

Matti Soanjärvi

Valimon sähkö kehitystutkimus

Opinnäytetyö
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Toukokuu 2014



MAMK

University of Applied Sciences

KUVAILEHTI



Opinnäytetyön päivämäärä

11.5.2014

Tekijä(t)
Matti Soanjärvi

Koulutusohjelma ja suuntautuminen
Sähkötekniika koulutusohjelma

Nimeke
Valimon sähkö kehitystutkimus

Tiivistelmä

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Jyväskylän Valmet Oy. Työn tavoitteina oli tutkia Rautpohjan valimon 5-hallin valaistusta ja työpaikkakeskuksia sekä kiinteistön sähköjen kuntoa. Tutkimuksen edetessä pyrittiin laatimaan uudistusehdotuksia koskien huomattuja ongelmia kiinteistön sähköistyksissä.

Rautpohjan valimon 5-halliin suoritettiin turvallisuus- ja kuntotarkastus silmämääräisesti. Kierroksella tarkasteltiin mm. kaapelireittien ja kaapelien kuntoa, työpaikkavalaisituksen ja työpaikkakeskuksien kuntoa. Kierroksella löydetty viat valokuvattiin ja, niistä tehtiin korjausehdotus.

Kiinteistön työpaikkakeskuksien tutkimuksesta huomattiin, että keskuksia on tarpeeseen nähden liian vähän. Työpaikoille joudutaan vetämään jatkojohdoilla sähköä kymmenien metrien päästä, vaikka tilallisesti olisi mahdollista saada uusilla työpaikkakeskuksilla sähköä lähempääkin. Työpaikkakeskuksista laaditussa uudistusehdotuksessa ehdotan vanhojen keskuksien vaihtamista uusiin vikavirtasuojallisiin keskuksiin, ja lisäksi keskuksien määrää lisättäisiin hallissa käyttömukavuuden lisäämiseksi. Uudistussuunnitelma sisälsi uusien keskuksien syöttökaapeleihin ja kaapelireitteihin liittyvät alustavat laskelmat, sillä vanhaa syöttöä ei kuorman kasvaessa voida käyttää.

Valaistuksen tarkastelussa tarkoitus oli tutkia, kannattaako nykyinen kattovalaistus vaihtaa LED-valaisimiin. Tutkimus suoritettiin käyttämällä Dialux -valaistuksenmitoitusohjelmaa. Valaistuksesta saaduista laskelmista huomattiin, ettei nykyistä valaistusta kannata vaihtaa. Energiansäästö voidaan tehdä liittämällä valaistus automaatiojärjestelmään, jolloin valaistuksen turha käyttö saataisiin pois.

Työtä vaikeutti se, ettei työn alussa ollut sovittu tarkkaa sisältöä työhön, vaan ajatuksena oli tehdä niin paljon, kuin ajallisesti oli mahdollista. Välillä jouduttiin työn edetessä keksimään seuraavia työvaiheita. Toisaalta työn vapaus oli myös helpottavaa, sillä osa työn vaiheista vei paljon aikaa. Mielestäni työssä onnistuin hyvin, sillä työstä jäi toimeksiantajalle tuotantoa ja turvallisuutta parantavia kehitysehdotuksia sekä opinnäytetyöstä itsestään jäi malli vastaavaa tukimusta muihin halleihin jatkavalle.

Asiasanat (avainsanat)

Kuntotutkimus, turvallisuustutkimus, kiinteistösähköistys, sähkölaitteet, kehitystutkimus

Sivumäärä

27+2

Kieli

Suomi

URN

Huomautus (huomautukset liitteistä)


Ohjaavan opettajan nimi

Keijo Kiljala

Opinnäytetyön toimeksiantaja

Valmet Oy

DESCRIPTION

		Date of the bachelor's thesis 11.5.2014	
Author(s) Matti Soanjärvi		Degree programme and option Electrical engineering	
Name of the bachelor's thesis Foundry's electric development research			
Abstract <p>The commissioner of this thesis was Valmet Oy in Jyväskylä. The goals were to study the lighting, work place units and the condition of the electrical installations at the fifth production hall in Jyväskylä foundry. While studying the production hall we wanted to make reform proposals regarding detected problems on the electrification of the property.</p> <p>Visual safety and condition inspection was made on the fifth production hall. For example the condition of the cable routes and cables where inspected and the quality and condition of the work places' lighting and the work place units. All of the problems found were photographed and included in the repair proposal.</p> <p>At the studying of the work place units we discovered that there are not enough units for the production to work properly. Workers have to use long extension cords in their tools in order to reach their work stations although more work place units could be installed. In the reform proposal concerning the work place units I suggest changing old units in to newer ones with earth leakage circuit breakers and also adding more units in the production hall. In the reform proposal I have calculated the math needed in cable sizing and gave my proposal for the cable routes because the old cables are not able to sustain the new bigger loads.</p> <p>In the inspection and study of the production halls lighting I examined if the hall roof lighting could be replaced with a new LED-lighting and would it be worth it. Dialux lighting planning program was used. According to the calculations made with the program we came to the conclusion that changing the current lightning is unnecessary. If energy savings are wanted, the current lighting can be connected in to the building automation system thus preventing further energy loss on unnecessarily burning lights.</p> <p>The hard part in doing this thesis was that there was no specific list of the work I was supposed to do for this thesis, rather the idea was only to study of the fifth production hall as much as possible. On the other hand it was liberating to have freedom on making up the stages on the thesis because some stages took a long time to execute. On my opinion the thesis came up pretty good as the principal got suggestions on how to improve their production and safety. With this thesis they also got a model on how to continue the inspections and study their other production halls.</p>			
Subject headings, (keywords) condition survey, safety survey, real estate electrification, electrical equipment, development research			
Pages 27+2		Language Finnish	URN
Remarks, notes on appendices			
Tutor Keijo Kiljala		Bachelor's thesis assigned by Valmet Oy	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	KIINTEISTÖN SÄHKÖASENNUSTEN KUNTO JA TURVALLISUUS	3
2.1	Sähköasennusten historiaa	3
2.1.1	1930-1956 sähköasennukset	3
2.1.2	1956-1974 sähköasennukset	3
2.1.3	1974-1995 sähköasennukset	4
2.1.4	1995 lähtien olevat asennukset	4
2.1.5	Johtimien värimuutokset vaihtovirtapiireissä	5
2.2	Vikavirtasuojaus	11
2.3	IP-luokitukset.....	12
3	UUDISTUSSUUNNITTELEMINEN.....	14
3.1	Sulake ja johdonsuojaus	14
3.2	Suojauksen selektiivisyys	15
3.3	Oikosulkuvirta	17
3.4	Oikosulkuvirran laskenta	17
3.5	Kaapelin mitoitus.....	19
4	RAUTPOHJAN VALIMON KUNTO- JA TURVALLISUUSTUTKIMUS	20
4.1	Sähkölaitteiston kunnon ja turvallisuuden tutkiminen	20
4.2	Keskusten uudistus tarve	22
4.2.1	Työpaikkakeskuksien uudistussuunnitelma.....	22
4.2.2	Työpaikkakeskuksien tarkastusohje.....	23
4.3	Valaistuksen uudistustarve ja uudistussuunnitelma.....	23
5	YHTEENVETO	27
	LIITE	
	1 Työpaikkakeskuksien muutostyön ehdotus	
	2 Työpaikkakeskuksien tarkastuslista	

1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena oli tutkia kiinteistön sähköasennuksien turvallisuutta ja kuntoa valaistuksen ja pistorasiaketjutuksien osalta. Samalla oli tarkoitus tutkia, mitä piirustuksia tutkittavasta hallista löytyy sähköasennusten osalta ja tarvittaessa päivittää niitä. Työssä tutkittiin, tulisiko vanhoihin asennuksiin tehdä korjauksia tai uudistuksia, jotta saataisiin taattua turvallinen ja ergonominen työympäristö. Tutkimuksen kohteena oleva kiinteistö oli Jyväskylän Valmet Oy:n Rautpohjan valimon 5-halli. Osittain tutkimuksessa mukana oli myös 4- ja 6-hallit, koska halleissa on osittain käytössä samoja keskuksia ja syöttöjä. Työssä tutkittiin myös, voidaanko tuotantohallin valaistusta parantaa LED-valaisimia käyttämällä ja olisiko se taloudellisesti kannattavaa.

Työn teoriaosuudessa on pyritty kertomaan niistä sähkötekniikan asioista ja määräyksistä, joihin vanhaa kiinteistöä tutkiessa voi törmätä, ja siitä, mitä tulee vanhaa rakennusta uudistaessa ottaa sähköasennuksien osalta huomioon. Työssä keskitytään lähinnä valaistuksen ja pistorasiakeskusten osioon, mutta kunto- ja turvallisuustutkimuksessa on huomioitu myös tuotantolaitteiden ja työpisteiden toimivuutta.

Valmet on yksi tämän hetken johtavista sellu-, paperi- ja energiateollisuuden teknologia- ja palvelutoimittaja /4/. Valmet työllistää noin 11 000 henkilöä ympäri maailmaa. Valmetin liikevaihto oli vuonna 2013 noin 2,6 miljardia euroa. Asiakkaita Valmetilla on yli 30 maassa. /1./

Valmetin palvelut on jaettu kolmeen linjaan, joista palvelu-liiketoimintalinjaan kuuluu mm. tehdasparannukset, tela- ja verstaspalvelut, osat ja kudokset sekä elinkaari palvelut. Sellu ja energia –liiketoimintalinja puolestaan sisältää teknologiaa ja ratkaisuja sellun ja energian tuotantoon ja biomassan jalostukseen. Paperit-liiketoiminta tuottaa ja toimittaa kartonki-, pehmopaperi- ja paperikoneita ja laitteita sekä koneuudistuksia. /2./

Valmetin juuret ulottuvat 1750-luvulle, jolloin Helsingin edustalla sijaitsevassa Suomenlinnan linnoituksessa toimi pieni allastelakka, joka päättyi 1900-luvulla Suomen valtion omistukseen ja Valmetin osaksi. Vuonna 1951 Valtion

Metallitehtaista tuli Valmet Oy. Alkuaikoina Valmetin tuotteisiin kuului mm. laivat, lentokoneet, aseet, veturit, traktorit, laivamoottorit, hissit ja paperikoneet. 1999 Valmet ja Rauma yhdistyivät ja syntyi Metso Oyj. 2013 ylimääräisessä yhtiökokouksessa päätettiin jakaa Metso Oyj kahdeksi erilliseksi pörssiyhtiöksi; Metsoksi ja Valmetiksi. /3./

2 KIINTEISTÖN SÄHKÖASENNUSTEN KUNTO JA TURVALLISUUS

2.1 Sähköasennusten historiaa

Sähkölaitteita ja niiden kuntoa tutkiessa tulee ottaa huomioon myös asennusten ikä ja asennusten iästä johtuvat ongelmat. Vanhojen asennuksien vaihtamista nykyaikaisiin kannattaa harkita, vaikka vanhat asennukset eivät vielä olisikaan kuntonsa puolesta vaihdon tarpeessa. Vanhojen asennuksien värimerkinnot johtimissa sekä kaapelien mekaanisen rasituksen kesto voi olla puutteellisia ja nämä voi aiheuttaa tulevaisuudessa ongelmia.

2.1.1 1930-1956 sähköasennukset

1930-1956 sähkön pääasiallinen käyttökohde asuinkiinteistöissä oli valaistus. Käytössä oli myös joitain kotitalouskoneita ja kiertovesipumppuja. Sähköasennukset tehtiin uusiin taloihin uppoasennuksina. 1930-luvulla siirryttiin lähes koko Suomessa kolmivaiheiseen 220/380 V:n vaihtovirtaan.

Maakaapelointia käytettiin lähinnä Helsingissä liittymisjohtoina, mutta muualla liittymisjohdot olivat yleensä ilmajohtoja. 1930-luvulla alettiin koota suoja- ja kytkinlaitteita keskuksiksi näiden ennen ollessa hajautetusti. Kaapelien mitoituksessa jouduttiin 1930-luvulla alkaa ottamaan huomioon myöskin yleistäviä liesiä ja niistä aiheutuvaa suurta kuormaa. Kuorman kasvaessa alettiin asettamaan vaatimuksia koskien esimekiksi eristeitä ja kytkinlaitteiden jännitteenkestoa. /13, s.10-15./

2.1.2 1956-1974 sähköasennukset

1950-luvun lopussa noin 80 % maaseudun asumuksista oli sähköistetty. Asennustarvikkeissa kehittyttiin ja esimerkiksi muoviputki alkoi syrjäyttämään aikaisempia putkitustarvikkeita. 50-luvun lopulla siirryttiin asuntojen sähköistyksessä koteloituihin ja osittain kosketussuojattuihin sähkökeskuksiin. Keskukset sisälsivät pääsulakkeiden lisäksi ryhmäsulakkeet. Keinomassa- ja kumieristeisten asennusjotojen käyttö loppui kokonaan 60-luvun loppupuolella. Mekaanisen

kestoisuuden vaatimukset tiukentuivat, josta seurasi että kaapelin johdon poikkipinta-
alan oli oltava yli 1mm^2 . /13, s.16-20./

2.1.3 1974-1995 sähköasennukset

Vuonna 1974 kauppa- ja teollisuusministeriö toi voimaan rakennuksia koskevat
sähköturvallisuusmääräykset. Kokonaisvaltaisesti määräyksiä alettiin noudattamaan
vuoden 1975 jälkeen, sillä vuonna 1974 jo rakenteilla olleilla rakennuksilla oli vuoden
mittainen soveltamisvara määräyksiin. Vuonna 1976 aloitettiin sähköveron perintä.

Vuonna 1979 muuttuivat huoltoon, rakentamiseen tarkastukseen, käyttöön ja
suunnitteluun liittyvät määräykset sähkölain uudistuksen myötä.
Sähköturvallisuusmääräyksiä uusittiin tiheällä aikavälillä, sillä tekniikan ja
materiaalien kehitys oli erittäin nopeaa. Vuonna 1994 julkaistiin A2-94, Rakennusten
sähköasennukset, joka perustui eurooppalaisiin esikuvastandardeihin.

Muun muassa kaapelihyllyt yleistyivät sekä tilaelementit ja ontelolaatat.
Kuormitusmuutoksia syntyi 1960-luvulla sähkölämmityksen yleistyessä haja-
asutusalueella. Nousujohdolle asetettiin vähimmäisvaatimukseksi $2 \times 10\text{ mm}^2$:n
kuparijohdin ja sulakekooksi $1 \times 35\text{ A}$. Mikäli kiinteistöön rakennettiin sauna, tällöin
nousujohdon tuli olla $4 \times 10\text{ mm}^2$ ja sulakkeen $3 \times 25\text{ A}$. Vuoden 1976 vaatimukset asetti
myös jakokeskuksia koskevia edellytyksiä, joiden suunnittelua ohjasi standardi DFD
3209. /1, s.22-27./

2.1.4 1995 lähtien olevat asennukset

SFS 6000 Pienjännitesähköasennukset -standardikirja julkaistiin vuonna 1999.
Muutenkin sähköasennuksia koskevissa vaatimuksissa siirryttiin standardien käyttöön.
Standardien vaatimuksiin on tehty niiden ilmestymisestä lähtien jatkuvasti pienempiä
muutoksia, mutta vuonna 2007 tehtiin standardin SFS 6000 kokonaisuudistus.

Palosuojausta koskien laadittiin uudistuksia. Näissä uudistuksissa vaadittiin
palovaarallisissa tiloissa TN-järjestelmän suojaukseen käytettäväksi enintään 300 mA :n vikavirtasuojakytkintä.

Kylpy- ja suihkutilojen aluejakoja muutettiin ja vaadittiin lisäpotentiaalintaus peseytymistiloihin. 32A pistorasioihin esimerkiksi suihkutiloissa, rakennustyömailla sekä lämmityskaapeleihin oli lisättävä enintään 30 mA :n vikavirrasta laukeava vikavirtasuojakytkin. AC-tyyppisien vikavirtasuojien käyttö kiellettiin. /1, s 27-30./

2.1.5 Johtimien värimuutokset vaihtovirtapiireissä

Sähköasennuksissa käytettävissä johdinväreissä on ollut paljon vaihtelua vuosien varrella. Työskennellessä vanhojen sähkölaitteiden tai asennusten parissa tulee myös vanhat värimerkinnät tuntea.

Johdinvärit vahvavirtajohtimissa 1930-1940:

2-johtiminen vaaleanharmaa – musta

3-johtiminen vaaleanharmaa – musta – punainen

4-johtiminen vaaleanharmaa – musta – punainen – sininen

Maadoitus ja nollajohtimena käytettiin vaaleanharmaa johdin.

5-johtimista kaapelia ei tällöin ollut vielä käytössä, joten sitä koskevia suosituksia ei ole.

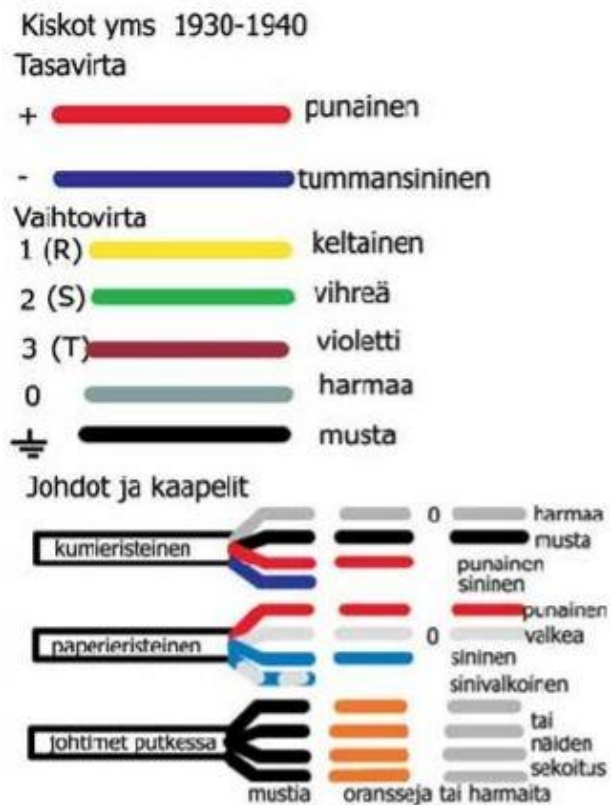
Johdinvärit paperilyijykaapelille 1930-1940:

2-johtiminen punainen – valkea

3-johtiminen punainen – valkea -sininen

4-johtiminen punainen – valkea – sininen – sinivalkea

Nollajohtimena käytettiin valkeaa johdinta.



KUVA 1. Johdinvärit vuonna 1930-1940 /5, s.2/

Johdinvärit kumieristeisillä johdoilla ja kumilyijykaapeleilla vuodesta 1952 eteenpäin:

2-johtiminen vaaleanharmaa – musta

3-johtiminen vaaleanharmaa – musta – punainen

4-johtiminen vaaleanharmaa – musta – punainen – sininen

5-johtiminen vaaleanharmaa – musta – punainen – sininen – musta

Nollajohdimena käytettiin vaaleanharmaata johdinta, suojajohtimena punaista.

Paperilyijykaapelin johdinvärit:

2-johtiminen punainen – luonnonruskea

3-johtiminen punainen – luonnonruskea – sininen

4-johtiminen punainen – luonnonruskea – sininen – sininen/luonnonruskea

Nollajohdimena tuli käyttää ruskeaa johdinta.



KUVA 2. Johdinvärit vuonna 1941-1952 /5, s.2/

Vuodesta 1957 lähtien kumi- ja muovieristeisten kaapelien johdinvärit:

2 johdinta harmaa (valkoinen) – musta

3 johdinta harmaa (valkoinen) – musta – punainen

4 johdinta tai harmaa (valkoinen) – musta –

useampi punainen –

Paperieristeisillä johdoilla:

2 johdinta harmaa (valkoinen) – musta

3 johdinta harmaa (valkoinen) – musta – punainen

4 johdinta tai harmaa (valkoinen) – musta –

useampi punainen –



KUVA 3. Johdinvärit vuonna 1953-1957 /5, s.3/



KUVA 4. Johdinvärit vuonna 1957-1972 /5, s.3/

Kiskot yms 1972-1989

Tasavirta (ei enää suositusta)

+  punainen

-  tummansininen

Vaihtovirta

L1  musta

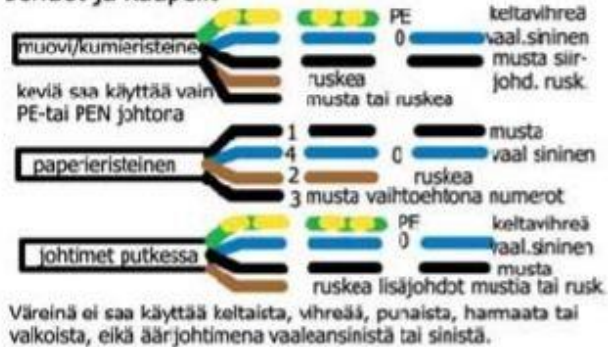
L2  musta (ruskea)

L3  musta

0  vaalean sininen

PE  keltavihreä

Johdot ja kaapelit



KUVA 5. Johdinvärit vuonna 1972-1989 /5, s.4/

Kiskot yms 1989-1995

Tasavirta (ei enää suositusta)

+  punainen

-  tummansininen

Vaihtovirta

L1  musta

L2  musta (ruskea)

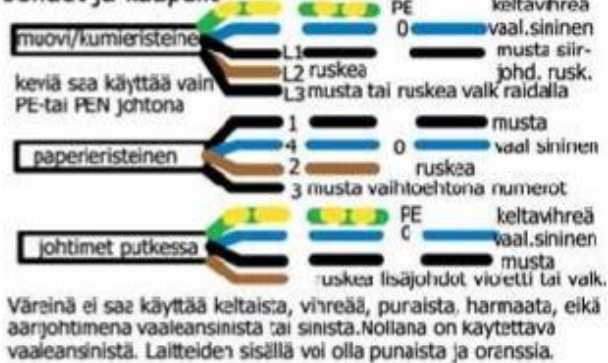
L3  musta

0  vaalean sininen

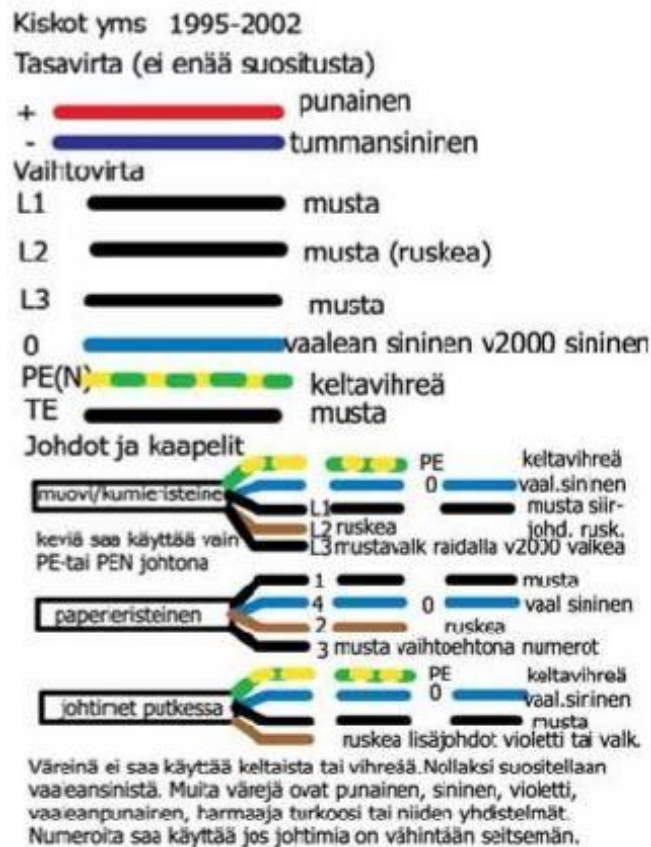
PE(N)  keltavihreä

TE  musta

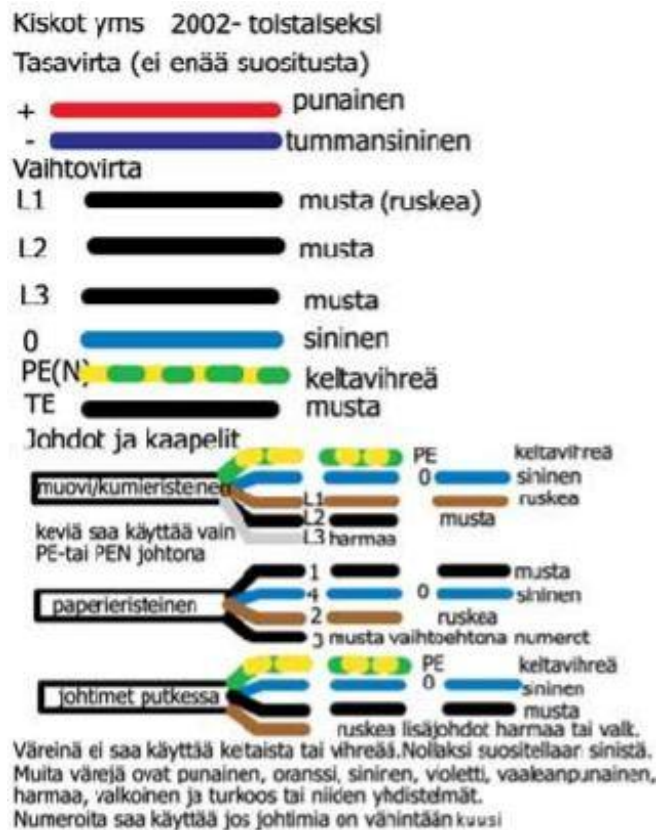
Johdot ja kaapelit



KUVA 6. Johdinvärit vuonna 1989-1995 /5, s.4



KUVA 7. Johdinvärit vuonna 1995-2002 /5, s.4/



KUVA 8. Johdinvärit vuodesta 2002 eteenpäin /5, s.5/

Johdinvärit on nykypäivänä määritetty SFS 6000 –standardissa. /5, s.1-6/

2.2 Vikavirtasuojaus

Vikavirtasuojakytkintä käytetään täydentämään perus- ja vikasuojausta. Vikavirtasuojaus suojaa sähkölaitteen käyttäjää sähköiskuilta silloin, kun hän koskettaa jännitteistä osaa, saa sähköiskun eristyksen petettyä tai saa sähköiskun vikasuojauksen petettyä. Vikavirtasuojaus toimii myös palosuojauksena, sillä mikäli jossain pisteessä on pitkäaikainen vikavirtavuoto, joka ei kuitenkaan saa sulakesuojasta laukeamaan, tällöin laukeaa vikavirtasuojakytkin. Tällainen vuoto voi aiheuttaa kipinöintiä tai lämpenemistä vuotokohdassa ja pidemmällä ajalla tulipalon. /6, s.236, 238./

Vikavirtasuojaus on vaadittu vuodesta 1997 alkaen suojaamaan pistorasioita sellaisissa kohteissa, joissa pistotulpalla liitettävien laitteiden käyttö on tavanomaista vaarallisempaa. Suojattavia kohteita olivat ulkotilat, rakennustyömaat ja peseytymistilat. Myöhemmin vikavirtasuojauksen käyttöä laajennettiin niin, että vähintään 30mA:n vikavirtasuojalla on suojattava uusissa rakennuksissa kaikki maallikoiden käyttämät pistorasiat 20A:n nimellisvirtaan asti rakennusten sisätiloissa poislukien sellaiset pistorasiat, joiden katkeamisesta voi aiheutua vahinkoa. Ulkotiloissa vikavirtasuojaa on käytettävä 32 A:n nimellisvirtaan asti ja siirrettävissä sähkölaitteissa. /6, s.236./

Vikavirtasuojakytkin kytketään sähkölaitteelle menevien vaihe- ja nollajohdinten välille. Kun sähkölaitte toimii normaalisti nolla- ja vaihejohtimen virtojen summa on nolla, eli vaihejohtimesta laitteelle menevä virta on yhtä suuri nollajohtimesta palaavan virran kanssa. Virrat aiheuttavat vastakkaissuuntaiset magneettivuot rautasydämeen, jonka takia summavirtamuuntajan käämin ja laukaisupiirin läpi ei kulje virtaa. Eristysvian sattuessa laitteeseen menevä virta vuotaa osittain joko suojajohtimeen tai maatasoon, jolloin nolla- ja vaihevirrat eivät ole samansuuruisia. Tällöin magneettikentät eivät kumoa toisiaan ja rautasydämen vaihteleva magneettivuoto aiheuttaa summavirtamuuntajan käämiin virran, joka laukaisupiirin välityksellä laukaisee vikavirtasuojan, mikäli vikavirta on ylittänyt kytkimen toimintavikavirran. Vikavirtasuojakytkin ei toimi vaihe- ja nollajohtimen tai vaiheiden

välisessä oikosulussa, joten vikavirtasuojaus ei poista ylikuormitus tai oikosulkusuojauksen tarvetta.

Vikavirtasuojakytkimen toiminta on testattava ennen käyttöönottoa ja aina puolen vuoden välein. Vikavirtasuojakytkimessä on kytkin, jolla voidaan luoda keinotekoinen vika, joka laukaisee vikavirtasuojakytkimen. /6, s.236-237./

2.3 IP-luokitukset

IP-luokitusjärjestelmä on Euroopassa käytössä oleva sähkölaitteiden tiiveyden määrittävä järjestelmä. Sähkölaitteiden kotelointiluokkia kuvaava IP-numero kertoo laitteen suojaustasosta pieniltä esineiltä ja pölyltä sekä vedeltä.

Merkintä koostuu tekstistä ”IP” ja kahdesta numerosta sekä vapaaehtoisista kirjainmerkinnöistä. IP-lyhenne tulee englannin sanoista international protection. Ensimmäinen numero kertoo sähkölaitteen suojauksesta kappaleita ja pölyä vastaan. Mitä suurempi luku, sitä pienemmältä hiukkaselta laite on suojattu (esim. IP-60 on pölytiivis). Toinen numero kertoo laitteen suojaustason vedeltä, vastaavasti suuremmalla luvulla tiiviimpi suojaus. Kirjainmerkinnät lopussa tarkoittavat, että vaaralliset osat on suojattu A: nyrkiltä, B: sormelta, C:työkalulta tai D: langalta. Lisäksi täydentävä kirjain lopussa kertoo: H: kyseessä on suurjännitelaitte, M:laitteen vesisuojaus on koestettu laitteen ollessa käynnissä, S:vesisuojaus on koestettu laitteen ollessa pysähdyksissä tai W:laite on koestettu erityisiin sääolosuhteisiin. Suunnitelmissa voi törmätä merkintöihin, joissa on toisen numeron tilalla käytetty kirjainta X. Tämä tarkoittaa, että kyseisellä IP luokalla ei ole merkitystä, vaan on käytettävä vähintään näkyvän numeron osoittamaa luokitusta. Esimerkiksi merkintä IP-6X on täydellisesti pölyltä suojattu laite, ilman vedeltäsuojauksen vaatimuksia. Käytännössä vesi ja pölysuojaukset kulkevat hyvin lähelle rinnakkain, toisen parantuessa myös toinen paranee, joten suojaus voidaan valita tiukemman suojausvaatimuksen mukaan. /7./

0	Ei suojausta
1	Suojaus suuria kappaleita vastaan, halkaisija 50mm tai enemmän.
2	Suojaus keskikokoisia kappaleita vastaan, halkaisija yli 12,5mm.
3	Suojaus pieniä kappaleita vastaan, halkaisija yli 2,5mm.
4	Suojaus erittäin pieniä kappaleita vastaan, halkaisija yli 1mm.
5	Suojattu pölyltä. Ei edellytä täydellistä tiiveyttä, mutta haitallisia pölykertymiä ei saa syntyä.
6	Täydellinen suojaus. Pölytiivis.

TAULUKKO 1. IP-merkinnän ensimmäinen numero /7/

0	Ei suojausta vettä vastaan.
1	Suojaus suoraan ylhäältä tulevaa vettä vastaan.
2	Suojaus ylhäältä +/-15 astetta tulevaa vettä vastaan.
3	Suojaus ylhäältä +/-60 astetta tulevaa vettä vastaan.
4	Suojaus vesiroiskeita vastaan.
5	Kestää vesiruiskun joka suunnasta.
6	Kestää suurella paineella tulevan ruiskun.
7	Kestää hetkellisen upotuksen veteen.
8	Kestää pysyvän upotuksen. Lisämerkintänä voi olla suurin sallittu asennussyvyys.

TAULUKKO 2. IP-merkinnän toinen numero /7/

3 UUDISTUSSUUNNITTELEMINEN

Vanhan tuotantolaitoksen uudistuksessa ja sen suunnittelemisessa tulee ottaa huomioon uudistuksen hetkiset määräykset ja standardit koskien vanhan rakennuksen uudistamista. Käytännössä uudistuksessa joutuu ottamaan samoja asioita huomioon, kuin uudisrakentamisessakin, mutta lisänä on vanhojen kiinteistöjen uudistamiseen ja korjaukseen liittyvät määräykset. /11, s.34./

3.1 Sulake ja johdonsuojaus

Sulakkeen toiminta perustuu sen sisällä olevaan metallilankaan, joka liiallisen virran syntyessä lämpiää ja katkeaa. Toimintaan vaikuttaa ylivirran suuruus ja aika, eli sulake voi kestää hetkittäisiä ylivirtoja, mutta pitkäaikaisessa ylivirrassa sulakkeen metallilanka palaa.

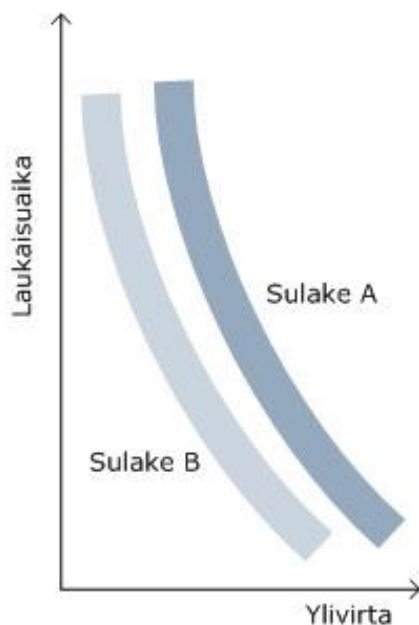
Sulakkeiden rakenteissa on käyttötarkoituksesta riippuvia eroja. Yleisin vanhoissa rakennuksissa käytössä oleva sulaketyyppi on tulppasulake, joka on posliinikuorinen lämpöäkestävä sulake. Uudemmissa rakennuksissa käytössä on normaalikiinteistöissä automaattisulakkeet, jotka ovat muovirungolla varustettuja kytkimiä. Automaattisulake voidaan palauttaa kytkimestä takaisin suojauksen lauettua, joten varsinaista sulakkeen vaihtamista ei tarvita. Automaattisulakkeet sopivat kohteisiin, joissa oikosulkuvirrat eivät nouse suuriksi. Suurempivirtaisissa kohteissa on käytössä kahvasulakkeet, sillä kahvasulakkeella on erinomaiset katkaisuominaisuudet ja hyvä oikosulkuvirran rajoituskyky.

Sulakkeen käyttötarkoitus on toimia ryhmäjohtimien ylivirtasuojina sekä nousukaapeleiden johdonsuojina pääkeskuksissa. Varsinkin moottorien ylivirtasuojauksessa on otettava sulakkeen mitoituksessa huomioon moottorin käynnistymisessä ja mahdollisesti jarruttaessa syntyvät virtapiikit, jotka sulakkeen tulisi kestää katkaisematta virtapiiriä. /12./

3.2 Suojauksen selektiivisyys

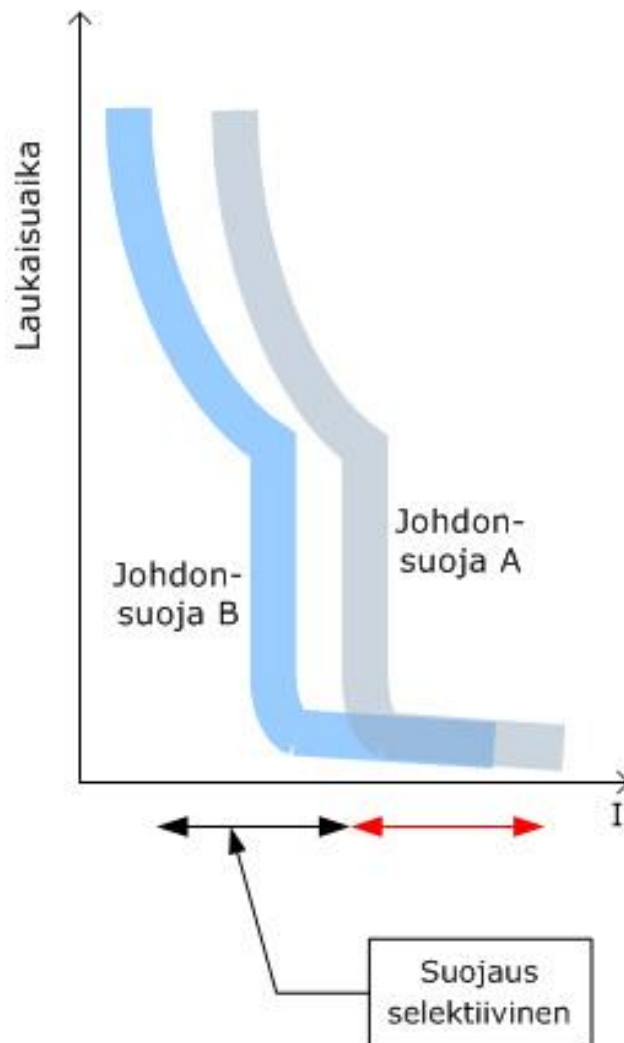
Selektiivisyydellä pyritään rajaamaan vikatilanteessa aiheutuvaa häiriötä ja sähkökatkoa mahdollisimman pienelle alalle, eli esimerkiksi yhden pistorasiaryhmän vioittuessa ei tarvitse sulkea koko kerrostalon sähköjä pääsulakkeilta, vaan ainoastaan kyseistä ryhmää suojaava suojaus laukeaa ja irroittaa vain vioittuneen osan verkosta.

Aikaselektiivisyydellä tarkoitetaan sitä, että kuorman puoleinen suojalaite toimii kaikilla ylivirroilla nopeammin kuin syötön puoleinen. Sulakkeita valittaessa aikaselektiivisyys saavutetaan, kun peräkkäiset sulakkeet mitoitetaan nimellivirtojen suhteella 1,6:1.



KUVA 9. Aikaselektiivisyydestaulukko /12./

Selektiivisyyttä tarkastellaan oikosulkutilanteessa suojalaitteiden I^2t -arvojen, eli suojalaitteen läpimenevän energian avulla. Syötön puoleisen suojalaitteen palamisaikaa vastaavan I^2t -arvon tulee olla suurempi kuin kuorman puolella olevan suojalaitteen kokonaistoiminta-aikaa vastaavan I^2t -arvon. Tätä tarkastelua voidaan tehdä valmiiden I^2t -taulukoiden tai selektiivisyydestaulukoiden avulla. /12./



KUVA 10. Pt-taulukko /12./

SELEKTIIVISYYS											
Etukoje: Johdonsuojakattaisija											
Laitesuoja: G45 tai G60											
Etukoje											
Johdonsuojakattaisijan laukaisukäyrä C											
G45-G60-G100-GT25											
Laitesuoja	I _n	10A	16A	20A	25A	32A	40A	50A	63A	Hti	
G45 G60 G100	6A	0,07	0,10	0,15	0,18	0,23	0,27	0,35	0,45	T	T
	10A			0,15	0,18	0,23	0,27	0,35	0,45	6,0	T
	16A					0,23	0,27	0,35	0,45	4,0	6,0
	20A						0,27	0,35	0,45	4,0	6,0
	25A						0,27	0,35	0,45	3,5	6,0
	32A						0,27	0,35	0,45	3,5	6,0
	40A							0,35	0,45	1,6	5,0
	50A										
	63A										
Etukoje											
Johdonsuojakattaisijan laukaisukäyrä C											
G45-G60-G100-GT25											
Laitesuoja	I _n	10A	16A	20A	25A	32A	40A	50A	63A	Hti	
G45 G60 G100	0,5A	0,07	0,10	0,15	0,18	0,23	0,27	0,35	0,45	T	T
	1A	0,07	0,10	0,15	0,18	0,23	0,27	0,35	0,45	T	T
	2A	0,07	0,10	0,15	0,18	0,23	0,27	0,35	0,45	T	T
	3A	0,07	0,10	0,15	0,18	0,23	0,27	0,35	0,45	9,0	T
	4A	0,07	0,10	0,15	0,18	0,23	0,27	0,35	0,45	9,0	6,0
	6A	0,07	0,10	0,15	0,18	0,23	0,27	0,35	0,45	4,5	6,0
	10A			0,15	0,18	0,23	0,27	0,35	0,45	4,5	6,0
	16A					0,23	0,27	0,35	0,45	2,0	5,0
	20A						0,27	0,35	0,45	2,0	5,0
	25A						0,27	0,35	0,45	1,5	4,5
	32A							0,35	0,45	1,5	2,3
	40A								0,45	2,3	2,3
	50A										
	63A										

T = Total : selektiivinen koko suojan oikosulkuvirtakestoisuuteen asti

KUVA 11. Selektiivisyystaulukko /12./

3.3 Oikosulkuvirta

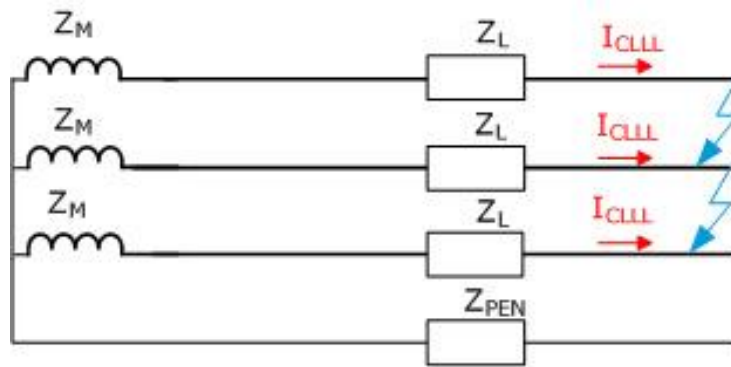
Oikosulkuvirralla tarkoitetaan virtaa, joka syntyy, kun virtapiirin vaihejohdin viasta tai kulumisesta johtuen pääsee koskettamaan toista vaihe- tai nollajohdinta. Tällöin normaali kuorma on ohitettuna vaiheen ja nollajohtimen väliltä, ja virta pääsee nousemaan suureksi. Suuret ja pitkäaikaiset oikosulkuvirrat voivat aiheuttaa kaapeleiden kuumenemisen ja näin vahinkoa eristyksille ja ympäristölle, ellei kaapeleita ole suojattu sulakkeilla. Oikosulkuvirtojen suuruuksiin kiinteistöjen verkoissa vaikuttaa verkon rakenne, kuten kaapelien paksuudet ja pituudet sekä jakelumuuntaja. Oikosulkuvirtaa tutkittavan pisteen edellä olevan verkon ja kaapeleiden impedanssi laskee pisteen oikosulkuvirtaa ja aiheuttaa pisteeseen jännitteenalaneman. /8./

Oikosulkuvirtoja tarvitaan suojausta ja komponentteja valittaessa. Oikosulkuvirtojen minimi arvoa tarvitaan vikatilanteiden suojauksen toiminnan tarkastuksessa, atuoomaattisen poiskytkennän vaatimusten täyttämässä ja kaapelien lämpenemisien arvioinnissa. Pienin oikosulkuvirta syntyy yleensä yksivaiheisessa oikosulussa vaiheen ja nolla, suoja- tai PEN-johtimen välille. Oikosulkuvirran maksimi arvoa tarvitaan keskuksen ja komponenttien mitoituksessa. Suurin oikosulkuvirta syntyy yleensä kolmivaiheisessa oikosulussa kahden tai kolmen vaihejohtimen välillä. /8./

3.4 Oikosulkuvirran laskenta

Oikosulkuvirran laskemista aloittaessa tulee selvittää laskettavan kohteen pääjännite (U), johtimen impedanssi ja muuntajan impedanssi. Oikosulkuvirta voidaan laskea kolmivaihe-oikosulkuvirtana tai yksivaihe-oikosulkuvirtana. /9./

Kolmivaiheista oikosulkuvirtaa laskettaessa käytettävä kaava muodostuu kuvan 12 mukaan.



$$I_{CLLL} = \frac{U}{\sqrt{3}(Z_L + Z_M)}$$

U = pääjännite [V]

C = jännitekerroin

Z_L = vaihejohtimen impedanssi [Ω]

Z_{PEN} = PEN-johtimen impedanssi [Ω]

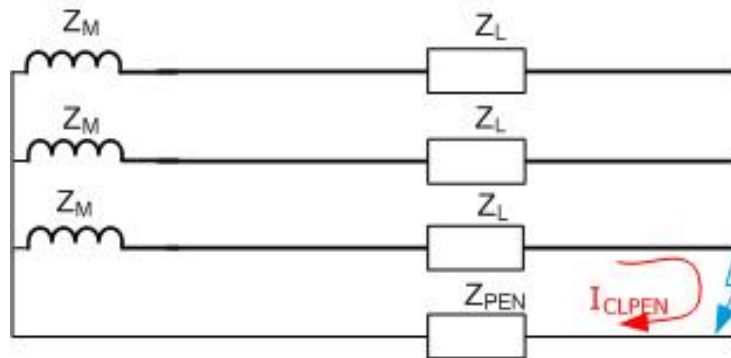
Z_M = muuntajan impedanssi [Ω]

$Z_{net} \approx 0$

KUVA 12. Kolmivaiheinen oikosulkuvirta /9/

Verkonimpedanssin Z_{net} oletetaan olevan niin pieni, että sitä ei oteta laskennassa huomioon.

Yksivaiheista oikosulkuvirtaa laskettaessa käytetään kuvan 13 mukaista kaavaa.



$$I_{CLPEN} = \frac{U}{\sqrt{3}(Z_L + Z_{PE} + Z_M)}$$

KUVA 13. Yksivaiheinen oikosulkuvirta /9/

Jännitekerrointa C käytetään laskettaessa maksimioikosulkuvirtaa ja minimioikosulkuvirtaa. Maksimiarvoa laskettaessa käytetään C :n arvona kerrointa 1 ja minimiarvoa laskettaessa kerrointa 0.95. Jännitekertoimella C huomioidaan

mahdollinen jännitteenalenema nimellisestä jännitteestä ($U = C \cdot U_n$) kun ($U_n = 230/400V$). /9./

3.5 Kaapelin mitoitus

Kaapelia mitoittaessa on otettava kaapelin johtimien poikkipinta-aloja valittaessa huomioon asennustavat, ympäristön lämpötila sekä samassa asennusreitissä olevien muiden kaapeleiden tuomat vaikutukset. Näin pystytään takaamaan johtimien ja niiden eristeiden tyydyttävä käyttöikä normaalissa käytössä esiintyvien rasitusten alaisena. Kaapelin valintaan vaikuttaa myös ylivirtasuojaus, jännitteenalenema, suojaus sähköiskuilta ja liittimien rajalämpötilat. /10, s.239-241./

Kaapelia mitoittaessa kaapelin kuormitettavuuden mukaan aloitetaan mitoitus valitsemalla SFS 6000 -standardien mukaiset asennustavat. SFS 6000 -asennustapakohtaiset ohjeet osoittavat, mistä kirjan taulukoista kaapelinkuormitettavuus, lämpötilan korjauskerroin ja ryhmästä johtuva korjauskerroin valitaan. Kun nämä tiedetään, saadaan valittua oikeankokoinen johdonsuojaus. Vastaavasti jos tiedossa on johdonsuojasulakkeiden virtakestoisuudet, kaapelin mitoitus tehdään päinvastaisessa järjestyksessä, jolloin saadaan johdonsuojausta vastaava kaapeli. /10, s.244-258./

Mikäli kaapeli on mitoitettu johdonsuojauksen mukaan, voi pitkissä kaapelivedoissa tulla ongelmaksi oikosulkuvirtojen aleneminen ja liiallinen jännitteen alenema. Tällöin ei riitä standardien mukaan mitoitettu kaapelin johdinvahvuus, vaan voidaan joutua käyttämään poikkipinnaltaan vahvempaa kaapelia, jotta kaapelin impedanssi laskisi ja jännitteenalenema ei olisi liian suuri. Kaapelia mitoittaessa on siis tarkastettava valitun kaapelin impedanssi ja laskettava oikosulkuvirrat, jotta johdonsuojaus ja vikasuojaus toimisivat halutulla tavalla. Pidemmissä kaapelinedoissa oikosulkuvirta jää usein vaikuttavaksi tekijäksi kaapelin mitoituksessa. SFS 6000 –standardikirja antaa muiden vaatimusten puuttuessa suositukset jännitteen alenemista. Muut vaatimukset voivat olla esimerkiksi moottoreiden käynnistysaikaa koskevia ja suurta syöksyvirtaa omaavia laitteita. Tällöin voidaan sallia normaalia suurempi jännitteenalenema. /10, s.225, 262./

4 RAUTPOHJAN VALIMON KUNTO- JA TURVALLISUUSTUTKIMUS

4.1 Sähkölaitteiston kunnon ja turvallisuuden tutkiminen

Sähkölaitteiston kunnon tutkiminen suoritettiin käytännössä aistien ja yleismittarin avulla. Tutkiminen aloitettiin selvittämällä, kuinka vanhoista asennuksista tutkittavassa hallissa oli kyse ja minkälaisia ongelmia vanhat asennustavat ja määräykset aiheuttaa nykypäivän asennustapoihin nähden. Tutkittavana kohteena oli valimon seitsemästä tuotantohallista lähinnä yksi (5-halli), mutta osittain myös viereiset hallit kuuluivat tutkittavaan alueeseen. Hallin tutkimuksessa pyrittiin löytämään kaikki työturvallisuuteen, työhyvinvointiin ja paloturvallisuuteen vaikuttavat seikat ja näihin myös uudistusehdotuksilla vaikuttaa.

Tutkimuksessa selvisi, että lähes kaikki hallin asennukset oli tehty nollaamalla, eli suojajohdin oli kytketty nollatasoon maatoson sijasta. Toinen huomattava vanhojen asennustapojen ongelma on, että johdinväreinä oli käytössä punainen vaihe ja suojamaa johdin väri. Tämä voi aiheuttaa huolimattomassa työskentelyssä vaaratilanteita. Vanhoista asennuksista tulee kiinteistössä työskenteleville uusille sähkölaitteistoja käyttäville ja huoltaville henkilöille ilmoittaa ja tarvittaessa perehdyttää erikseen, jotta estettäisiin vältettävissä olevat tapaturmat ja läheltäpiti tilanteet.

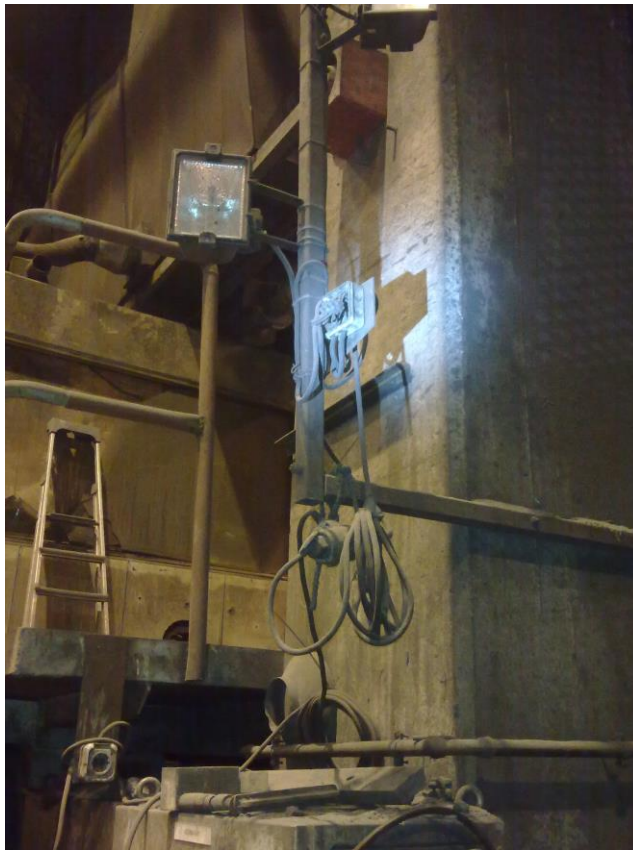
5-hallin sähköasennuksien kuntoa tutkittaessa löytyi paljon lämmöstä ja kulumisesta aiheutuneita vaurioita, joista osa on johtanut laitteen käyttökelvottomaksi menemiseen. Hallista löytyi lämmön sulattamia valaisinkupuja, purkutöissä jätettyjä kaapeleita (kuva 15), sulaneita turvakytkimiä (kuva 14), kulumisen ja osittain väärästä käytöstä johtuen irronneita läpivientien tiivisteitä sekä pimentyneitä valaisimia.



KUVA 14. Vanha jo käytöstä poistettu turvakytin, jonka kuumuus on sulattanut



KUVA 15. Vanhoja osittain purettuja kaapeleita roikkuu kaapelihyllyltä



KUVA 16. Työpistevalaisimen syötön kytkentärasian kansi irronnut

4.2 Keskusten uudistus tarve

Keskuksien tarkastuksessa huomattiin, että käytössä olevat työpaikkakeskukset olivat vanhoja vikavirtasuojaamattomia keskuksia. Todettiin, että keskukset olisi hyvä vaihtaa vikavirtasuojallisiin keskuksiin, jotta saataisiin nostettua käyttäjien työturvallisuutta. Samalla huomattiin lisäkeskuksien tarve, jotta työergonomia hallissa saataisiin paremmaksi sekä välttyttäisiin pitkiltä jatkojohtovedoilta. Lisäksi työturvallisuuden kannalta jatkojohtojen käyttö aiheuttaa vaaran kiskoilla liikkuvan hiekkamikserin sijaitessa seinän ja työpisteiden välissä, jolloin jatkojohdot voivat jäädä kiskojen päälle ja näin myös hiekkamikserin rullien alle. Mikäli jännitteinen kaapeli jäisi hiekkamikserin rullien alle, voisi aiheutua jopa hengenvaaraan johtava vaaratilanne.

4.2.1 Työpaikkakeskuksien uudistussuunnitelma

Työpaikkakeskuksien uudistukseen tärkeimpinä asioina muotoutui keskuksien lisääminen ja vikavirtasuojauksen käyttöönotto. Työpaikkakeskuksien lisäämisestä

aiheutuva kuorman lisääntyminen johti syötön vaihtamiseen, eli uusi syöttö tulisi vetämään 6-hallin sähkötilasta, josta saadaan käyttöön 125A kahvasulakkeet johdonsuojaksi. Kaapelinreitti tulisi kulkemaan kaapelihyllyllä, metallisen rukopalkin sisällä ja seinän sisällä läpivientien osalta. Kaapeliksi muotoutuisi tällöin AMCMK 4x95/29 pitemmälle ketjutukselle, jolloin lyhyelle ketjulle riittäisi AMCMK 4x70/21. Kaapelin mitoituksessa merkitseväksi tekijäksi tuli oikosulkuvirran riittävyys ja jännitteenaleneman rajoittaminen. Tällöin työpaikkakeskuksina käytettäisiin nimellisvirralta enintään 40 A:n keskuksia, jotta kuorma ei nousisi liian suureksi ja suojaus saadaan pysymään selektiivisenä.

4.2.2 Työpaikkakeskuksien tarkastusohje

Uudistussuunnitelman lisäksi uusia työpaikkakeskuksia varten laadittiin tarkastusohje, jolla keskuksien kuntotarkastukset saadaan lisättyä muun kunnossapitotyön joukkoon. Tarkastus tehtäisiin kaksi kertaa vuodessa, ja tällöin tarkastetaan yleisesti keskuksien kunto ja testataan vikavirtasuojakytkimien toiminta. Tarkastuksen yhteydessä huomatu viat korjattaisiin, jotta keskusten käyttöikä pysyisi mahdollisimman korkeana.

4.3 Valaistuksen uudistustarve ja uudistussuunnitelma

Uudistustarvetta valaistuksessa oli lähinnä työpistevalaisimen osalta. Työpisteillä käytössä olevat halogenivalaisimet olivat melko huonossa kunnossa, ja asennukset olivat päässeet huonoon kuntoon (esim. kytkentärasiat rikkiöntyneet tai kannet puuttuvat). Hallin päävalaistus koostuu IVALOn 400W suurpainenaatrium-valaisimista. Tarkoitus oli tutkia, voiko nykyaikaisilla LED-valaisimilla päästä samoihin valaistustehoihin järkevillä investointikustannuksilla ja kuinka suuria energiasäästöjä voidaan valaisintyyppin vaihdolla saavuttaa.

Kattovalaistuksen uudistuksesta laadittiin DiaLux-ohjelmaa käyttäen laskelmat muutaman eri maahantuojan LED-valaisimilla. Laskelmia verrattiin vanhoilla valaisimilla tehtyihin laskelmiin. Valaistuslaskelmia tutkittaessa huomattiin, että kolmesta vertailtavasta LED-valaisimesta Philipsin tarjoama valaisin oli tehokkain ja käyttötarkoitukseen sopivin. Philipsin valaisimen valaisusteho ei kuitenkaan vanhalla

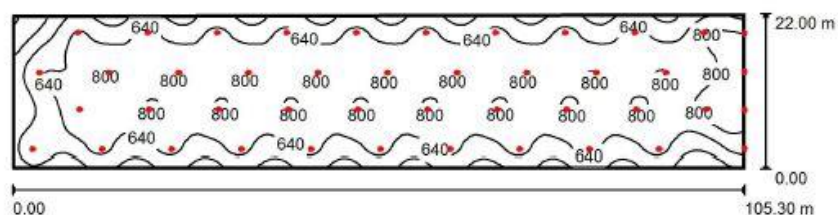
valaisinsijoittelulla riittäisi nykyisten valaisimien valaisutehon tasolle, joten valaisimien määrää jouduttaisiin lisäämään.

Vanha valaisinsijoittelu sisälsi 44 valaisinta, jotka olivat neljässä rivissä. Yhdessä rivissä oli tutkittavalla alueella 11 valaisinta. Valaisin rivit olivat limittäin siten, että viereisen sarakkeen valaisimet eivät olleet samassa linjassa. Valaistustehoa vanhoilla IVALOn valaisimilla laskettuna saatiin keskimäärin lattiatasoon 655lx.

Philipsin valaisimella valaisinmäärää jouduttaisiin lisäämään 63 valaisimeen, jotta päästäisiin edes lähelle vanhojen valaisimien antamaa valaistustasoa. Tällävalaisin määrällä päästäisiin vasta noin 482lx valaistustasoon. Tästä syystä uusien valaisimien hankintahinta nousisi niin suureksi ja energiansäästö jäisi kuitenkin niin pieneksi, että takaisinmaksuaika olisi liian pitkä energiansäästön ollessa vain noin 5 kw ja vuorokaudessa noin 45 kwh.

Mikäli valaistusta haluttaisiin uudistaa energiansäästön kannalta, järkevin ja taloudellisin vaihtoehto olisi vaihtaa vanhat työpistehalogenivalaisimet uusiin LED-valaisimiin, joiden hankintahinta on jo suhteessa huomattavasti halvempi. Valaisimia voisi uudistaa sitä mukaan, kun vanhoja valaisimia rikkoontuu, jolloin ei aiheutuisi suurta kertainvestointisummaa. Tällöin myös uusia ja erilaisia malleja päästään kokeilemaan ja etsimään niistä paras mahdollinen vaihtoehto valimon käyttötarkoituksiin. Kattovalaistus kannattaa pitää nykyisenä, mutta kaikkien hallien valaistukset olisi hyvä liittää ajastettuun logiikkaan, joka sammuttaa valaistuksen normaalityöpäivän päätyttyä sekä viikonlopuiksi. Tällöin muutostyö jo olemassaoleviin logiikoihin olisi halpa ja pienitöinen, eivätkä muutostyöt aiheuttaisi suurta häiriötä tuotantoon.

5-halli vanhat / Yksisivuinen tulos



Tilan korkeus: 12.000 m, Asennuskorkeus: 11.000 m, Huoltokerroin: 0.80

Arvot (yksikkö) Lux, Mittakaava 1:753

Pinta	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Käyttötaso	/	669	154	921	0.229
Lattia	20	655	174	888	0.266
Katto	70	116	73	188	0.631
Seinät (4)	50	209	79	90642	/

Käyttötaso:

Korkeus: 0.850 m
Rasteri: 64 x 128 Pisteet
Reuna-alue: 0.250 m

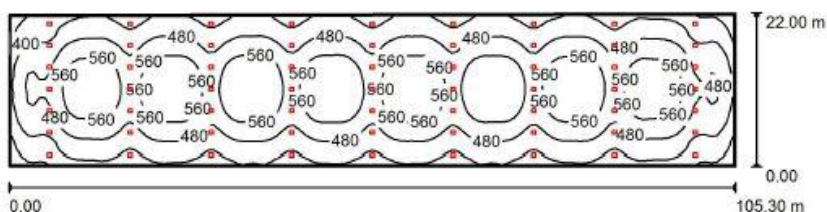
Luettelo valaisimista

Numero	Kappale	Tunnus (Korjaustekijä)	Φ (Valaisin) [lm]	Φ (Lamput) [lm]	P [W]
1	44	IVALO 6242 V2 ST Regular (1.000)	46738	56500	450.0
Yhteensä:			2056472	Yhteensä: 2486000	19800.0

Ominainen verkkoon kytketty kuorma: $8.61 \text{ W/m}^2 = 1.29 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Pohjapinta-ala: 2300.95 m^2)

KUVA 17. Valaistuskalkelma nykyisestä IVALOn valaisimesta

philips uusi Large / Yksisivuinen tulos



Tilan korkeus: 12.000 m, Asennuskorkeus: 11.000 m, Huoltokerroin: 0.80

Arvot (yksikkö) Lux, Mittakaava 1:753

Pinta	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Käyttötaso	/	497	272	628	0.548
Lattia	20	482	267	620	0.554
Katto	70	97	65	117	0.670
Seinät (4)	50	200	69	1204	/

Käyttötaso:

Korkeus: 0.850 m
Rasteri: 64 x 128 Pisteet
Reuna-alue: 0.250 m

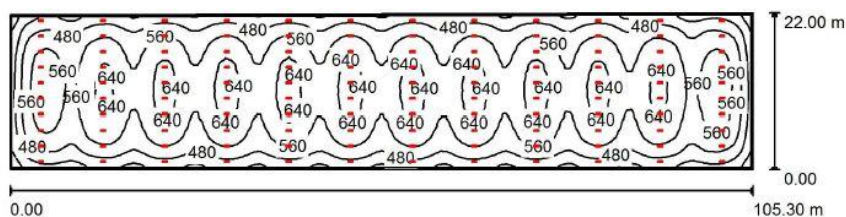
Luettelo valaisimista

Numero	Kappale	Tunnus (Korjaustekijä)	Φ (Valaisin) [lm]	Φ (Lamput) [lm]	P [W]
1	63	PHILIPS BY471P 1xLED250S/840 WB GC (1.000)	25000	25000	234.0
Yhteensä:			1575000	Yhteensä: 1575000	14742.0

Ominainen verkkoon kytketty kuorma: $6.41 \text{ W/m}^2 = 1.29 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Pohjapinta-ala: 2300.95 m^2)

KUVA 18. Valaistuskalkelma Philipsin tarjoamasta LED-valaisimesta

Easyled 60* Large / Yksisivuinen tulos



Tilan korkeus: 12.000 m, Asennuskorkeus: 11.000 m, Huoltokerroin: 0.80

Arvot (yksikkö) Lux, Mittakaava 1:753

Pinta	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Käyttötaso	/	550	284	669	0.516
Lattia	20	536	276	641	0.516
Katto	70	102	73	122	0.720
Seinät (4)	50	196	82	1066	

Käyttötaso:

Korkeus:	0.850 m
Rasteri:	128 x 128 Pisteet
Reuna-alue:	0.250 m

Luettelo valaisimista

Numero	Kappale	Tunnus (Korjaustekijä)	Φ (Valaisin) [lm]	Φ (Lamput) [lm]	P [W]
1	120	Easy LED PRO 700 Oslon 150 - 60deg (6000K CRI70 nominal) (1.000)	14136	14136	124.0
			Yhteensä: 1696320	Yhteensä: 1696320	14880.0

Ominainen verkkoon kytketty kuorma: $6.47 \text{ W/m}^2 = 1.18 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Pohjapinta-ala: 2300.95 m^2)

KUVA 19. Valaistuslaskelma Easy LED:n tarjoamasta LED-valaisimesta

5 YHTEENVETO

Tutkimuksen päätavoitteisiin päästiin melko hyvin. Työpaikkakeskusten osalta löydettiin uudistumahdollisuuksia, ja niistä laadittiin uudistusehdotus alustavine suunnitelmineen. Työpaikan turvallisuutta saadaan parannettua, mikäli näitä muutostöitä päätetään toteuttaa.

Sähköpiirustuksien tutkinta jäi työssä vähemmälle, sillä tutkittavasta 5-hallista ei käytännössä löytynyt valaistukseen tai työpaikkakeskuksiin liittyviä sähköpiirustuksia. Työn edetessä tultiin siihen tulokseen, että uusia kuvia ei tässä vaiheessa kannata ruveta tekemään, ennen kuin työssä ehdotettujen muutostöiden kohtalo on varmistunut.

Valaistuksen tutkimuksesta uusien LED-valaisimien osalta päädyttiin siihen, että valaistusta ei kannata lähteä vaihtamaan, koska valaisimien uusiminen tulisi liian kalliiksi ja valaisimista saatava hyöty jäisi häviävän pieneksi. Mikäli valaistukseen halutaan tehdä muutoksia, ne on järkevintä tehdä työpistevalaisimien vaihdolla tai valaistuksen liittämällä kiinteistönohjauslogiikkaan.

Yleisesti työssä läpi käydyt asiat on pyritty tekemään niin, että samaa tutkimus- ja tarkastustyötä voisi tätä opinnäytetyötä ja tuloksia apuna käyttäen jatkaa muissakin halleissa. Varsinkin työturvallisuuden kannalta olisi suotavaa suorittaa kuntokartoitus kiinteistön vanhempiin tiloihin ja korjata kaikki löydetty viat. Myös käytettävien sähkölaitteiden ikä ja kunto olisi hyvä tarkastaa.

LÄHTEET

1. Avainluvut. Valmet Oy. WWW-dokumentti.
http://www.valmet.com/fi/tietoa_valmetista_suomi.nsf/WebWID/WTB-131120-2257B-5CE2C?OpenDocument&mid=83AF39FBB91B0364C2257C2F002DFB66
Päivitetty 19.2.2014. Luettu 19.2.2014.
2. Liiketoiminnat. Valmet Oy. WWW-dokumentti.
http://www.valmet.com/fi/tietoa_valmetista_suomi.nsf/WebWID/WTB-131120-2257B-C4F10?OpenDocument&mid=907A0039EB01664EC2257C2F002DFB63
Päivitetty 19.2.2014. Luettu 19.2.2014.
3. Historia. Valmet Oy. WWW-dokumentti.
http://www.valmet.com/fi/tietoa_valmetista_suomi.nsf/WebWID/WTB-131120-2257B-DBA13?OpenDocument&mid=9222B3F45DD6CF23C2257C2F002DFB68
Päivitetty 19.2.2014. Luettu 19.2.2014.
4. Valmet lyhyesti. Valmet Oy. WWW-dokumentti
http://www.valmet.com/fi/tietoa_valmetista_suomi.nsf/WebWID/WTB-131120-2257B-9F700?OpenDocument&mid=314BB50DC32C4D5DC2257C2F002DF3F9
Päivitetty 19.2.2014. Luettu 19.2.2014.
5. ST 51.04
Johdinvärit 230/400 V:n järjestelmissä 2008-05-15
6. Ahoranta Jukka 2013. Sähköasennustekniikka. Helsinki: Sanoma Pro.
7. IP-suojausluokitukset. Suomen erikoistekniikka. WWW-dokumentti.
<http://www.erikoistekniikka.fi/info/ip-suojausluokitukset/32/>
Päivitetty 12.2.2014. Luettu 12.2.2014.
8. Oikosulkuvirta. Ensto. WWW-dokumentti.
<http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/opintojaksot/0705016/1204792797383/1210598828380/1211200962452/1211200987813.html>
Päivitetty 12.2.2014. Luettu 12.2.2014.
9. Oikosulkuvirran laskenta. Ensto. WWW-dokumentti.
<http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/opintojaksot/0705016/1204792797383/1210598828380/1211200962452/1211200997922.html>
Päivitetty 12.2.2014. Luettu 12.2.2014.
10. SFS 6000. Suomen standartoimisliitto 2012.
11. D1 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. Sähköinfo Oy 2012.

12. Sulakkeet ja johdosuojakatkaisijat. Ensto. WWW-dokumentti.
<http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/opintojaksot/0705016/1204792797383/1210594480264/1210594509783/1210594789763.html>
Päivitetty 12.2.2014. Luettu 12.2.2014.

Matti Soanjärvi

**Valimon 5-hallin
työpaikkakeskusten
muutostyön ehdotus
4.3.2014**

Nykytilanne

Tällähetkellä 5-hallissa on käytössä yhteensä 7 työpaikkakeskusta, joista 2 keskusta on 5-6 hallin seinustalla ja 5 keskusta 4-5 hallin seinustalla.

Muutosehdotus

Ehdotuksena on purkaa nykyiset vanhat työpaikkakeskukset kokonaan pois ja vaihtaa ne uusiin vikavirtasuojattuihin työpaikkakeskuksiin samalla vaihdettaisiin syöttö 6-hallin keskukseen, jotta saataisiin nollaamaton syöttö uusille keskuksille. 6-hallin sähkötilan keskuksilla on valmius kahteen 3x125A lähtöön.

Uusien työpaikkakeskusten tyypiksi ehdotan ABB:n **T40K4V**, tällöin syöttönä voidaan käyttää PEX tai EPR eristeinen alumiinikaapelia esim. **AMCMK 4X70/21**. Näillä varusteilla saataisiin tuo 3x125A lähtö ketjutettua 7 :lle keskukselle, olettaen että kaikki keskukset eivät ole jatkuvasti tukevasti kuormitettuna. 7 keskusta riittäisi käytännössä 5-6 hallien väliselle seinustalle, jolloin AXMAN-mobilen takana oleviin tukipalkkeihin tulisi kaikkiin keskukset, sekä yksi keskus vanhan muovikeskuksen (JK 153) vierelle.

Vastaavasti 4-5 hallien väliselle seinustalle syöttökaapelille tulee sen verran lisää pituutta, että on käytettävä **AMCMK 4x95/29** kaapelia, jotta oikosulkuvirta ei kauimmaisella keskuksella laske liian pieneksi.

Työpaikkakeskuksien tarkastuslista

Ulkoinen kunto

- Onko keskuksen kotelointiin vaikuttavia kolhuja. Ovi sulkeutuu oikein ja keskuksen tiiveys IP-luokan mukainen.
- Keskuksen tiivisteet ovissa ja tulpat kaapelien läpivienneissä kunnossa ja paikoillaan.
- Kaapin sisällä olevat kalusteet ulkoisesti kunnossa. Pöly pysynyt ulkona (tarvittaessa imurointi).
- Pistokkeiden ulkoinen kunto. Onko kulunut liikaa, lämpö sulattanut, tai läpät rikkoontuneet (korjaus tarpeen mukaan).

Vikavirtasuojakytkin

- Keskuksen vikavirtasuojakytkimen toiminnan testaus testipainikkeella (2 kertaa vuodessa).

Tähän voisi ajatella jonkinlaista tarra/lappu –systeemiä keskukselle, josta ilmenee viimeisimmän tarkastuksen päiväys ja tarvittaessa testaajan nimi.