



# **HISSIN SYÖTTÖKAAPELIN MITOITUS LAITEVAIHDON YHTEYDESSÄ**

Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö  
Sähkö- ja automaatiotekniikka, insinööri (AMK)

Kevät 2024

Erkka Miettinen

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Tekijä Erkka Miettinen

Työn nimi Hissin syöttökaapelin mitoitus laitevaihdon yhteydessä

Ohjaaja Mika Oinonen

Tiivistelmä

Vuosi 2024

---

Tämän opinnäytetyön aiheena on tarkastella hissien syöttökaapelin toteuttamisen eri vaihtoehtoja laitevaihdon yhteydessä. Eri toteutustapoja tarkastellaan matemaattisesti voimassa olevien säädösten mukaisesti. Suurin huomio kiinnittyy kuitenkin sähköturvallisuuteen ja standardien vaatimuksiin.

Työssä tehtiin laskutoimituksia eri variaatioilla ja niiden perusteella johtopäätökset asennustavoista, jotka ovat mahdollista toteuttaa vaatimusten puitteissa. Käytännön asennustapoja työssä ei käsitelty. Nämä ovat tapauskohtaisia työmaalla tarkasteltavia asioita. Työssä laskettiin auki eri variaatioita, joiden perusteella voidaan valita työmaan mukaan sopivin standardin sallima asennustapa.

Tämän opinnäytetyön pohjalta on tarkoitus laatia yrityksen sisäinen ohjeistus, jonka avulla vältetään mahdollisilta asennusvirheilä sekä lisäkustannuksilta hissiasennuksen aikana ja sen jälkeen.

Avainsanat Hissi, standardit, oikosulkusuojaus

Sivut 18 sivua

The topic of this thesis is to consider various options for the implementation of the elevator supply cable in the case of equipment replacement. Different implementation methods are mathematically examined in accordance with current regulations. However, most attention is paid to electrical safety and the requirements of standards.

In the thesis, calculations were made with different variations and based on them, conclusions were drawn about the installation methods that can be implemented within the framework of the requirements. Practical installation methods are not discussed in this thesis. These are case-specific issues to be examined at the individual construction sites. Different variations were calculated, based on which the most convenient installation method allowed by the standards can be selected according to the site.

Based on this thesis, the aim is to draw up internal guidelines for company to avoid possible installation errors and additional costs during and after the elevator installation.

Keywords Elevator, standards, short-circuit protection

Pages 18 pages

## Sisällys

1	Johdanto .....	1
2	Hissitekniikka .....	2
3	Standardit .....	2
3.1	SFS-EN 81-20 & SFS-EN 81-21 .....	3
3.2	SFS6000.....	5
4	Kuormitettavuus .....	5
5	Potentiaalintasaus.....	6
6	Laskukaavat.....	6
7	Esimerkkikohte.....	8
8	Mahdolliset ongelmat vanhassa sähköjärjestelmässä .....	15
9	Toimenpiteet yleisimmissä kohteissa .....	16
10	Yhteenveto.....	16
	Lähteet .....	18

## Kuvat ja kaavat

Kuva 1.	Eri standardien rajapinnat.....	4
Kuva 2.	Talon pohjakuva kellarikerros. ....	9
Kuva 3.	Johtimien likimääräiset impedanssi.....	11
Kuva 4.	Pienimmät oikosulkuvirrat gG-sulakkeilla.....	13
Kuva 5.	Hissin päävirtapiirin kaapelointikuva. ....	14
Kuva 6.	Merkintä jakorasian kanteen.....	17
Kaava 1.	Oikosulkuvirta.....	7

Kaava 2. Suurin sallittu johtopituus. ....	8
Kaava 3. Verkon impedanssi. ....	10
Kaava 4. Kokonaisimpedanssi. ....	11
Kaava 5. Oikosulkuvirta. ....	12
Kaava 6. Kokonaisimpedanssi. ....	14
Kaava 7. Kokonaisimpedanssi. ....	15

# 1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä keskitytään tutkimaan mahdollisuutta hyödyntää vanhan hissinkin olemassa olevaa sähkönsyöttökaapelia uuden hissinkin syöttökaapelina. Tutkimus tehdään huomioiden voimassa olevat standardit ja määräykset sekä esimerkkilaskelmien avulla. Lisäksi vertaillaan erilaisia vaihtoehtoja, jotka ovat esimerkkikohteen kaapelin uusinta tai vanhan syöttökaapelin jatkaminen pienemmällä kaapelilla, riippuen teknisten tilojen sijainnista.

Esimerkkikohteeksi valitaan kerrostalo, joka on todennäköisimmin lähimpänä tulevien vuosien hissilaitteen vaihtotarvetta. Opinnäytetyössä tehtävät oletukset laskelmissa ja teknisten tilojen sijoittelussa perustuvat tätä työtä varten keksittyyn esimerkkikohteeseen sekä omaan aiempaan työkokemukseen. Työn lopputuloksena laaditaan yrityksen sisäinen ohjeistus. Ohjeistuksella pyritään helpottamaan ja yksinkertaistamaan asennusprojektin kaikkia vaiheita aina suunnittelusta tuotantoon ja laitteen kunnossapitoon sekä varmistamaan, että hissi täyttää kaikki tarvittavat sähköturvallisuusstandardit.

## 2 Hissitekniikka

Hissi koostuu monista eri mekaanisista ja sähköisistä komponenteista, jotka yhdessä muodostavat turvallisen ja tehokkaan liikkumisen rakennuksissa kerrosten välillä. Modernit hissit toimivat vaihteettomalla nostokoneistolla, jota voidaan ohjata taajuusmuuttajakäytöllä portaattomasti. Hississä on useita erilaisia sähköisiä komponentteja. Kaikkien komponenttien, erityisesti turvakomponenttien kuten jarrut, ovikoskettimet ja nopeudenrajoittajan tulee täyttää tarkat kriteerit, jotka tulevat hissistandardeista. Hissin nostokoneisto mitoitetaan hissien koon ja kuorman mukaan. Nostokoneiston sijainti riippuu hissimallista. Koneisto voidaan esimerkiksi sijoittaa kuilun ylä- tai alapäähän. Mitä tehokkaampi nostokoneisto, sitä suuremman sähköenergian laitteisto tarvitsee, joten hissien syöttökaapeli tulee mitoittaa vähintään standardien vähimmäisvaatimusten mukaisesti.

Hissien ohjausjärjestelmä on olennainen osa sen toimintaa. Nykyaikaisissa hisseissä käytetään usein digitaalista ohjausjärjestelmää, joka valvoo hissien liikettä, ovia ja turvapiirejä. Ohjausjärjestelmä säätelee hissien kiihtyvyyttä, jarrutusta ja pysähtymistä, varmistaen matkustajien turvallisen liikkumisen. Lisäksi se hallitsee hissien pysähtymistä oikeisiin kerroksiin ja reagoi hätätilanteisiin automaattisesti, esimerkiksi sähkökatkoksen tai vikatilanteen sattuessa.

## 3 Standardit

Standardi on asiakirja, joka sisältää yksityiskohtaisia tietoja tuotteiden, prosessien tai palveluiden suunnittelun, valmistuksen, käytön ja ylläpidon vaatimuksista. Standardi määrittää yleisesti hyväksytyjä käytäntöjä ja vaatimuksia, joiden avulla voidaan varmistaa, että tuotteet tai laitteet ovat turvallisia, laadukkaita ja luotettavia. (European Committee for Standardization, n.d.)

Standardit voivat kattaa monia eri aloja, kuten esimerkiksi rakentamista, elektroniikkaa, terveydenhuoltoa tai turvallisuutta. Ne voivat sisältää teknisiä vaatimuksia, testausmenetelmiä, suunnitteluperiaatteita ja muita yksityiskohtia, joita noudattamalla voidaan saavuttaa vaadittu taso. (European Committee for Standardization, n.d.)

Standardit ovat joskus vapaaehtoisia, mutta niitä voidaan myös asettaa pakollisiksi lainsäädännöllä tai viranomais määräyksillä. Standardit ovat tärkeitä, sillä ne edistävät tuotteiden ja palveluiden toimivuutta, parantavat laatua ja turvallisuutta. (European Committee for Standardization, n.d.)

Euroopan unionissa hissien turvallisuutta ja luotettavuutta koskevat vaatimukset on määritelty hissidirektiivissä (95/16/EY) (EUR-Lex, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 95/16/EY, 1995) ja sen seuraajassa hissejä koskevassa asetuksessa (2014/33/EU). Näiden standardien vaatimukset kattavat muun muassa sähköjärjestelmien turvallisuusvaatimukset, jotka koskevat erilaisia komponentteja, kuten moottoreita, ohjausyksiköitä ja kaapeleita. Näiden standardien tavoitteena on varmistaa hissien turvallisuus ja luotettavuus, ja niitä sovelletaan hisseihin kaikkialla EU:ssa. (EUR-Lex, Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2016/424, 2016)

Jokaisella maalla voi olla omat kansalliset standardit, jotka määrittelevät hissien sähköjärjestelmien suunnitteluun, asennukseen ja kunnossapitoon liittyviä vaatimuksia. Suomessa hissien suunnitteluun, asennukseen ja huoltoon liittyvät vaatimukset on määritelty SFS-standardissa SFS-EN 81-20. Tämä standardi määrittelee turvallisuusvaatimukset ja suunnitteluperiaatteet uusille hisseille. Kun taas standardi SFS-EN 81-21 määrittelee vaatimukset hisseille, jotka asennetaan vanhan hissien tilalle.

### **3.1 SFS-EN 81-20 & SFS-EN 81-21**

SFS-EN 81-20 on standardi, joka määrittelee hissien turvallisuusvaatimukset ja suunnitteluperiaatteet uudiskohteissa. SFS-EN 81-21 on standardi, joka määrittelee hissien turvallisuusvaatimukset ja suunnitteluperiaatteet käytössä olevissa kohteissa. Standardit sisältävät vaatimuksia hissien turvallisuudelle, käytettävyydelle, esteettömyydelle ja ympäristöystävällisyydelle. Ne koskevat kaikkia uusia ja modernisoitavia hissejä, jotka on tarkoitettu henkilöiden kuljettamiseen.

SFS-EN 81-20 sekä SFS-EN 81-21 sisältävät muun muassa vaatimuksia hissien ohjausjärjestelmälle, sähköjärjestelmille, hissikoneistolle, ovien toiminnalle, hätäpysäytysjärjestelmille, huoltotiloille ja esteettömyydelle. Standardit on laadittu yhdessä Euroopan unionin hissidirektiivin kanssa, joka velvoittaa EU-maita noudattamaan tiukkoja turvallisuusvaatimuksia hissien suunnittelussa, asennuksessa ja huollossa.

SFS-EN 81-20 ja SFS-EN 81-21 standardien tavoitteena on varmistaa, että hissit ovat turvallisia ja luotettavia käyttäjilleen sekä ympäristölle. Lisäksi että ne täyttävät kaikki tarvittavat laatu- ja turvallisuusvaatimukset.

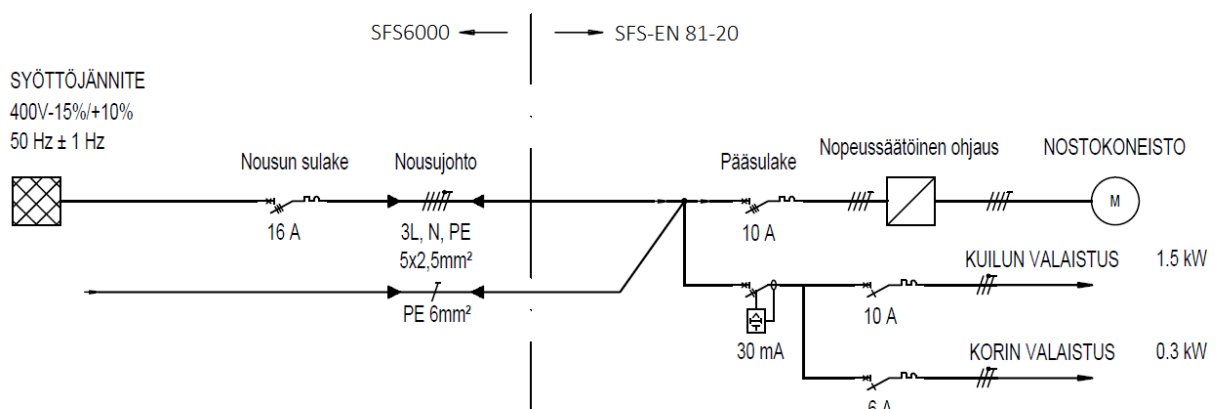
Näiden standardien hissien sähköasennuksia ja sähkölaitteiden olennaisia osia koskevat vaatimukset ovat voimassa seuraavilla alueilla;

1. Päävirtapiirin pääkytkimelle ja sen jäljessä oleville virtapiireille.
2. Korin valaistuspiirin kytkimelle ja sen jäljessä oleville virtapiireille.
3. Kuilun valaistuspiirille ja sen jäljessä oleville virtapiireille. Hissiä on tarkasteltava kokonaisuutena kuten konetta, jonka rakenteeseen kuuluu sähkölaitteita.

(SFS-EN 81-20:2020, 2020, s. 109)

Hissin syöttökaapeli mitoitetetaan siis SFS6000 standardin mukaan ja kaikki laitteen sisäiset kaapeloinnit EN standardin mukaisesti. Kuva 1 havainnollistaa ja jakaa laitteen sekä standardien tulkintarajapinnan.

Kuva 1. Eri standardien rajapinnat.



## 3.2 SFS6000

Standardisarja SFS 6000 on kattava kokoelma standardeja, jotka käsittelevät sähköasennuksia Suomessa. Sähköasennuksiin tämä standardisarja tarjoaa kattavan ohjeistuksen sähköjärjestelmien suunnitteluun, asentamiseen, käyttöön ja kunnossapitoon. SFS 6000 -standardit määrittelevät tarkat vaatimukset ja suositukset erilaisten sähköasennusten toteuttamiselle, mukaan lukien niiden turvallisuus, laatu ja toimintavarmuus.

SFS 6000 -standardit ohjaavat sähköasennusten suunnittelua ja toteutusta erilaisissa ympäristöissä ja rakennustyypeissä, kuten asuinrakennuksissa, teollisuuslaitoksissa sekä liikekiinteistöissä. Standardit kattavat monia eri aihealueita, kuten sähköjärjestelmien suunnittelun periaatteet, kaapeleiden ja johtimien valinnan, asennusten maadoituksen ja suojauksen, sähkölaitteiden asentamisen ja käytön sekä turvallisuusnäkökohdat kuten hätäpysäytysjärjestelmät ja varoitusmerkinnät.

Standardit on olennainen työkalu sähköasennusten suunnittelijoille, urakoitsijoille ja valvojille. Varmistaen että sähköjärjestelmät toteutetaan asianmukaisesti sekä turvallisesti. Ne auttavat myös varmistamaan, että sähköasennukset täyttävät voimassa olevat lainsäädännölliset vaatimukset, joka on keskeistä sähköturvallisuuden ja toiminnan kannalta.

## 4 Kuormitettavuus

Johdon kuormitettavuus määritellään sen suurimman sallitun lämpötilan perusteella. Tämä kuvaa sitä, kuinka paljon johto kestää lämpöä, joka syntyy virran nousun seurauksena, ottaen huomioon johdon rakenne, asennustapa, ympäristön lämpötila ja muiden lähekkäisten johtojen lämpö. Johdon valmistaja määrittelee suurimman jatkuvan virran, joka voi kulkea johdon läpi ilman, että se ylittää sen maksimilämpötilan. Tätä lämpötilaa ei saa ylittää, sillä liiallinen lämpö voi aiheuttaa tulipalon rakenteiden sisällä, joissa johto on asennettuna. Lisäksi pitkäaikainen altistuminen korkeille lämpötiloille voi heikentää johdon eristeitä ja näin lyhentää johdon käyttöikää. (Tiainen, 2018, s. 224)

Kuormitettavuudet ja korjauskertoimet voidaan määrittää standardisarjan IEC60287 mukaisesti joko testaamalla tai laskemalla yleisesti hyväksytyllä menetelmällä. (SFS 6000-5-52:2022, 2022, s. 14)

Virtapiirissä otetaan huomioon ne johtimet, joissa kulkee kuormitusvirta. Jos voidaan olettaa, että monivaihepiirin kuormitus on symmetrinen, piiriin kuuluvaa nollajohdinta ei tarvitse ottaa huomioon. Näissä olosuhteissa nelijohdinkaapelilla kolmivaihepiirissä on sama kuormitettavuus kuin kolmivaihekaapelilla, jonka kaikkien vaihejohtimien poikkipinta on sama. Neli- ja viisijohtimisen kaapelin kuormitettavuus silloin, kun virta kulkee kolmessa johtimessa, voi olla suurempi kuin kolmijohdinkaapelin kuormitettavuus. Tämä oletus ei ole voimassa silloin kun kolmannesta harmonisesta yliaallosta ja sen kerrannaisista aiheutuu virtaa nollajohtimeen. (SFS 6000-5-52:2022, 2022, s. 15)

## 5 Potentiaalintasaus

Potentiaalintasaus on tärkeä turvallisuuden ja laitteiden toiminnan kannalta. Potentiaalintasaus auttaa vähentämään sähkömagneettisia häiriöitä ja estämään niiden leviämistä laitteistoon. Se antaa virralle helpomman reitin kulkea maadoitus- tai potentiaalintasauskiskoon, sen sijaan että vaikuttaisi ja vaurioittaisi herkkiä sähkökomponentteja. Potentiaalitasauksen määräykset tulevat standardista SFS 6000-5-54:2022. Samaa standardia noudatetaan hissien syöttökaapelin rinnalle asennettavassa potentiaalitasauksessa.

Lisäpotentiaalitasausjohtimen johtavuuden on oltava vähintään yhtä suuri kuin jännitteelle alltiiseen osaan kytketyn pienimmän suojajohtimen poikkipinta. Potentiaalitasausjohtimen, joka liitetään päämaadoituskiskoon, on oltava poikkipinnaltaan vähintään puolet asennuksen suurimmasta suojamaadoitusjohtimesta, kuitenkin vähintään 6mm<sup>2</sup> kuparia, 16mm<sup>2</sup> alumiinia tai 50mm<sup>2</sup> terästä. (SFS 6000-5-54:2022, 2022).

## 6 Laskukaavat

Laskukaavat sekä taulukot impedanssien, oikosulkuvirtojen ja kaapelipituuksien laskentaan saadaan D1-käsikirjasta. Tämä ei kuitenkaan ole virallinen standardi, vaan viittaa sähköasennusten suunnittelun ja asennuksen normistoon sekä ohjeistukseen.

Oikosulkuvirran laskennassa voidaan hyödyntää tiettyjä yksinkertaistuksia. Käytettäessä alla kuvattua menetelmää, mahdollinen virhe on yleensä enintään noin 10%. Tätä menetelmää voidaan kuitenkin soveltaa, koska mahdolliset virheet tapahtuvat aina turvallisempaan

suuntaan; eli laskettu oikosulkuvirta on pienempi kuin todellinen. (Tiainen, 2018, s. 95)  
Oikosulkuvirtaa laskettaessa voidaan käyttää kaavaa 1.

Kaava 1. Oikosulkuvirta.

$$I_k = \frac{c \times U}{\sqrt{3} \times Z}$$

$I_k$	oikosulkuvirta (A)
$c$	kerroin 0,95, joka ottaa huomioon jännitteenaleneman liittimissä, johdoissa, sulakkeissa ja kytkimissä.
$U$	pääjännite (V)
$Z$	virtapiirin kokonaisimpedanssi, joka muodostuu jakelumuuntajaa edeltävän verkon impedanssista, muuntajan impedanssista sekä muuntajan jälkeisten johtimien impedanssista.

(Tiainen, 2018, s. 95, kaava 4.6)

Tärkein yksinkertaistus on, että osaimpedanssit summataan aritmeettisesti. Tämän seurauksena todellinen impedanssi on aina pienempi kuin laskettu arvo. (Tiainen, 2018, s. 95)

Joissain tapauksissa pitää määrittää johdon suurin sallittu pituus. Johdon sallitun maksimipituuden määrittämiseen tarvitaan tieto suojalaitetta edeltävän verkon impedanssista tai oikosulkuvirrasta. Maksimipituuden laskemiseen voidaan käyttää kaavaa 2.

Kaava 2. Suurin sallittu johtopituus.

$$l = \frac{\frac{c \times U}{\sqrt{3} \times I_k} - Z_v}{2 \times Z_j}$$

l	johtopituus (km)
c	kerroin 0,95
U	pääjännite (V)
Z <sub>v</sub>	impedanssi ennen suojalaitetta (Ω)
Z <sub>j</sub>	suojattavan johtimen impedanssi (Ω)

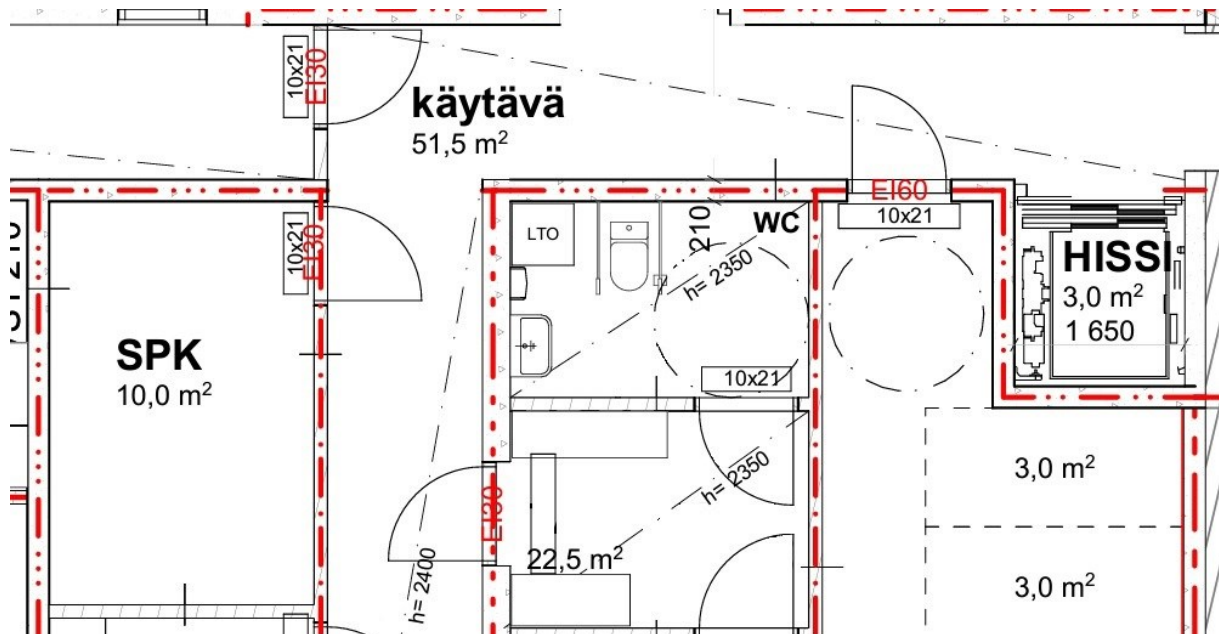
(Tiainen, 2018, s. 96, kaava 4.7)

D1-käsikirjassa on esitelty suurimmat johtopituudet eri laukaisuajoilla (0,4s ja 5,0s) ja suojalaitteille taulukoissa 41.7–41.10. Taulukoiden laskennassa on hyödynnetty edellistä laskentatapaa. Laskennan edellytyksenä on ollut, että oikosulkuvirta ennen suojalaitetta on tiedossa. (Tiainen, 2018, ss. 97-100).

## 7 Esimerkkikohde

Tämä erimerkkikohde toimii mallina, johon mitoitetaan uusi syöttökaapeli tai jatketaan vanhaa, jos standardit sen sallivat. Esimerkkikohde on määritelty seuraavasti, seitsemän kerroksinen kerrostalo, joka on rakennettu 70-luvulla. Talossa on vanha yläkonehuoneellinen hissi, eli konehuone suoraan hissikuilun yläpuolella, mahdollisesti talon katolla. Kiinteistön sähköpääkeskus on kellarikäytävällä, josta tulee myös vanhan hissien syöttö. Nämä ovat keskeisimmät asiat liittyen uuden hissien syöttökaapeliin. Kuvassa 2 on talon pohjakuva, josta nähdään sähköpääkeskuksen ja hissien sijainti.

Kuva 2. Talon pohjakuva kellarikerros.



Kerroskorkeus on 2,8 metriä, jolloin syöttökaapeli on noin 30 metriä pitkä, kun reitti on kellarikerroksen sähköpääkeskukselta hissikonehuoneeseen. Kaapelin pituudessa pitää huomioida kerroskorkeuden lisäksi vaadittavat kytkentävarat sähköpääkeskuksessa ja hissikonehuoneessa. Syöttö kulkee betonielementtien sisällä muoviputkessa neljällä johtimella, kolme vaihejohtinta ja yksi nollajohtin. Johtimien poikkipinta-ala on 6mm<sup>2</sup>.

Esimerkkikohteessa uuden hissien ohjauskeskus tulee talon alimpaan kerrokseen, johon myös syöttökaapeli kytketään. Vanhan hissien nousu on 3x25A, uusi asennettava hissi on energiatehokkaampi, joten sille riittää pienemmät noususulakkeet 3x16A. Jos päädytään jatkamaan vanhaa syöttöä, niin jatko tehdään yleensä kaapelilla MMJ5x6mm<sup>2</sup>, jotta oikosulkuvirrat säilyvät pitkän vedon vuoksi vaatimusten mukaisina. Jos asennetaan uusi kaapeli, niin siihen riittää pääsääntöisesti MMJ5x2,5mm<sup>2</sup>, koska kaapelin pituus on tällöin noin 10–15 metriä. Seuraavilla laskelmilla selvitetään, voidaanko vanhaa kaapelia jatkaa tai poikkipintaa pienentää jatkoskohdassa.

Ensin lasketaan, onko mahdollista jatkaa saman poikkipinnan kaapelilla. Aloitetaan laskemalla verkon impedanssi ( $Z_v$ ). Kiinteistön pääkeskuksen oikosulkuvirraksi ( $I_k$ ) valmistaja on ilmoittanut 200 ampeeria (A), muutetaan tämä impedanssiksi kaavalla 3.

Kaava 3. Verkon impedanssi.

$$Z_v = \frac{c \times U}{\sqrt{3} \times I_k}$$

$Z_v$	Verkon impedanssi ( $\Omega$ )
$c$	kerroin 0,95 (PD CLC/TR 50480/2011)
$U$	Pääjännite (400V)
$I_k$	Pääkeskuksen oikosulkuvirta (200A)

Sijoittamalla tiedetyt arvot kaavaan, saadaan verkon impedanssiksi 1,097 $\Omega$ . Tämän jälkeen tarkastetaan kaapelin impedanssi ( $Z_j$ ) kuvan 3 taulukosta.

Kuva 3. Johtimien likimääräiset impedanssi (impedanssit ( $\Omega/\text{km}$ )). (Tiainen, 2018, s. 96, taulukko 41.6)

Johtimien poikkipinta $A/\text{mm}^2$	Kupari			Alumiini		
	Resistanssi $r$	Reaktanssi $x$	Impedanssi $z$	Resistanssi $r$	Reaktanssi $x$	Impedanssi $z$
$4 \times 1,5$	14,620	0,115	14,620			
$4 \times 2,5$	8,770	0,110	8,770			
$4 \times 4$	5,480	0,107	5,480			
$4 \times 6$	3,660	0,100	3,660			
$4 \times 10$	2,244	0,094	2,246			
$4 \times 16$	1,415	0,090	1,418	2,324	0,090	2,326
$4 \times 25$	0,898	0,086	0,902	1,489	0,086	1,492
$4 \times 35$	0,652	0,083	0,657	1,086	0,083	1,089
$4 \times 50$	0,482	0,083	0,489	0,796	0,083	0,800
$4 \times 70$	0,336	0,082	0,346	0,551	0,082	0,557
$4 \times 95$	0,244	0,082	0,257	0,398	0,082	0,406
$4 \times 120$	0,195	0,080	0,211	0,316	0,080	0,326
$4 \times 150$	0,155	0,080	0,174	0,258	0,080	0,270
$4 \times 185$	0,125	0,080	0,148	0,207	0,080	0,222
$4 \times 240$	0,095	0,079	0,124	0,162	0,079	0,180
$4 \times 300$	0,078	0,079	0,111	0,133	0,079	0,155

Kuvan 3 taulukon mukaan kyseisen kaapelin impedanssi on  $3,66\Omega$  per kilometri. Tästä saadaan kokonaisimpedanssi ( $Z$ ) laskemalla kaikki impedanssit yhteen kaavalla 4.

Kaava 4. Kokonaisimpedanssi.

$$Z = Z_v + Z_j$$

$Z$  Kokonaisimpedanssi

$Z_v$  Verkon impedanssi

$Z_j = 3,66\Omega \times 0,1\text{km}$  (kaapelin pituus 50 metriä, jolloin meno-paluu on 100 metriä).

Kokonaisimpedanssiksi saadaan  $1,463\Omega$ . Tämä voidaan nyt kääntää takaisin oikosulkuvirraksi. Eli saadaan oikosulkuvirta, joka piirissä pienimmillään kulkee, kun oikosulku tapahtuu uuden kaapelin loppupäässä. Oikosulkuvirta lasketaan kaavalla 5.

Kaava 5. Oikosulkuvirta.

$$I_k = \frac{c \times U}{\sqrt{3} \times Z}$$

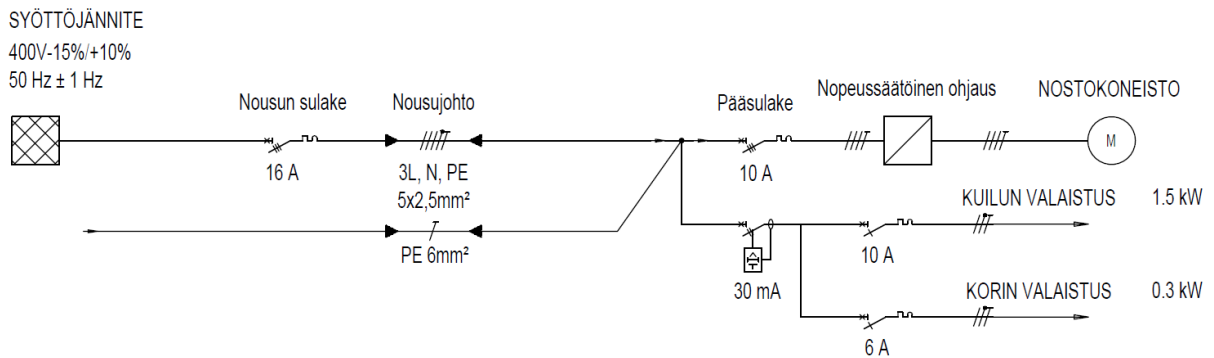
Oikosulkuvirraksi kaavalla saadaan 149,96A. Saadun tuloksen avulla tarkastetaan ja voidaan todeta, että uuden laitteen syötössä voidaan käyttää maksimissaan 20A gG-sulaketta 0,4s laukaisuajalla tai 5,0s laukaisuajalla 25A gG-sulaketta. D1-käsikirjan taulukko esitetään kuvassa 4.

Kuva 4. Pienimmät oikosulkuvirrat gG-sulakkeilla. (Tiainen, 2018, s. 94, taulukko 41.5)

Pienimmät toimintavirrat gG-sulakkeille ja vaaditut mitatut arvot				
Nimellisvirta	gG-sulake 0,4 s	Vaadittu mitattu arvo	gG-sulake 5,0 s	Vaadittu mitattu arvo
A	A	A	A	A
2	16	20	9	11,3
4	32	40	18	22,5
6	46,5	58,2	28	35
10	82	102,5	46,5	58,2
16	110	137,5	65	81,3
20	145	181,3	85	106,3
25	180	225	110	137,5
32	270	337,5	150	187,5
35			165	206,3
40			190	237,5
50			250	312,5
63			320	400
80			425	531,3
100			580	725
125			715	893,8
160			950	1187,5
200			1250	1562,5
250			1650	2062,5
315			2200	2750
400			2840	3550
500			3800	4750
630			5100	6375

Toinen vaihtoehto on pienentää kaapelikokoa vanhan kaapelin jatkoskohdassa, hissien sähkökuvien vähimmäisvaatimusten mukaiseksi. Hissin päävirtapiiri kuvassa 5.

Kuva 5. Hissin päävirtapiirin kaapelointikuva.



Tässä tapauksessa kaapelin impedanssi tarkastetaan uudelleen kuvan 3 taulukosta. Ensimmäinen 25 metriä 6mm<sup>2</sup> mukaan ja toinen 25 metriä 2,5mm<sup>2</sup> mukaan. Paluu tarkastetaan 6mm<sup>2</sup> mukaan, koska hissien syöttö on vahvistettu 6mm<sup>2</sup> erillisellä maadoitusjohtimella. Tämä lasketaan kaavalla 6.

Kaava 6. Kokonaisimpedanssi.

$$Z = Z_v + Z_{j1} + Z_{j2}$$

$$Z_{j1} = 3,66\Omega \times 0,075\text{km}$$

$$Z_{j2} = 8,77\Omega \times 0,025\text{km}$$

Uudeksi impedanssiksi saadaan 1,591Ω. Tällä arvolla lasketaan uusi oikosulkuvirta, joka on 137,87A. Kuvan 4 taulukosta voidaan todeta, että kaapelin jatko kuvan 5 mukaisella kaapelilla on mahdollista toteuttaa 16A gG-sulakkeella, jonka laukaisunopeus on 0,4s tai 5,0s.

Kolmas vaihtoehto on vetää uusi syöttökaapeli hissien ohjaustaululle kiinteistön pääkeskukselta. Tällöin kaapeli olisi koko matkalta MMJ5x2,5mm<sup>2</sup> + 6mm<sup>2</sup> PE-johdin. Uudelle kaapelille tulee pituutta 15 metriä.

Verkon impedanssi on jo aikaisemmin selvitetty  $1,097\Omega$ . Kuvan 3 taulukosta tarkastetaan käytettävän kaapelin impedanssi meno- ja paluupuolelle. Ensimmäiset 15 metriä lasketaan  $2,5\text{mm}^2$  kaapelin mukaan, eli impedanssi on  $8,770\Omega$  per kilometri. Toiset 15 metriä lasketaan  $6\text{mm}^2$  mukaan, jolloin impedanssi on  $3,66\Omega$  per kilometri.

Kaava 7. Kokonaisimpedanssi.

$$Z = Z_v + Z_{j1} + Z_{j2}$$

Kaavalla 7 saadaan kokonaisimpedanssiksi  $1,283\Omega$ . Impedanssilla saadaan laskettua oikosulkuvirta aiemmin esitetyllä kaavalla 5. Tulos on 171A. Oikosulkuvirta kasvaa, koska kaapelin pituus lyhenee huomattavasti. Suojauksen kannalta tehokkain vaihtoehto on asentaa uusi kaapeli lyhintä reittiä.

## 8 Mahdolliset ongelmat vanhassa sähköjärjestelmässä

Mahdolliset haasteet, jotka voivat esiintyä erilaisissa asennusprojekteissa, ovat esimerkiksi sähköpääkeskuksen sijainnin haastavuus sekä vanhan kaapelin reitti. Jos vanha kaapelireitti on valmiiksi todella pitkä, niin kaapelin jatkaminen ei todennäköisesti ole mahdollista. Tämä karsii vaihtoehtoja uuden syötön toteuttamiseen. Vanha kaapelireitti pitää selvittää joka tapauksessa ennen töiden aloittamista. Kaapelireitti voi kulkea lähellä hissikuilun seinäpintaa. Tällöin vanhaa kaapelointia ei voida käyttää ollenkaan, koska asentajalla on poratessa seinään riski osua jännitteiseen vanhaan kaapeliin. Tässä tilanteessa vanha syöttö pitää purkaa ennen uuden hissien asennuksen aloittamista.

Hankala pääkeskuksen sijainti taas vaikeuttaa uuden syöttökaapelin asentamista. Joissain tapauksissa pääkeskus voi olla kaukana ja monen läpiviennin takana, uuteen ohjauskeskukseen nähden. Nämä ovat kuitenkin vain haastavia asennusteknisiä ongelmia, jotka pystytään ratkaisemaan ja uusi laitteisto kaapelointineen joka tapauksessa toteuttamaan.

Edellä mainitut haasteet korostavat tarvetta huolelliselle suunnittelulle ja asianmukaiselle riskienarvioinnille asennusprojektin kaikissa vaiheissa.

## 9 Toimenpiteet yleisimmissä kohteissa

Toimenpiteet, jotka pätevät useimmissa kohteissa ovat sulakekoon pienentäminen, vanhan kaapelin jatkaminen samalla poikkipinnalla tai uuden syöttökaapelin asennus. Uudet hissit vaativat pienemmät noususulakkeet, koska modernit laitteet ovat huomattavasti energiatehokkaampia verrattuna 70-luvun laitteisiin. Tämä helpottaa kaapelin mitoituksessa. Kuten esimerkkitapauksessa mainittiin, niin usein vanha syöttökaapeli on 6mm<sup>2</sup> johtuen suuremmista noususulakkeista. Kaapelijatko voidaan siis tehdä samalla poikkipinnalla useimmissa kohteissa. Jos kaapelireitti on kuitenkin liian pitkä ja oikosulkuvirta on liian pieni, voidaan vetää uusi kaapeli suoraan pääkeskukselta hissien sähkökuvien mitoitus mukaisesti.

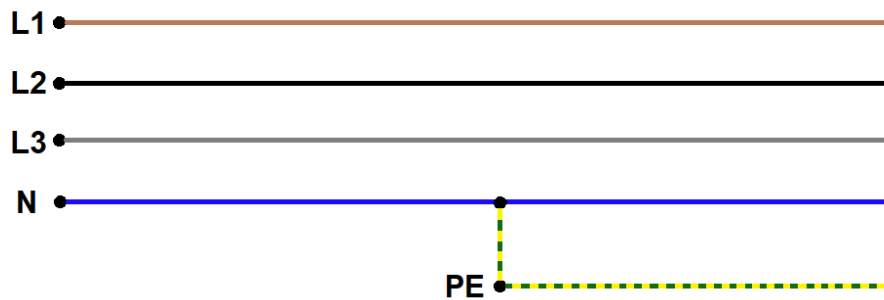
Parhaan oikosulkuvirran ja suojauksen kannalta tehokkain vaihtoehto on asentaa uusi kaapeli lyhintä reittiä. Tällä menettelyllä kiinteistön sähköasennukset päivittyvät nykyaikaiseksi tämän ryhmäjohtoon osalta. Uuden kaapelin veto on suositeltavaa varsinkin kiinteistöissä, joissa sähkösaneeraus on tehty ennen hissiremonttia.

## 10 Yhteenveto

Tutkittuamme standardeja, pyöriteltyämme laskukaavoja erilaisilla variaatioilla, lopputulemaksi saadaan eri vaihtoehtoja, joita voidaan soveltaa työkohteen vaatimuksista ja teknisten tilojen sijainnista riippuen. Asennuskohteesta riippuen kaikkia kolmea eri esimerkkikohteen variaatiota voidaan käyttää, kunhan ensin varmistetaan sähköpääkeskuksen ja konehuoneen sijainti sekä niiden välimatka ja vanhan syöttökaapelin reitti, jotta varmistetaan ettei ole riskiä porata kaapeliin asennuksen aikana.

Hissin loppukäyttäjän sekä laitteen huoltoasentajan turvallisuutta voidaan parantaa, kun tehdään merkintä kaapelin jatkoskohtaan, eli jakorAsian kanteen. Merkintänä voidaan käyttää, että rasiassa on tehty nollaus, eli johtimet N ja PE ovat yhdistetty. Kuvan 6 mukainen merkintä jakorAsian kanteen.

Kuva 6. Merkintä jakorasian kanteen.



Tutkituista kolmesta vaihtoehdoista turvallisim ja oikosulkusuojauksen kannalta paras ratkaisu on asentaa kokonaan uusi kaapeli sähköpääkeskuksen ja hissin ohjauskeskuksen välille. Tällä asennusmenetelmällä pystytään vähentämään väärinymmärrysten ja asennusvirheiden mahdollisuutta. Uuden kaapelin asentaminen helpottaa ja yksinkertaistaa asennusprojektin kaikkia vaiheita aina suunnittelusta tuotantoon ja laitteen kunnossapitoon. Lisäksi varmistutaan, että hissi täyttää kaikki tarvittavat sähköturvallisuusstandardit.

## Lähteet

EUR-Lex. (1995). *Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 95/16/EY*. European Union.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A31995L0016>

EUR-Lex. (2016). *Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) 2016/424*. European

Union. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0424>

European Committee for Standardization. (n.d.). *Standards*.

<https://www.cencenelec.eu/european-standardization/european-standards/>

SFS-EN 81-20:2020. (2020). *Hissien suunnittelua ja rakentamista koskevat*

*turvallisuusohjeet. Henkilöiden ja tavaroiden kuljetukseen tarkoitetut hissit. Osa 20: Henkilö- ja tavarahenkilöhissi*. SFS Online.

SFS-EN 81-21:2020. (2020). *Hissien suunnittelua ja rakentamista koskevat*

*turvallisuusohjeet. Henkilöiden ja tavaroiden kuljetukseen tarkoitetut hissit. Osa 21: Uudet henkilö- ja tavarahenkilöhissit käytössä olevissa rakennuksissa*. SFS Online.

SFS 6000-5-52:2022. (2022). *Pienjännitesähköasennukset. Osa 5-52: Sähkölaitteiden*

*valinta ja asentaminen. Johtojärjestelmät*. SFS Online.

SFS 6000-5-54:2022. (2022). *Pienjännitesähköasennukset. Osa 5-54: Sähkölaitteiden valinta*

*ja asentaminen. Maadoittaminen ja suojajohtimet*. SFS Online.

Tiainen, E. (2018). *D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista*. Sähköinfo Oy.