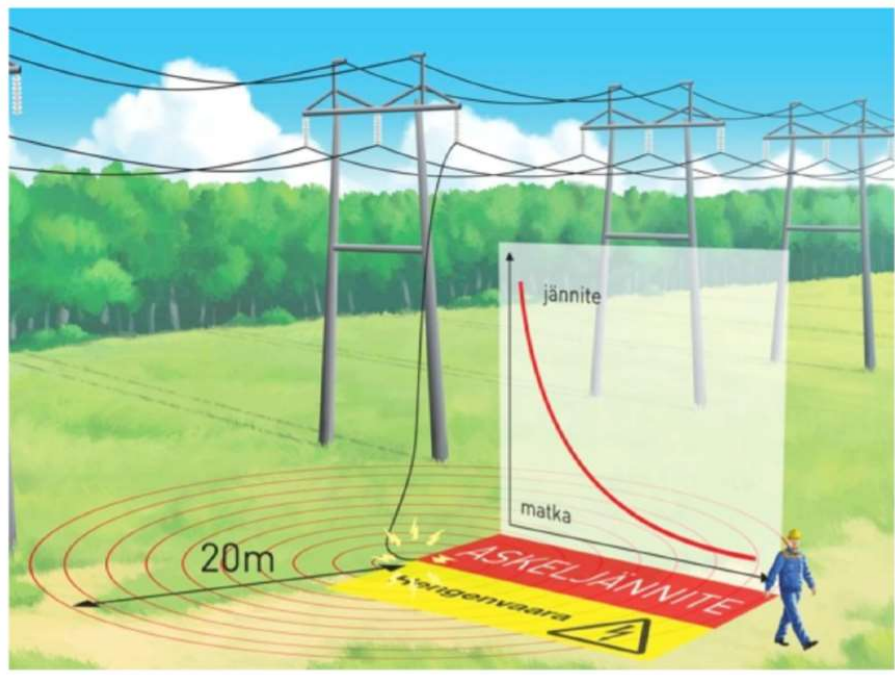
- ▶ AJONEUVON SISÄTILOISSA OLET ALUKSI TURVASSA.
- ▶ YRITÄ AJAA TYÖKONE IRTI SÄHKÖJOHDOSTA.
- ▶ JOS TYÖKONE SYTTYY TULEEN TAI RENKAAT SAVUAVAT, HYPPÄÄ TYÖKONEESTA ULOS TASAJALKAA.
- ▶ ÄLÄ KOSKETA TYÖKONETTA JA MAATA YHTÄ AIKAA.
- ▶ POISTU TYÖKONEEN LÄHEISYYDESTÄ TASAJALKAA HYPPIEN TAI LOIKKIEN NIIN, ETTÄ VAIN TOINEN JALKA ON KERRALLAAN MAASSA.
- ▶ TURVA-ALUE ALKAA NOIN 20 METRIN PÄÄSTÄ ONNETTOMUUSPAIKASTA.
- ▶ OTA VÄLITTÖMÄSTI YHTEYS PAIKALLISEEN JAKELUVERKKOYHTIÖÖN, VAIKKA SÄHKÖJOHTO EI OLISIKAAN NÄKYVÄSTI VAURIOITUNUT.
- ▶ VARMISTA ONNETTOMUUSPAIKAN VARTIOINTI.

Kuva 52.

3.2 Sähkön vaarat

- Lisäksi etenkin ilmajohtoihin liittyy erityistä varaa.
 - Askeljännite
 - Kosketusjännite
- Ilmajohtoja lähellä työskenneltäessä tai liikuttaessa on noudatettava määrättyjä suojaetäisyyksiä.
- Vaikka puhutaan kosketusjännitteestä, suoraa kosketusta ei tarvita- Sähkö hyppää!

Askeljännite



Kuva 53.

3.2 Sähkön vaarat

- Askeljännite tarkoittaa vaaratilannetta, joka syntyy, jos menee liian lähelle maahan pudonnutta johdinta tai johdossa kiinni olevaa esim. puuta tai konetta.
- Pidä vähintään 20 metrin etäisyys kosketuskohtaan.
- Ilmajohdoissa kulkee kuolettavia jännitteitä, myös

3.2 Sähkön vaarat

- Sähkötapaturman sattuessa
 - Toimi ensiapuohjeiden mukaisesti, mikäli mahdollista
 - Tee tilannearvio
 - Katkaise virta tai irrota loukkaantunut, itseäsi vaarantamatta
 - Katkaise virta kytkimestä
 - Irrota pistotulppa
 - Katkaise kiinteistön tai ryhmän sähköt
 - Irrota loukkaantunut eristävällä välineellä esim. kuiva puu, naru, vaate
- EI KOSKAAN MÄRKÄ TAI METALLINEN ESINE
 - Suurjännitetapaturmissa on aina ennen varsinaisia pelastustoimia ensin katkaistava virta
- Seuraa loukkaantuneen tilaa ja anna tarvittaessa ensiapua
 - Ensiapuohjeet: [Ensiapuopas](#)

Katso video:

Sähkötapaturman ensiapu

Video 2.

Katso linkistä:

Sähkön vaarat ihmiselle

Kiitos!

Kuva lähteet saatavissa