

# Sähkötyöt

□

## Sisällys

- [1 Johdanto](#)
- [2 Sähköturvallisuus](#)
  - [2.1 Ensiapu](#)
- [3 Työkalut](#)
  - [3.1 Yleismittari \(multimeter\)](#)
  - [3.2 Jännitteenkoetinkynä](#)
  - [3.3 Muut työkalut](#)
- [4 Sähköstä yleisesti](#)
- [5 Kotelointiluokka \(IP-luokitus\)](#)
- [6 Vikasuojaus](#)
  - [6.1 Sulake \(Fuse\)](#)
- [7 Kuormitettavuus](#)
- [8 Kaapeli](#)
  - [8.1 Kaapelien värijärjestelmät](#)
- [9 Pistotulppa ja pistorasia](#)
- [10 Adapteri](#)
- [11 Pistorasiakeskus](#)
- [12 Sähkömoottori](#)
  - [12.1 Sähkögeneraattori](#)
- [13 Valaistus](#)
  - [13.1 Kytkin](#)
- [14 Mikrokytkin](#)
- [15 Sähköverkko](#)
  - [15.1 Kenttä sähköverkko](#)
- [16 Maakaapelioja](#)
- [17 Työmaasähkökeskusteline](#)

## Johdanto

SÄHKÖTYÖT VOIVAT OLLA HENGENVAARALLISIA  
SÄHKÖTYÖT OVAT LÄHTÖKOHTAISESTI LUVANVARAISIA

[Varavoimakone](#)

## Sähköturvallisuus

- Käytä ainoastaan kunnossa olevia sähkölaitteita! Vähintään AINA aistinvarainen tarkastus. Automaattisuojaus tulee testata säännöllisesti. Lue käyttö- ja huolto-ohjeet. Työskentele työpareittain. Vedä kaapelia kaapelista, ei sen pistotulpasta tai pistorasiasta. Merkitse selvästi vialliset laitteet, esim. 'viallinen', 'käyttökiellossa'. Huomioi käytössä olosuhteet,

käyttölämpötila (pakkanen), kosteus jne. Ota huomioon ukkonen ja salamaniskut. Salama iskee useammin johonkin korkeaan, kuten mastoon tai puuhun. Pidä toinen käsi takataskussa selän takana, niin sähkövirta ei kulje oikosulkuilanteessa kädestä toiseen käteen sydämen kautta. Käytä eristäviä jalkineita, kuten kumisaappaita välttääksesi sähkön johtumisen jalkojen kautta maahan. Käytä sähkölaitetta aina niissä olosuhteissa, johon se on alunperin tarkoitettu. Esim. sisäkäyttöön tarkoitettua lukulamppua ei sovi käyttää ulkona valonlähteenä.

- Älä milloinkaan tartu kädellä paljaaseen kaapeliin (kuparin värinen sisus) ellet ole täysin varma että sähköt on kytketty pois päältä ja tarkistanut sähkökynällä että kaapeliin ei tule virtaa ja varmistanut ettei kukaan käy kytkemässä sähköä päälle asennuksen aikana. Sähkölaitteita korjattaessa on varmistuttava, että laite on irti verkosta, se ei pääse käynnistymään, ketään ei käynnistä laitetta ja laitteeseen ei ole varastoitunut virtaa.
- Sähkölaitetta kosketettaessa vähän kostutetuilla sormenpäiden ulkopinnalla ensin näppääminen on turvallisempaa kuin suoraan tarttumalla sähkölaitteeseen, jolloin ei tapahdu sormien kouristumista sähkölaitteeseen kiinni.
- Poikkeava haju, valo (kirkastuminen/himmentyminen), ääni, lämpö, vaiheiden puuttuminen, jännitteen muutos, taajuuden muutos tai sähköisku ovat merkkejä epänormaalista sähkölaitteen tai sähköverkon toiminnasta. Polttomoottori tukehtuu, sähkömoottori pyytää lisää virtaa, kuumenee ja palaa.
- **Havaittaessa laitteessa poikkeavaa toimintaa:** Kytke jännitteettömäksi (esim. pistotulppa irti, pääkytkin 0-asentoon, sammuttamalla varavoimakone). Estä sähkölaitteen kytkentä uudelleen päälle. Älä yritä kytkeä sähkölaitetta uudelleen toimintaan esim. toistamalla käynnistystä.
- **Nollavika:** Nollajohdin, kaapelin kannatusköysi, on poikki, jolloin paluuvirta kulkee maadoitusten kautta. Saattaa nostaa jännitteen normaalista 230 voltista 400 volttiin, joka on ymmärrettävästi liikaa kodin sähkölaitteille. Sähköt ei toimi normaalisti vaan poikkeavasti, esim. lamput palavat kirkkaammin/himmeämmin tai kirkkaus vaihtelee ja moottorin käynti ei ole normaalia etenkin sähkölaitteita käynnistettäessä ja sammutettaessa. Sähkökeskus särisee, paukkuu ja saattaa haista palaneelle. Merkittävä vaara sähköiskulle, tulipalolle tai muulle vauriolle. Kytke välittömästi sähköt pois pääkatkaisijasta ja ole yhteydessä vikapalveluun! Vian korjauksen jälkeen laitteet, jotka olivat vian aikana päällä on tarkistettava.
- **Osuttaessa maakaapeliin:** "Poistu välittömästi kaapelin vauriokohdasta tasajalkaa hyppien tai loikkien siten, että vain toinen jalka on kerrallaan maassa. Vaurioituneessa kaapelissa voi olla jännite, tai siihen voi tulla jännite uudelleen hetken kuluttua. [1]"
- **Osuttaessa työkoneella johtoon:** "Yritä ajaa työkone irti sähköjohdosta. Jos työkone syttyy tuleen tai renkaat savuavat, hyppää työkoneesta ulos tasajalkaa. Poistu työkoneen läheisyydestä tasajalkaa hyppien tai loikkien niin, että vain toinen jalka on kerrallaan maassa. Älä kosketa työkoneita ja maata yhtä aikaa. [2]"

[Hengenvaara-esite](#)

[Turvallinen toiminta -esitys](#)

## Ensiapu

1. Onko henkilö kiinni virtapiirissä? Vaihtovirrasta ei välttämättä pysty itse irtautumaan.
2. Onko kyse suurjännitetapaturmasta? Älä mene lähelle ennen virran katkaisua.
3. Vaarannatko itsesi? Palautuuko virta yllättäen?
4. Katkaise nopeasti virta.
  1. Vaihtoehtoisesti irrota henkilö **kuivalla** eristävällä välineellä (kuiva lauta, naru, vaate).
5. Soita 112 ja anna ensiapua. Lääkäriin (EKG).

# Työkalut

## Yleismittari (multimeter)

- $200\text{mA} = 0,2\text{A}$ .  $20\text{mA} = 0,02\text{A}$ .  $200\mu = 0,0002\text{A}$ . A mittaa virtaa.

**Jännitteen mittaaminen (U):** Kahden pisteen välinen potentiaaliero.

1. Yleismittarissa kytke mittarijohto musta COM-liittimeen ja punainen V-liittimeen.
2. Valitse tasa DC tai vaihtojännite AC kytkimestä. Valitse riittävän suuri jännitealue V.
3. Kytke mittajohdot jännitteeseen, punainen positiiviseen, musta negatiiviseen jännitteeseen. Lue jännitteen arvo.

**Virran mittaaminen (I):** Virran suuruuden mittaamista.

1. Tee kytkentä jännitteettömäksi.
2. # Yleismittarissa kytke mittarijohto musta COM-liittimeen ja punainen V-liittimeen. Jos virran arvot ovat varmasti alle  $200\text{mA}$  kytke punainen johto  $20\text{A}$ -liittimeen.
3. Valitse DC tai AC. Valitse riittävän suuri virta-alue A.
4. <LISÄÄ OHJE>

Esim.  $12\text{V}$ -järjestelmässä toimivassa henkilöautossa käännä mittari asentoon  $200\text{mA}$  ja työnnä mittarin teräväpiikkiset kärjet esim. nykyaikaisen sulakkeen päällä näkyviin metallisiin pintoihin. Jos sulakkeen läpi kulkee virtaa, näkyy arvo mittarissa. Jos auto on sammuksissa, niin saattaa näkyä todella pieni arvo hetken ja sitten nollaantua. Jos auton akku tyhjenee itsestään, jossain on vuoto ja sen voi etsiä juuri tällä tavoin käymällä kaikki auton sulakkeet läpi. Niitä voi olla eri puolilla autoa.  $12\text{V}$ :n akussa  $11\text{V}$  on jo tyhjä akku. Yleismittarin sisällä on ampeeriin liittyen pieni sulake, esimerkiksi fyysiseltä kooltaan  $5 \times 20\text{ mm}$  ja arvoltaan  $0,5\text{A}$   $250\text{V}$ . Jos mittaria käyttää väärin, tämä sulake palaa ja ampeerimittaus ei toimi. Näkyy vain nollia.

## Resistanssin mittaaminen (R)

1. Tee kytkentä jännitteettömäksi. Älä kytke jännitettä piiriin mittauksen aikana!
2. Yleismittarissa kytke mittarijohto musta COM-liittimeen ja punainen V-liittimeen.
3. Valitse ohmialue, jos et tiedä resistanssin suuruutta, valitse suurin alue.
4. Kytke johdot kohteeseen. Lue resistanssin arvo.

## Jännitteenkoetinkynä

Tarkista kynän eheys ennen käyttöä. Jos valo palaa kun kosketetaan sormella pistorasiaan työnnetyn koetinkynän tyvipään metallinastaa, kynä on kosketuksissa vaiheeseen. Jos toisella sormenpäällä samanaikaisesti kosketetaan pistorasian KeViä ja valo kirkastuu, tällöin KeVi toimii.

## Muut työkalut

Ruuvitaltta  $2\text{--}3\text{ mm}$  terä, ruuvitaltta  $5\text{ mm}$  terä, ristipäämeisseli, sivuleikkurit, vaipan kuorimispihdit.

## Sähköstä yleisesti

Sähkövirta jaetaan tasavirtaan (DC, Direct Current) ja vaihtovirtaan (AC, Alternating Current). Tasavirrassa on plus (+, menevä virta) ja minus (-, tuleva virta) -johtimet ja virta kulkee koko ajan samaan suuntaan eli plus-navasta sähkölaitteen kautta minusnapaan. Tasavirtaa on esim.  $12\text{V}$

(henkilöauto) ja 24 V (raskas ajoneuvo). Tasavirtaa käytetään esim. varavoimakoneen moottorissa itsessään, sen akuissa ja esim. taskulampuissa (paristot 1,5–9V). Vaihtovirrassa on nolla ja vaihe. Vaihtovirta saadaan sähkölaitoksen jakeluverkosta tai sitä tuotetaan varavoimakoneella tai invertterillä (vaihtosuuntaaja, jännitteen muuntaja).

- **Jännite** (yksikkö voltti V, Volt; tunnus U, Voltage). Millä jännitteellä sähkölaite toimii. 1000V = 1kV. Kaikissa sähkölaitteissa on nimellisjännitteen ilmaiseva merkintä, esim. 230V.
  - **Teho** (yksikkö watti W, Watt; tunnus P, Power; päätöteho). Kuinka paljon laite kuluttaa tehoa. Pienet sähkölaitteet ilmoitetaan W ja suuremmat kW. 1000W = 1kW. Tehon on oltava moottoreiden osalta riittävä, n. 20 % suurempi. Sähköisessä kuormassa watin teho syntyy, jos jännite kuorman yli on voltti ja virta kuorman läpi on ampeeri.
    - Ilmoitetaan myös kilovolttiampeereina (kVA, kilovolt-Ampere): Kerroin on yleensä 0,8 eli esimerkiksi 2 kVA x 0,8 = 1,6 kW
  - **Virta** (yksikkö ampeeri A, Ampere; tunnus I, Current). Miten paljon sähkölaite kuluttaa virtaa. Mitä suurempi virta, sitä suurempi tehonkulutus. Sähkömittarissa merkintä ilmaisee suurimman sallitun jatkuvan otettavan virtamäärän.
  - **Energia, sähkötyö** (yksikkö kWh, tunnus E, Energy). Sähkönkulutus. Energian kulutus lasketaan sähköteho (kW) x aika (t). 1000 wattinen sähkölämmitin kuluttaa 1 tunnissa 1 kWh.
  - **Resistanssi** (yksikkö ohmi  $\Omega$ , Ohm; tunnus R, Resistance). Sähköinen vastus, kuorma.
  - $P = U \times I$  (Power Watt = Voltage Volts x Current Amps)
- 
- **Vaihtosähkön 1-vaihevirta** (valovirta, seinävirta, 1 ~) on jännitteeltään 230V. Ennen jännitemuutoksia jännite oli 220V.
    - L1, N, PE.
    - N + L1 -> 230V. PE + L1 -> 230V. PE + N -> 0V. N (Neutral Line) = 0-johdin. PE = suojamaadoitusjohdin. Käyttää yhden vaiheen ryhmäsulaketta.
  - **Vaihtosähkön 3-vaihevirta** (kolmivaihevirta, voimavirta, 3 ~, 3-Phase) on jännitteeltään 360V. Voimavirtasyöttö on jaettavissa kolmeksi 230V syötöksi. Tavoitteena on mahdollisimman vähäinen resistanssi (kuorma). Jännite ja piirin resistanssi vaikuttavat virran suuruuteen. Sähkomoottorin liittimessä on yleensä merkittynä vaiheiden paikat. Vaiheet voivat vaihdella keskuksissa eli kaapelin johdot eivät ole välttämättä määrättyssä järjestyksessä. Ennen jännitemuutoksia jännite oli 380V.
    - L1, L2, L3, N, PE. Vanha L1, L2, L3. Käyttää kolmen vaiheen ryhmänsulakkeita. 3-vaiheinen kaapeli sisältää sisällään 5 pienempää kaapelia.
    - N + L1 -> 230V. N + L2 -> 230V. N + L3 -> 230V
    - PE + L1 -> 230V. PE + L2 -> 230V. PE + L3 -> 230V. PE + N -> 0V.
    - L1 + L2 -> 400V. L1 + L3 -> 400V. L2 + L3 -> 400V.
    - Kumpaankin suuntaan pyörivä kolmivaihesähkomoottori saattaa käynnistettäessä tai vaihdettaessa toiseen pistorasiaan pyöriä väärään suuntaan ja konetta ei voida käyttää tai sen teho on heikko, esim. pyörösaha, viljapuhallin tai vesipumppu. Vaihejohtimet eivät ole oikein. Suojamaajohto täytyy tietää!
  - **Vaihtosähkön 2-vaihevirta:** Käyttää kahden vaiheen ryhmänsulakkeita. Esim. vanhat lämminvesivaraajat. Tavallisempi Yhdysvalloissa.
- 
- **Suojamaadoitus:** Sähkölaitteen runko ja kosketukselle avoimet metallit ovat yhdistetty maadoitukseen eli maaperään. Suojamaadoitusjohdin on lähtökohtaisesti virraton normaalitilassa. Sähkölaitteiden rungot ovat vapaita jännite-eroista (potentiaalintasaus). Sähkölaitteen eristysvika synnyttää maahan sellaisen virran, että sulake palaa tai

johdonsuojakatkaisija katkaise jännitteen. Antenni maadoitetaan itsenäisesti suoraan maahan.

- Suojamaadoitusjohdin (Protecting Earth PE) on aina kelta-vihreä ("KeVi") johto tai paljaspintainen kuparijohdin.
- **Sarjaankytkentä:** Peräkkäin kytketyt virtapiirin osat -> kaikille osille johtuu sama *virta*.
- **Rinnankytkentä:** Rinnakkain kytketyt virtapiirin osat -> kaikille osille johtuu sama *jännite*.
- **Taajuus** (yksikkö Hz): Eurooppa 230V 50Hz (50 jaksoa sekunnissa), Pohjois-Amerikka 110V 60Hz. Japani 60Hz. Taajuus tulee olla kunnossa! Vaihtovirrassa virta ja jännite vaihtelevat. Kuormituksen lisääntyessä ??? alenee. Oikosulkumoottorit  $4-7 * I_n$ . Moottori ja isot muuntajat aiheuttavat käynnistyspiikin.
- **Sähkölaitteen tyyppikilpi (arvokilpi)**
  - CE-merkintä: Täyttää EU-direktiivien vaatimukset.
  - FI-merkki: Sähkölaitteen tarkastusmerkki.
  - A: Nimellisvirran voimakkuus, jonka sähkölaitte ottaa täysin kuormitettuna nimellisjännitteellä.
  - kW: Teho minkä sähkölaitte antaa jatkuvassa käytössä. Nimellisteho on nimellinen jatkuva toimintateho.
  - MALLI (model.), V, MPa, kg

## Muunnoksia ja nimityksiä

MW = megawatti = 1000 kW

MWd = "megawattipäivä" = 24 MWh

GWh = gigawattitunti = 1000 MWh

TWh = terawattitunti = 1000 GWh

r/min tai l/min = kierrosta tms. sykliä/minuutti

MVA = megavoltiampeeri (volttiampeereina ilmaistaan mm. muuntajien suorituskyky)

## Kotelointiluokka (IP-luokitus)

Sähkölaitteen käyttö on sallittu luokan mukaisissa olosuhteissa. Ulkona vähintään IP34, mielellään IP44; märkätilassa IP44; vedessä IP68. Räjähdyksivaarallinen EX-luokiteltu tila (ATEX).

- Muodostuu kahdesta numerosta (IP66) tai kirjaimesta ja numerosta (IPX4, roiskeenpitävä). Ensimmäinen tunnusnumero ilmaisee kosketus- ja pölytiivyyden, toinen tunnusnumero vesisuojaus.

### Kotelointiluokka (IP-luokitus)

<b>Numero</b>	<b>Kosketussuojaus/pölytiivuus</b>	<b>Vesisuojaus</b>
0	avoin rakenne	avoin rakenne
1	kosketussuojattu nyrkiltä $\geq 50$ mm	tippuvedenpitävä
2	kosketussuojattu sormelta $\geq 12,5$ mm	tippuvedenpitävä kun kotelo $15^\circ$ kulmassa
3	kosketussuojattu työkaluilta $\geq 2,5$ mm	sateenpitävä
4	kosketussuojattu langalta $\geq 1$ mm	roiskeenpitävä
5	pölynsuojattu	vesisuihkeenpitävä
6	pölytiivis	suojattu voimakkaalta vesisuihkeelta
7		suojattu lyhytaikaiselta veteen upottamiselta
8		kestää jatkuvan upotuksen

# Vikasuojaus

Johtava osa ei saa tulla vaarallisen jännitteiseksi vaan osan vikaantuessa, jokin suoja kytkee jännitteen pois.

- **Vikavirtasuoja** (Residual Current Device, RCD) suojaa sähköiskulta käyttäjän koskettaessa laitteen jännitteistä osaa. Laitteen runko ei tällöin muutu jännitteelliseksi. Vikavirtasuoja mittaa virtaeroa, lähtevän vaihejohtimen ja palaavan nollajohtimen välillä ja virran poiketessa toisistaan katkaisee virtapiirin. Edellyttää suojamaadoitusta (KeVi) eli esimerkiksi rakennuksen tai varavoimakoneen maadoittamista. 0 ja vaiheen oikosulussa vikavirtasuoja ei toimi! Vikavirtasuojan laukeamisen syy selvitetään irrottamalla kaikki kuormitukset kyseisen vikavirtasuojan alaisista pistorasioista ja kytketään sähkölaitteita yksi kerrallaan etsien viallinen sähkölaite.
  - Suojamaadoitus on tärkeä osa sitä edellyttävän varavoimakoneen turvallista käyttöä. Maadoitetussa varavoimakoneessa voidaan käyttää vikavirtasuoja, joka on varavoimakoneessa itsessään tai kaapeliin liitetty siirrettävä vikavirtasuoja. Siirrettävä vikavirtasuoja soveltuu myös liitettäessä sähkölaite esim. vikavirtasuojaamattoman maadoitetun rakennuksen pistorasiaan.
  - Vikavirtasuoja koestetaan sähköverkkoon kytkettynä vikavirtasuojan testipainiketta painamalla ja palautetaan testin jälkeen toiminta-asentoon. Testipainiketta painamalla vikavirtasuojan tulee laukea. Testaaminen aloitetaan varavoimakoneesta edeten järjestyksessä kenttäverkkoa. Edellyttää sähköverkon jännitteen, mutta ei kuormaa. Käytettäessä 1-vaiheista syöttöä, 3-vaiheinen vikavirtasuoja ei mahdollisesti laukea testipainikkeesta.
- **Ylijännitesuoja** (ukkossuoja) sijaitsee esimerkiksi sähköpylväässä tai rakennuksen mittauskeskuksessa.
- **Oikosulkusuojaus ja ylikuormitussuojaus** sulakkeilla: Oikosulku aiheutuu 0 ja yhden tai useamman vaiheen osuessa yhteen ilman kuormaa. Oikosulkusuojaus rajoittaa oikosulun kestoa laukeamalla nopeasti. Johtaa esimerkiksi ihmisestä maahan. Varavoimakoneen liian pitkä kaapeli ei välttämättä laukaise johdonsuojaa asianmukaisesti!

## Sulake (Fuse)

Ylikuormitussuojauksessa käytetään sulaketta, joka pysäyttää virran kulkemisen virran kohotessa liiksi. Sulakkeita on niin sähkölaitteissa, autoissa kuin rakennuksissa.

### Sulakkeet

#### Nimellisvirta Sallittu kuormitus Tunnusväri

6 A	1 380 VA	vihreä
10 A	2 300 VA	punainen
16 A	3 680 VA	harmaa
20 A	4 600 VA	sininen
25 A	5 750 VA	keltainen
35 A	8 050 VA	musta
50 A	11 500 VA	valkoinen
63 A	14 490 VA	kupari

- **Yksivaihevirran sulake:** Sulakkeen tarkoitus on suojata johtimia ja sähkölaitteita. Laitteen häiriössä tai muusta syystä sähköjärjestelmän kuormittuessa liikaa (liikaa virtaa eli ampeereita), sulake "palaa" ja virrantulo sähkölaitteeseen katkeaa. Sulakkeen koko määräytyy

laitteen virrantarpeen määrän mukaan. Sulake kestää kyseiselle sulakkeelle enintään sallitun kuormituksen, joka ilmaistaan mittayksiköllä VA. Esim. 2 300 VA (2300W) = 230V jännite x 10A sulake. Tavallisimmat sulakkeiden nimellisvirrat ovat 6 A (vihreä), 10 A (punainen), 16 A (harmaa), 20 A (sininen), 25 A (keltainen), 35 A (musta), 50 A (valkoinen) ja 63 A (kupari). Sulakkeen koko selviää sen kyljestä ja tunnusvärinapin väristä. Sulakkeessa on lisäksi merkintä nimellisjännitteestä. Sulakkeet jaetaan nopeisiin (kotitaloudet) ja hitaisiin (etana-merkintä sulakkeessa). Hitaat sulakkeet ovat pääasiassa moottorijohtoihin eli ne kestävät suurempaa virtaa kauemmin ennen palamista.

- Tulppasulake muodostuu ryhmäkeskuksen sulaketaulussa varokekotelosta (varokepesä?) ja pohjakoskettimesta sekä sulakkeesta ja sen kierrekannesta. Suuremman sulakkeen kapea kärki ei sovi kooltaan pienempään pohjakoskettimeen, joten tämä estää liian suuren sulakekoon käyttämisen. Tavanomaisen sulakkeen palaessa, sen hopealanka sulaa katki ja kannassa oleva tunnusvärinappi irtoaa jousen vaikutuksesta ja sulake on käyttökelvoton eikä sitä tule korjata. Palaneen sulakkeen voi nähdä kierrekannen pienen ikkunan läpi. Joskus paikallaan olevasta tunnusvärinapista huolimatta sulake voi olla palanut.
  - Miksi sulake on palanut? Pian uudestaan palanut edellyttää kaapeleiden ja moottorin tarkastamista. Sulakkeet myös vanhenevat ja palavat tästä johtuen. Palanut sulake irrotetaan vastapäivään kiertämällä varokekotelosta ja uusi sulake asennetaan varokekoteloon sulake kierrekannessa sisällä! Sulaketta kierrettäessä toinen käsi pidetään selän takana. Sulake kierretään napakasti kiinni, ei ylikiristetä. Sulake tulisi vaihtaa virrattomana eli ilman kuormitusta! 6, 10, 16, 20 ja 25 A -sulakkeet voidaan kuitenkin vaihtaa virrallisina. Virrallisena vaihdettaessa syntyvä valokaari vioittaa pysyvästi pohjakosketinta ja se johtaa jatkossa heikommin ja vastus muodostaa normaalia enemmän lämpöä. Sulakepohja saattaa tällöin myös nokeutua tai polttaa johtimen poikki.
  - **Automaattisulake (johdonsuojakatkaisija, Circuit breaker):** Sulakkeessa on painike, joka laukeaa ylikuormituksesta ja voidaan palauttaa takaisin 1-asentoon vaihtamatta sulaketta. Vanhoissa automaattisulakkeissa on painonappi, joka painetaan alas ja sen alla on pieni testipainike.
- **Kahvasulake:** Ammattilainen vaihtaa.

## Kuormitettavuus

1-vaihe 16 A -> 3,7 kVA (16A x 230V = 3680W)  
3-vaihe 16 A -> 11 kVA  
3-vaihe 32 A -> 22 kVA  
3-vaihe 63 A -> 43 kVA

## Kaapeli

Kaapeli muodostuu johdinta suojaavasta eristeestä (vaippa) ja sen sisällä olevasta johtimesta, joka on esimerkiksi kuparia tai alumiinia. Jatkojohtoja on 1-vaiheisia ja 3-vaiheisia. Pitkä johto ja yhtä lailla ohut johto vastustavat enemmän sähkövirran kulkua kuin lyhyt ja paksu.

- **Kaapelin poikkipinta-ala** (mm<sup>2</sup>): Poikkipintaa määriteltäessä huomioidaan mekaaninen kestävyys, sietää käytettävän virran liikaa lämpiämättä eikä ole liiallista jännitehäviötä. Esim. 1,5 mm<sup>2</sup>, 2,5 mm<sup>2</sup>, 6 mm<sup>2</sup>, 16 mm<sup>2</sup>. Vähintään 1,5 mm<sup>2</sup>.
  - Perussääntönä 16A sulake edellyttää 2,5 mm<sup>2</sup> poikkipintaista kaapelia. Näin varmistetaan oikosulkuvirran nouseminen riittävän suureksi suojalaitteen / sulakkeen laukaisemiseksi.

- Tarvittava kaapelin paksuus  $\text{mm}^2 = (\text{virta } A \times \text{matka } m) / 16$
- Varavoimakoneiden kaapeleiden ja osien suojaluokka olisi oltava vähintään IPX4.
- Tarkista kaapelin vaipan (ulkokuoren) eheys. Kaapelin kaikkien säikeiden tulee (lähtökohtaisesti) olla ehjiä myös kytkentäkohdassa!
- Jatkojohtoja (jatkoja) ulkona käytettäessä, ne asetetaan mielellään irti maasta suojaten niitä näin valumavesiltä. Tarkista kaapelin, pistotulpan ja pistorasian eheys ja suojakansien toimivuus. Raskaan kaapelin vyyhteäminen voidaan tehdä maata vasten. Vyyhdettäessä kaapelia ei kierretä vaan se pyöritetään vyyhdelle!
- Sähkömoottoria ylikuormitettaessa se ottaa sähköverkosta enemmän tehoa kuin moottori tai johtimet voivat kestää ja tapahtuu kuumenemistä. Jos tämä kestää pitkään johtimien kuoret voivat sulaa ja lopulta johdot.

## Kaapelien värijärjestelmät

SUHTAUDU TÄHÄN TAULUKKON ERITTÄIN VARAUKSELLISESTI!

Värijärjestelmiä yhdistettäessä täytyy noudattaa tarkkuutta ja tutkia vanha johdotus huolellisesti sekaannusten välttämiseksi!

Kaapelien värijärjestelmät			
	70-luvulta taaksepäin	70-luvulta alkaen	EU-liittymisen jälkeen
<b>vihreä</b>	vaihe	-	-
<b>violetti</b>	vaihe	-	-
<b>keltainen</b>	vaihe	-	-
<b>musta</b>	apujohdin/1-vaihe (kuuma karva)	vaihe L2	vaihe L2
<b>punainen</b>	apujohdin/1-vaihe	-	-
<b>harmaa</b>	nolla	-	-
<b>ruskea</b>	-	vaihe L1	vaihe L1
<b>musta-valkorahtainen</b>	-	vaihe	-
<b>sininen</b>	-	nolla	nolla
<b>keltavihreä</b>	-	suojavaa	suojavaa
<b>valkoinen</b>	-	-	vaihe

- 70-luvulta taaksepäin vaiheista käytettiin myös nimityksiä R/S/T.
- 70 luvulta alkaen vaihejohtimet L1/L2/L3.
- Nykyaikaisen pistotulpan merkinnät ovat esim. N, L, maadoitussymboli. Mahdollisesti X.
- Keltavihreää ei saa pääsäännön mukaan käyttää mihinkään muuhun ja jos jotain muuta väriä käytetään suojavaana, se merkitään keltavihreällä teipillä. Samoin jos jotain muuta väriä käytetään nollana, se merkitään sinisellä teipillä.

## Pistotulppa ja pistorasia

(kumpaakin kutsutaan myös pistokytkin)

- **0-luokan suojavaadoittamaton pistorasia:** N, L1 (nolla ja vaihe). Peruseristys. Pistotulppa on pyöreä. Asennus rakennuksiin päätynyt vuonna 1997. Vanhoja laitteita 0-luokan pistotulppalla on yhä käytössä. 0-luokan pistotulppaa ei saa loveta sopimaan I-luokan suojavaadoitettuun pistorasiaan. ? I-luokan pistotulppaa ei saa kytkeä 0-luokan



suojamaadoittamattomaan pistorasiaan. ?

- **I-luokan suojamaadoitettu pistorasia** (suko, schuko): N, L1, KeVi. Peruseritys. Varavoimakoneissa käytetään aina I-luokan suojamaadoitettuja pistotulppia ja pistorasioita.
- **II-luokan maadoittamaton sähkölaite**: Kaksoiseristys eli peruseristys + lisäeristys. Esim. partakone. II-luokan täysprofilipistotulppa voidaan kytkeä I-luokan suojamaadoitettuun pistorasiaan.
- **III-luokan sähkölaite**: Suojajännitteinen sähkölaite. Esim. matkapuhelimen laturi. Suojajännite toteutetaan suojamuuntajalla (esim. 12V).
- **Europistorasia**: Suojamaadoittamattomaan pistorasiaan voidaan liittää 3 pistotulppaa.
- **3-vaiheinen pistorasia**:

## Adapteri

Adapteri muuntaa esimerkiksi voimavirran valovirraksi.

- 1-vaiheinen 3-napainen (CEE17) pistotulppa. 3-vaiheinen 5-napainen (CEE17) pistotulppa. => ei tule muuntaa I-luokan suojamaadoitettuun pistorasiaan ilman vikavirtasuojaa.

## Pistorasiakeskus

Kiinteät sähkökeskukset, siirrettävät sähkökeskukset, haaroituskeskus.

- Tarkista keskusten aistinvarainen eheys, suojakansien toimivuus ja kaapeliliitännän holkkitiiviste.
- Sijoitetaan irti maasta tai korkeammalle kohdalle maastossa.
- Haaroituskeskus (HK): Esim. HK3x16A, HK3x28A, HK3x32A.

## Sähkömoottori

Sähkömoottorit muuttaa sähköenergiaa mekaaniseksi energiaksi. Ne jaetaan yksivaihe- ja kolmivaihemoottoreihin. Kolmivaihemoottoreista yleinen on oikosulkumoottori. Oikosulkumoottorin tyyppikilvessä on merkintöjä, esim. kolmivaihemoottori (3 ~), jaksoluku (f=50), teho (2.2 kW), jatkuvaan käyttöön (Cont), pyöriminen kumpaankin suuntaan (kaksi kaarevaa nuolta), kierros-luku (1400 r/min), laakereiden tyyppi ja suojaus (SKF 6206/C3), moottorin paino (34 kg).

- Pidä sähkömoottori puhtaana pölystä ja huolehdi ilmanvaihdesta. Älä sulje laatikkoon.
- Sähkömoottorin laakerin kuntoa voidaan kuunnella painamalla puukepin toista päätä korvaa ja toista sähkömoottorin laakeripesää vasten. Hiljainen surina on toimiva. Yli 60 celsiusasteen lämpenevä laakeri on tarkistettava.
- Suorakäyntinen pienempi oikosulkumoottori kytketään kytkimestä (I/O) suoraan sähköverkkoon.
- **Tähti-kolmio-käynnistin**: Yli 3 kW:n tehoiset moottorit käynnistetään yleensä tähti-kolmio-käynnistimellä. Käynnistäminen tapahtuu pehmeämmin ja sähköverkon kuormahuippu laskee. Tämä etenkin, jos moottori pyörittää kuormaa suoraan ilman kytkintä, vaihteistoa tai variaattoria. Käynnistysteho on 1/3 käyntitehosta. Kytkimessä on asennot tähti \* ja kolmio  $\Delta$  tai käynnistys tapahtuu vaiheittain automaattisesti releillä. Käännetään ensin tähtiasentoon ja annetaan moottorin saavuttaa täysi pyörimisnopeus, joka kuullaan äänestä sen tasaantuessa. Käännetään seuraavaksi kolmioasentoon. Moottoria ei saa jättää tähtiasentoon! Sammutetaan kääntämällä suoraan 0-asentoon. Tähti- ja kolmio tarkoittavat 3-vaihekäämityksen kytkentätapaa. Tällainen tähti/kolmio-vaihtaja voi myös ohjata

lämmitysvastuksia.

- **Vianetsintä:** Sähkömoottorin ylikuormittuessa se kuumenee ja usein haisee poikkeuksellisesti ja sähkömoottori voi myös hurista ilman että se ei lähde käyntiin. Usein seurauksena on sulakkeen palaminen tai automaattisulakkeen laukeaminen. Toimimattoman laitteen vianetsintää voi aloittaa esimerkiksi sulakkeen tarkistamisesta ja laitteesta irronneista johdoista. Kannattaa myös tarkistaa, onko laite, jota sähkömoottori pyörittää jumissa pyörittämällä sitä (työturvallisuus!). Harvinaisempia vikoja voivat olla sähkömoottorin palaminen, kuluneet hiilet, sähkömoottorin laakerit, johdon katkeaminen moottorin kuoren sisältä tai viallisesta käynnistyskytkimestä.
- **Väärään suuntaan pyörivä moottori:** Kumpaankin suuntaan pyörivä kolmivaihesähkömoottori saattaa käynnistettäessä tai vaihdettaessa toiseen pistorasiaan pyöriä väärään suuntaan. Vaihejohtimet eivät ole oikein.

[Hiilien vaihtaminen](#)

## Sähkögeneraattori

Sähkömoottorista ulos liikevoimaa tuottava sähkömoottori voi toimia myös päinvastoin eli sähkögeneraattorina, jolloin se tuottaa liikevoimasta sähköä.

## Valaistus

- **Loistelamppu** (loistevalaisin) sisältää sekä loistelampun ja sytyttimen. Kumpikin voivat olla viallisia. Sytyttimiä on erilaisia. Loistelamppu vaihdetaan kääntämällä sitä pituusakselinsa ympäri 90 astetta ja kevyesti vetämällä irti. Kiinnittäminen tapahtuu päinvastoin.

## Kytkin

- Kansi lähtee uusissa rasioissa irti yleensä kummaltakin puolen sivusta vääntäen. Sisällä on esimerkiksi kehys.
- Kytkimen toiminta-asento on niin, että kun kytkin on yläreunastaan painettuna alas, esimerkiksi valon pitää palaa.

## Mikrokytkin

Mikrokytkimiä käytetään esim. väestönsuojassa paine- ja kaasutiiviissä ovissa ja venttiileissä. Kytkimistä johtaa sähköjohto valvomon näyttötauluun, jolloin kohteen tila nähdään valvomossa.

## Sähköverkko

Sähkölaitoksen jakeluverkko, kenttä sähköverkko. Kiinteistö sähköjärjestelmä.

- Sähkölaitoksen jakeluverkosta sähkö tulee rakennuksen pääkeskukseen (PK) ja sieltä sähkö jaetaan muiden tilojen ryhmäkeskuksiin (RK). Pääkeskuksessa on pääsulakkeet, pääkytkin, vaiheiden ryhmäsulakkeet ja sähkömittari. Ryhmäkeskuksesta sähkö jakaantuu sähkölaitteille.

## Kenttä sähköverkko

Kenttä sähköverkko rakennetaan esimerkiksi tilapäisen avustustoiminnan tai väestönsuojan toiminnan mahdollistamiseksi kun sähkölaitoksen jakeluverkko ei ole käytettävissä. Virtalähteenä on

yleensä varavoimakone (sähkövoimakone) tai sähkölaitoksen jakeluverkko.

- Rakennetaan jännitteettömänä määrätty kokonaisuus ensin valmiiksi. Sähkö katkaistaan pääkytkimestä tai poistamalla sulakkeet tai irrottamalla pistotulppa. Sähkön tahaton/tarkoituksellinen kytkeminen estetään esimerkiksi varoituskyltein ja mekaanisesti. Kytettäessä sähköverkko tarkistetaan aina vikavirtasuojakytkimet testipainikkeesta.
- Sähkösuunnitelma. Suunnitellaan varavoimakoneiden, pistorasiakeskusten ja kaapeleiden sijainti kohtiin, jossa siihen kohdistuu mahdollisimman vähän erilaisia ulkoisia rasituksia (sää, ajoneuvot) ja samoin, että sähköverkko ei häiritse varsinaista toimintaa. Kulku-uran ylityksessä käytetään esim. lankkuja kaapelin ympärillä koko matkalta. Ripustaminen ilmaan tehdään vähintään 5 m korkeuteen merkittynä. Yleensä kenttä sähköverkossa käytettävät osat eivät kestä upotusta veteen.
- Käyttölaitteet pyritään saamaan vikavirtasuojan taakse! Viimeisenä 30 mA vikavirtasuojaa ennen sähkölaitteita joihin kosketaan.
- Kaapelit kannattaa numeroida ja piirtää sähkösuunnitelmaan kartalle.
- Kaapelikelat avataan koko mitaltaan auki. Kaapelit lämpiävät, painuvat lumeen ja jäähän ja jäätyvät kiinni maahan eli pyritään pitämään irti lumesta ja jäästä. Kaapelit ripustetaan tarvittaessa ilmaan tai nostetaan oksilla maasta. Kaapelit voidaan myös haudata tilapäisesti maahan, mutta tällöin on huomioitava, että maa-aines ei vioita kaapelia esim. sen päältä kuljettaessa. Huomioi erityisjärjestelyt, jos kaapeleita vedetään rakenteisiin, jotka johtavat sähköä, esim. metallista valmistettuihin tiloihin. Kaapelikela on syytä silmukoida kaapeliin tai varastoida sen säilymiseksi.
- Jatkopistorasia asetetaan yläpuolelle ja pistotulppa alapuolelle eli virran suunnan mukaisesti kosteuden pääsyn estämiseksi pistorasiaan. "Virta kulkee pistorasiasta (naaraspuoli) ulospäin".
- Tarkista verkko vähintään päivittäin ja pidä sitä jatkuvasti silmällä.
- Kenenkään ei tulisi ottaa käyttöön uusia sähkölaitteita tai omia jatkojohtoja ilman kenttä sähköverkosta vastaavan hyväksyntää ja tietämättä. Tällainen saattaa aiheuttaa esim. kenttä sähköverkon eri vaiheiden erilaisen kuormituksen.
- Sähkövikaa voidaan etsiä kytkemällä pistorasiakeskuksia pois ja seuraamalla palaako tämän jälkeen sulake. Löydettyä sulakkeen polttava pistorasiakeskus, irrotetaan kaikki kuormitukset kyseisen pistorasiakeskuksen alaisista pistorasioista ja kytketään sähkölaitteita yksi kerrallaan etsien viallinen sähkölaite.
- Maakaapelia esiin kaivettaessa, paikantamisen jälkeen, se kaivetaan esille käsikaivuna.
- Huomioi turvaetäisyys sähkönsiirto- ja jakeluverkosta sekä selvitä maakaapelien sijainti. Hanki kaapelikartta. Ota huomioon suunniteltaessa myös muiden rakenteiden sijainti ja koneiden käyttö. Kone, kuorma, taakka tms. ei saa alittaa turvaetäisyyksiä! Sähkö voi hypätä!

#### Turvaetäisyys

#### Jännite (V) varoetäisyys (m) varoetäisyys (m) varoetäisyys (m)

	avojohto alla	avojohto sivulla	riippujohto sivulla
0,4 kV	2	2	0,5 **
20 kV	2	3	1,5
110 kV	3	5	-
220 kV	4	5	-
400 kV	5	5	-

- Koskee myös 1 kV riippujohtoja
- 1 kV = 1000 V

- 0,4 kV = pienjännitejohto (tavanomainen ilmajohto). 20 kV = keskijännitejohto (kolme erillistä paljasta johtoa). 110 kV = voimajohto (korkeat voimalinjat).
- Työkoneilla työskenneltäessä pylvä- ja harusrakenteiden läheisyydessä, turvaetäisyys keski- ja pienjännitejohdoissa on 1 m ja voimajohdoissa 3 m.

Lähde [Turvallisuus sähköjohtojen läheisyydessä](#)

## Maakaapelioja

- Kaivuuhje: <TARKASTETTAVA> Kaapeliojan syvyys vähintään 30 cm maan pinnasta. Mielellään kuitenkin 70 cm. Maadoituskuparin päälle vähän hiekkaa. Maan päälle televerkon kaapeli ja sähköverkon liittymiskaapeli vierekkäin. Sähköverkon kaapelin päälle mahdollisesti muovinen suojakouru. Päälle hiekkaa, jolloin kaivannon pohjasta tulee 20-30 cm hiekkakerros. Hiekan päälle keltainen varoitusnauha ja pintamaata kuten multaa tms.

## Työmaasähkökeskusteline

Esimerkki 1

1. 2 kpl 50 x 100 mm 1,7 m - pystyyn.
2. 2 kpl 50 x 100 mm 1 m - alas sivuille ulkopuolelle pystypuiden syrjiä vasten.
3. 3 kpl 22 x 125 mm 0,7 m - yhdistämään alapuut, kumpaankin päähän ja pystypuiden eteen.
4. 3 kpl 22 x 125 mm 0,7 m - yhdistämään pystypuut. Korkeudet maasta 0,8m 1,0 ja 1,6m
5. 2 kpl 22 x 125 mm - taakse vinosti tukemaan telinettä.