



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Tommi Helenius

UL 508A standardin pääkohtia automaatiokeskusvalmistajan näkökulmasta

VAMK
Tekniikka
2024

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Tommi Helenius
Opinnäytetyön nimi	UL 508A standardin pääkohtia automaatiokeskusvalmistajan näkökulmasta
Vuosi	2024
Kieli	suomi
Sivumäärä	27
Ohjaaja	Petteri Valtonen

Opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä UL 508A standardiin. Työn tarkoituksena oli valita standardista keskeiset ja tärkeät pääkohdat, jotka hyödyttäisivät työn toimeksiantajaa. Toimeksiantajana oli Esys Oy.

Opinnäytetyön materiaalina käytettiin pääasiassa englanninkielistä UL 508A standardin kolmatta versiota, sekä Pohjois-Amerikkalaista teollisuuskoneita koskevaa turvallisuusstandardia NFPA 79.

Yhdysvaltain markkinoille toimitettavat ohjauskeskukset on suunniteltava ja rakennettava siten, että ne noudattavat UL 508A standardin vaatimuksia. Nämä vaatimukset eroavat muiden maiden vastaavista vaatimuksista, minkä vuoksi niistä on hyödyllistä tunnistaa tiettyjä pääkohtia.

ABSTRACT

Author	Tommi Helenius
Title	Highlights of the UL 508A standard from the point of view of the automation center manufacturer
Year	2024
Language	Finnish
Pages	27
Name of Supervisor	Petteri Valtonen

The aim of the thesis was to become familiar with the UL 508A standard. The purpose of the work was to select central and important points from the standard that would benefit the client. The client was Esys Oy.

The material of the thesis was mainly the third version of the English-language UL 508A standard and the North American safety standard NFPA 79 for industrial machines.

Control centers supplied to the US market must be designed and built in such a way that they comply with the requirements of the UL 508A standard. These requirements differ from similar requirements in other countries, which is why it is useful to identify certain main points.

Keywords UL 508A, UL-standards, electrical engineering

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	6
2	ESYS.....	7
3	UL-STANTARDIN HISTORIAA.....	8
4	UL-STANDARDEIHIN LIITTYVÄT KESKEISET KÄSITTEET	9
	4.1 UL-listattu.....	9
	4.2 UL-tunnustettu.....	10
5	UL508A STANDARDI	11
	5.1 Standardi yleisesti	11
6	JOHDINVÄRIT JA MERKINNÄT	12
	6.1 Johtojen väriyty.....	12
	6.1.1 Maadoitusjohtimet	12
	6.1.2 Ohjauspiirin johtimet	12
	6.1.3 Pääpiirin johtimet.....	13
	6.2 Tyyppikilpi ja muut merkinnät	13
7	MAADOITUS.....	14
8	KESKUKSEN RAKENNE.....	16
	8.1 TYPE kotelointiluokka	16
	8.2 TYPE luokat eriteltyinä	17
	8.3 Jäähdytys ja ilmanvaihto.....	19
	8.4 Kotelon huoltovalaistus	20
9	PÄÄPIIRI	21
	9.1 Syöttöpiiri.....	21
	9.2 Haaroituspiiri.....	22
10	OHJAUSPIIRI.....	24
11	YHTEENVETO JA POHDINTA	26

LÄHTEET	27
---------------	----

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on perehtyä UL 508A standardin keskeisiin ja tärkeisiin pääkohtiin, jotka hyödyttäisivät työn toimeksiantajaa. Opinnäytetyön tilaajana toimi hollolalainen automaatioalan yritys Esys Oy.

Yhdysvaltain markkinoille toimitettavat ohjauskeskukset on suunniteltava ja rakennettava siten, että ne noudattavat UL 508A standardin vaatimuksia. Kyseinen standardi päivittyy jatkuvasti, ja tässä työssä on käytetty sen kolmatta versiota, joka on julkaistu huhtikuussa 2018.

Kyseisen materiaalin laajuuden takia opinnäytetyössä keskityttiin standardin keskeisiin osiin, eikä mitään aihealuetta tutkita yksityiskohtaisesti.

2 ESYS

Opinnäytetyön tilaajana toimii teollisuusautomaatioalan yritys Esys Oy. Yritys on perustettu vuonna 2003, ja on alusta lähtien sijainnut Salpakankaan teollisuusalueella Hollolassa. Perustettaessa yrityksen nimi oli alkuun Electrosys Oy, mutta nimi vaihtui nykyiseen muotoon jo muutaman vuoden toiminnan jälkeen. Opinnäytetyön kirjoittamishetkellä vuonna 2024 yrityksessä työskentelee noin 60 työntekijää, joista noin puolet ovat sähkö- ja automaatio suunnittelijoita ja puolet asentajia. (Esys Oy, 2024)

Yrityksen perustamisen aikaan työntekijöitä oli noin kymmenen, joista kaikki olivat toimineet ennen Lahtelaisessa Elmont Oy -nimisessä yrityksessä. Siihen kuului niin suunnittelijoita kuin asentajia, keiden ansiosta yrityksen toiminta saatiin kehittymään nopeasti. Alkuvuosina Esys Oy:n liikevaihto oli joitakin miljoonia vuodessa, mutta se kasvoi nopeasti yrityksen kasvaessa. (Esys Oy, 2024)

Yrityksen omistajuus on jaettu Raute Oy:n ja osan Esys Oy:n avainhenkilöiden kesken. Raute Oy:n osuus yrityksestä on noin 20 prosenttia ja loput 80 prosenttia kuuluu Esys Oy:n henkilöille. Malli on todettu toimivaksi, ja sen vuoksi se pyritään säilyttämään ennallaan myös tulevaisuudessa. (Esys Oy, 2024)

Esys Oy tuottaa projektinsa alusta loppuun asti itsenäisesti. Suunnitteluosastolla työskentelee useita sähkö- sekä automaatio suunnittelijoita. Yrityksellä on myös oma keskusvalmistusosasto, jossa asentajat kokoavat ja testaavat valmiit sähkökeskukset ja kotelot ennen asiakkaalle toimitusta. Keskuksia tehdään monessa eri kokoluokassa, ja ne ovat pääasiassa Esys Oy:n itse suunnitteleimia, mutta yritys valmistaa myös asiakkaiden suunnitteleimia projekteja. Esys Oy:llä on myös oma asentajaryhmä, joka tarvittaessa asentaa ja rakentaa prosessit asiakkaan tiloihin. Esys Oy:n periaatteena on suunnitella projektinsa aina täysin asiakkaan vaatimusten ja tarpeiden mukaan sekä toimia yhteistyössä asiakkaan kanssa projektin alusta loppuun asti. (Esys Oy, 2024)

3 UL-STANTARDIN HISTORIAA

UL Enterprise on kansainvälinen turvallisuustieteeseen keskittyvä yritys. Se on perustettu vuonna 1894 ja sen nykyinen pääkonttori sijaitsee Northbrookissa, Illinoisin osavaltiossa USA:ssa. Yritys tunnettiin aiemmin nimellä Underwriters Laboratories, mutta se vaihtui nykyiseen muotoonsa vuonna 2022. Nykyään se on jaettu kolmeen eri organisaatioon, joiden nimet ovat UL Solutions, UL Stantards & Engagement ja UL Research Institutes. (UL Enterprise, 2024)

Yritys syntyi, kun sen perustaja William Henry Merrill koki työssään sähkö tarkastajana olevan tarpeellista suorittaa erinäisiä turvallisuustestejä rakennusmateriaaleille sekä sähkökomponenteille. Pian tämän jälkeen UL alkoi kehittämään useita eri turvallisuusstandardeja, jotka 1900-luvun aikana laajenivat kattamaan esimerkiksi monia kuluttajille suunnattuja elektronisia laitteita. (UL Enterprise, 2024)

Nykyään UL on yksi monista OSHA (Occupational Safety and Health Administration) -säätelystä valtuuttamista turvatestaajista, joiden tehtävänä on valvoa Pohjois-Amerikkaan sekä Kanadaan toimitettavien laitteiden turvallisuusvaatimusten täyttymistä. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että kun tuotteen valmistaja luo uuden tuotteen edellä mainittujen alueiden markkinoille, sen tulee läpäistä tarvittavat UL testit. (UL Enterprise, 2024)

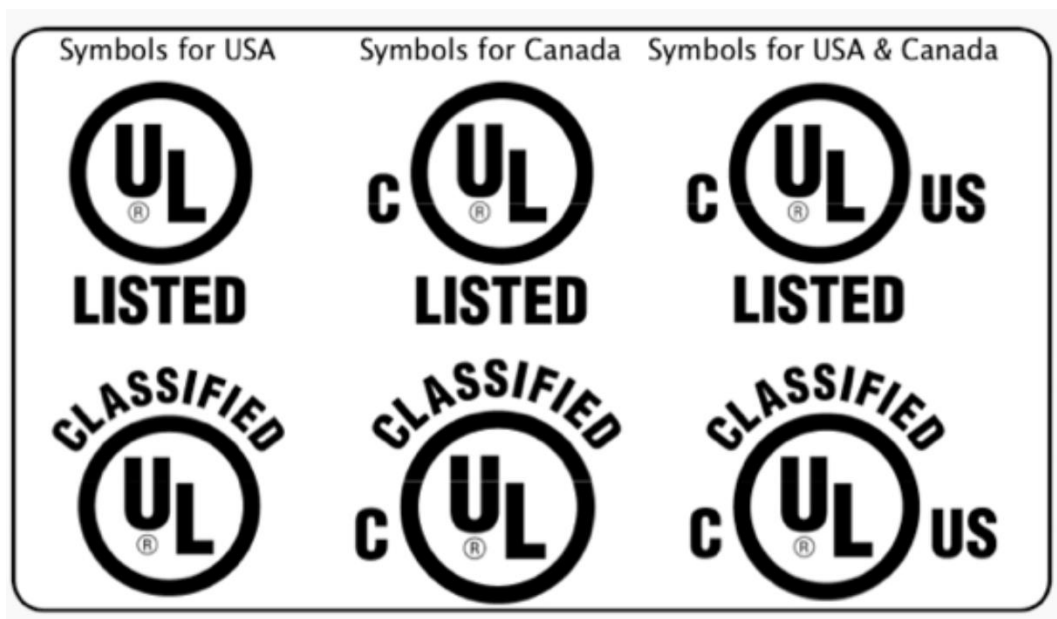
UL Enterprise työllistää tällä hetkellä kaiken kaikkiaan yli 14 000 työntekijää, ja se toimii 40 eri maassa (UL Enterprise, 2024). Vuonna 2023 UL Solutions organisaation yhdeksän kuukauden liikevaihto oli 1,99 miljardia dollaria (Reuters, 2024).

4 UL-STANDARDEIHIN LIITTYVÄT KESKEISET KÄSITTEET

UL-hyväksyntä voidaan jakaa periaatteessa kahteen eri käsitteeseen, UL-listattuun sekä UL-tunnustettuun.

4.1 UL-listattu

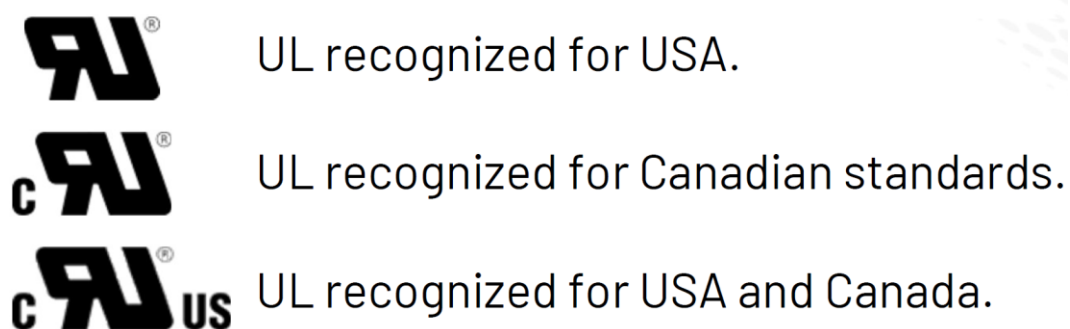
UL-listattu hyväksyntä annetaan tuotteelle, joita voidaan pitää itsenäisinä tuotteina. Tämän kaltainen tuote voisi olla esimerkiksi ulkoinen virtalähde tai muuntaja. UL-listattu hyväksynnän saamiseksi vaaditaan tuotteelle suoritettavaksi enemmän testejä, ja se onkin yleensä vaikeampi saada kuin UL-tunnustettu hyväksyntä. Tuotteen on toimittava kuten sen on luvattu, ja siinä ei saa olla ollenkaan riskiä sähköiskulle eikä aiheuttaa tulipaloa sarjan 2 ympäristössä. Siihen kuuluvat kaikkia alueet, jotka sisältävät mitä tahansa muita syttyviä aineita. (Eagle Justrite Safety Group, 2024)



Kuva 1. UL-listatut symbolit (mukailten UL Solutions, 2024a).

4.2 UL-tunnustettu

UL-tunnustettu hyväksyntä voidaan antaa yksittäisille komponenteille tai vastavasti kokonaisuuksille, jotka ovat osa isompaa järjestelmää. Tällaisia voisi olla esimerkiksi sisäinen virtalähde tai piirilevy. UL-tunnustettu hyväksynnän saaminen on usein helpompaa kuin UL-listatun hyväksynnän saaminen.



Kuva 2. UL-tunnistetut symbolit (mukaillen UL Solutions, 2024b).

5 UL508A STANDARDI

5.1 Standardi yleisesti

UL508A standardi käsittää vaatimukset yleisille teollisuuden ohjauspaneelille sekä keskuksille, joiden käyttöjännite on 1000 voltia tai alle. ANSI/NFPA 70, eli Pohjois-Amerikkalainen kansainvälinen sähkölainsäädäntö määrittää, että laitteen asennuspaikka on oltava niin sanotusti ”tavallinen paikka”, missä ympäristön lämpötila ei saa ylittää 40°C. (UL508A, 2021, s. 11)

Standardin mukaan laitteen täytyy sisältää vähintään kaksi tai useampi pääpiiriin tai ohjauspiiriin kuuluva komponentti. Näitä ovat päävirtapiirin puolella esimerkiksi moottoriohjaimet, ylikuormitusreleet, johdonsuojat. Ohjauspiirissä näihin kuuluvat esimerkiksi painonapit, ajastimet tai ohjausreleet. Näiden komponenttien täytyy olla asennettuna tai sijaita kotelossa, tai alakotelossa. (UL508A, 2021, s. 11)

UL508A standardin piiriin eivät kuulu ohjattavat laitteet, kuten moottorit, lämmittimet, tai muutkaan kuormat, jotka ovat kytketty pääpiiriin. Ellei ohjauspaneelin piirikaaviossa ole erikseen mainittu, ei kyseinen standardi sisällä myöskään ohjauspaneeliin ulkoisesti kytkettäviä laitteita. (UL508A, 2021, s. 12)

6 JOHDINVÄRIT JA MERKINNÄT

6.1 Johtojen värit

Pois lukien maadoitusjohtimen värit, UL508A standardi ei määrittele muille keskuksissa ja ohjauspaneelissa käytettäville johtimille pakollisia värejä. On kuitenkin hyvin yleistä, että käytetään NFPA 79 standardissa esitettyjä johdinvärejä.

6.1.1 Maadoitusjohtimet

Eristetyt maadoitusjohtimet täytyvät olla joko väriltään kokonaan vihreitä, tai sitten sisältää yhden tai useamman keltaisen raidan. Vihreä täytyy kuitenkin olla johtimen vallitseva väri. Mikään muu johdin ei saa väritykseltään sekoittua maadoitettuun johtimeen. (UL508A, 2021, s. 29)

6.1.2 Ohjauspiirin johtimet

Ellei esimerkiksi keskuksen tai ohjauspaneelin piirikaavioissa ole erikseen mainittu, käytetään yleisesti ohjauspiirin johtimissa seuraavia värejä:

Musta: Syöttöjännitteinen ohjauspiirin johdin

Punainen: Ohjauspiirin vaihtovirta johdin, joka toimii syöttöjännitettä alemmalla jännitteellä

Sininen: Ohjauspiirin tasavirta johdin

Keltainen tai oranssi: Ohjauspiirin johdin, joka pysyy jännitteisenä pääkytkimen ollessa pois päältä

Valkoinen tai harmaa: Vaihtovirtapiirin nollajohdin, joka on riippumaton jännitteestä

Valkoinen johdin sinisellä raidalla: Tasavirtapiirin maadoitus

Valkoinen johdin keltaisella tai oranssilla raidalla: Vaihtovirtapiirin nollajohdin, joka pysyy kytkettynä myös pääkytkimen ollessa pois päältä. (Eaton, 2024).

6.1.3 Pääpiirin johtimet

Ellei erikseen ole mainittu, käytetään yleisesti pääpiirin johtimissa seuraavia värejä:

Musta: Jännitteestä riippumaton vaihejohdin

Valkoinen tai harmaa: Jännitteestä riippumaton maadoitettu vaihtovirta johdin (NFPA 79, 2024, s. 45).

6.2 Tyypikilpi ja muut merkinnät

UL508A standardin mukaan tyypikilpi täytyy sijaita näkyvällä paikalla keskuksen tai ohjauspaneelin ulkopuolella, ja siitä täytyy löytyä seuraavat asiat:

- Valmistajan nimi
- Tieto valmistuspaikasta, tapauksessa, jossa valmistajalla on tuotantoa monessa eri paikassa
- TYPE-luokitus, eli kotelointiluokka
- Suurimman syöttölaitteen virta-arvo
- Oikosulkuvirta arvo
- Jokaisen syöttölähteen täydellinen sähköluokitus, eli tiedot
 - o jännitteestä,
 - o taajuudesta
 - o nimellisvirrasta (UL508A, 2021, ss. 89, 93).

7 MAADOITUS

UL508A standardin mukaan kaikki ei virtaa kuljettavat paljaat metalliosat, tai osat, jotka ovat saavutettavissa normaalin käytön, huollon tai säädön aikana, on maadoitettava. Lisäksi myös sellaiset johtimet, jotka voivat vikatilanteen tai eristevaurion vuoksi sähköistyä, täytyy maadoittaa. (UL508A, 2021, s. 26)

Maadoituksessa käytettävien tarvikkeiden tarvitsee olla UL 467 standardin määrityksen mukaisia, sekä maadoitusjohtimien poikkipinta-ala täytyy noudattaa UL508A standardin taulukon 13.1 määräyksiä, jotka on esitelty kuvassa 3 (UL508A, 2021, s. 26).

Table 15.1
Size of equipment grounding conductor terminal

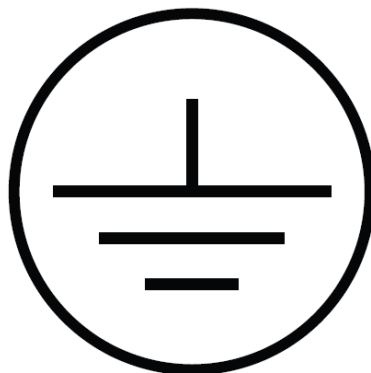
Maximum ampere rating of overcurrent protection for field wiring conductors supplying panel, see 15.1	Size of equipment grounding or bonding conductor, minimum			
	Copper		Aluminum	
	AWG or kcmil	(mm ²)	AWG or kcmil	(mm ²)
15	14	(2.1)	12	(3.3)
20	12	(3.3)	10	(5.3)
30	10	(5.3)	8	(8.4)
40	10	(5.3)	8	(8.4)
60	10	(5.3)	8	(8.4)
100	8	(8.4)	6	(13.3)
200	6	(13.3)	4	(21.2)
300	4	(21.2)	2	(33.6)
400	3	(26.7)	1	(42.4)
500	2	(33.6)	1/0	(53.5)
600	1	(42.4)	2/0	(67.4)
800	1/0	(53.5)	3/0	(85.0)
1000	2/0	(67.4)	4/0	(107.2)
1200	3/0	(85.0)	250 kcmil	(127)
1600	4/0	(107.2)	350	(177)
2000	250 kcmil	(127)	400	(203)
2500	350	(177)	600	(304)
3000	400	(203)	600	(304)
4000	500	(253)	800	(405)
5000	700	(355)	1200	(608)
6000	800	(506)	1200	(608)

Kuva 3. UL508A standardissa määritetyt maadoitusjohtimien koot (UL508A, 2021, s. 27).

Kenttälaitteiden maadoitusterminaalit täytyvät olla merkitty yhdellä seuraavista tavoista:

- vihreällä, ei helposti poistettavalla liittimellä, jonka kiristys on ruuvilla tai mutterilla
- sanoilla "Ground" tai "Grounding"
- kirjaimilla "G", "GR", "GRD", "GND" tai "GRND"
- IEC standardoidulla maadoitussymbolilla, joka on esitelty kuvassa 4 (UL508A, 2021, s. 98).

Figure 54.1
Grounding symbol (IEC Publication 417, Symbol 5019)



Kuva 4. IEC standardoitu maadoitus symboli (UL508A, 2021, s. 99).

8 KESKUKSEN RAKENNE

Teollisuudessa käytettävän ohjauspaneelin tulee UL508A standardin mukaan täyttää rakenteensa osalta tietyt vaatimukset. Niiden on oltava rakennettu niin, että on noudatettu National Electrical Codessa, ANSI/NFPA 70 käyttöä ja asennusta koskevia sääntöjä. Sen lisäksi materiaalit ja komponentit ovat oltava määritetty sopiviksi kyseiseen sovellukseen. (UL508A, 2021, s. 20)

Muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta kaikki rauta- sekä metalliosat, mukaan lukien jouset sekä muut mekaaniset osat, on suojattava korroosiolta. Tähän voidaan käyttää esimerkiksi sinkitystä, maalausta tai muuta vastaavaa keinoa. Kuitenkin on tiettyjä osia, joita ei niiden toiminnan takia voida suojata edellä mainituilla tavoilla, ja näin ollen vaatimus ei näihin päde. Näitä ovat esimerkiksi:

Laakerit, lämpöelementit, saranat, akselin tai vastaavan osan liukupinnat

Pienet rauta- tai teräsosat, kuten aluslevyt, ruuvit, pultit tai vastaavat osat, silloin kun osat eivät ole tarkoitukseltaan virtaa johtavia

Jos osaa käytetään kannattelemaan eristämätöntä virtaa johtavaa komponenttia tai osaa

Silloin kun osa on materiaaliltaan ruostumatonta terästä. (UL508A, 2021, ss. 20–21)

8.1 TYPE kotelointiluokka

IP- eli Ingress Protection -luokitus on IEC-alueella käytetty kotelointistandardi, jonka avulla määritetään sähkölaitteiden koteloinnin tai tiivisteiden kyky suojata laitetta kiinteitä aineita ja nesteitä vastaan. IP-luokitus ei kuitenkaan päde Pohjois-Amerikassa, vaan siellä käytettävillä koteloilla täytyy olla NEMA:n määrittämä TYPE-luokitus. Vaikka kotelolla olisi korkein mahdollinen IP-luokitus, jos sille ei ole

määritetty TYPE-luokitusta, katsotaan sen olevan siinä tapauksessa alhaisin mahdollinen. Kotelon asennuspaikka ja ympäristö määrittää TYPE-luokkavaatimuksen. (Linak, 2024).

8.2 TYPE luokat eriteltyinä

Type 1: kotelot, joita on tarkoitus käyttää sisätiloissa. Estää kosketuksen vaarallisiin sisäisiin osiin, sekä antaa osittaisen suojan sisälle putoaville esineille, kuten esimerkiksi lialle. Vastaava IP-luokitus Euroopassa on 20.

Type 2: samat ominaisuudet kuin Type 1 luokan kotelolla, mutta lisäksi antaa osittaisen suojauksen myös tippuvalle vedelle sekä kevyelle roiskeelle. Vastaava IP-luokitus Euroopassa on 22.

Type 3: kotelot, joita voidaan käyttää niin sisä- kuin ulkotiloissa. Samat ominaisuudet kuin edellisillä kotelointiluokilla, mutta lisäksi suojaa myös tuulen puhaltamalla lialta, sekä lumelta ja rännältä. Kestää myös jään muodostumisen kotelon ulkopuolelle. Vastaava IP-luokitus Euroopassa on 55.

Type 3S: sama kuin Type 3, mutta lisäksi ulkoiset mekanismit toimivat myös, kun kotelo on jään peittämä. Vastaava IP-luokitus Euroopassa on 55.

Type 3X: samat ominaisuudet kuin Type 3S luokan kotelolla, mutta omaa myös paremman suojan korroosiota vastaan. Vastaava IP-luokitus Euroopassa on 55.

Type 4: samat ominaisuudet kuin Type 3 luokituksen kotelolla, mutta kestää myös ulkoisesti suoraan kohdistetun vesisuihkun. Vastaava IP-luokitus Euroopassa on 66.

Type 4X: samat ominaisuudet kuin Type 4 luokan kotelolla, mutta omaa myös paremman suojan korroosiota vastaan. Vastaava IP-luokitus Euroopassa on 66.

Type 5: samat ominaisuudet kuin Type 4 luokan kotelolla, mutta suojaa paremmin ulkoisilta hienojakoisilta esineiltä, kuten kuiduilta ja nukalta. Vastaava IP-luokitus Euroopassa on 52.

Type 6: samat ominaisuudet kuin aiemmilla kotelointiluokilla, mutta kestää hetkellisen upottamisen veteen tiettyyn syvyyteen asti. Vastaava IP-luokitus Euroopassa on 67.

Type 6P: samat ominaisuudet kuin Type 6 luokan kotelolla, mutta kestää pidempi aikaisen upottamisen veteen, tiettyyn syvyyteen asti. Vastaava IP-luokitus Euroopassa on 68.

Type 12: sisätiloihin asennettava kotelo, joka estää kosketuksen vaarallisiin sisäisiin osiin, sekä antaa astetta paremman suojan ulkoisille hienojakoiselle kiinteille esineille. Antaa osittaisen suojauksen myös tippuvalle vedelle sekä kevyelle roiskeelle. Vastaava IP-luokitus Euroopassa on 54.

Type 13: samat ominaisuudet kuin Type 12 luokan kotelolla, mutta suojaa myös öljyltä ja ei syövyttäviltä jäähdytysnesteiltä. Vastaava IP-luokitus Euroopassa on 54 (Thermaledge, 2024)

Kotelointiluokkien ominaisuudet ovat kootusti esitettynä kuvassa 5.

Provides a Degree of Protection Against the Following Conditions	Type of Enclosure									
	1*	2*	4	4X	5	6	6P	12	12K	13
Access to hazardous parts	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ingress of solid foreign objects (falling dirt)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ingress of water (Dripping and light splashing)	...	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ingress of solid foreign objects (Circulating dust, lint, fibers, and flyings **)	X	X	...	X	X	X	X	X
Ingress of solid foreign objects (Settling airborne dust, lint, fibers, and flyings **)	X	X	X	X	X	X	X	X
Ingress of water (Hosedown and splashing water)	X	X	...	X	X	...	...	...
Oil and coolant seepage	X	X	X
Oil or coolant spraying and splashing	X
Corrosive agents	X	...	...	X	...	...	...
Ingress of water (Occasional temporary submersion)	X	X	...	...	...
Ingress of water (Occasional prolonged submersion)	X	...	...	...

* These enclosures may be ventilated.

** These fibers and flyings are nonhazardous materials and are not considered Class III type ignitable fibers or combustible flyings. For Class III type ignitable fibers or combustible flyings see the National Electrical Code, Article 500.

Kuva 5. Kotelointiluokkien ominaisuudet kootusti (Thermaledge, 2024).

8.3 Jäähdytys ja ilmanvaihto

Koteloon asennettavan tuulettimen tai puhaltimen on täytettävä UL 507, UL 1004-1 sekä UL 508 standardeissa asetetut vaatimukset. Jokainen tuuletin tai puhallin täytyy suojata ainakin yhdelle seuraavista vaihtoehdoista:

- Standardin UL 1004-3 mukaisella lämpösuojalla
- Standardin UL 1004-4 mukaisella impedanssisuojalla
- Standardin UL 508A luvussa 34 määritettyjen moottorin ylikuormitussuojien mukaan. (UL508A, 2021, s. 38)

Jos kotelo sisältää tehonmuuntajia, virtalähteitä, ohjelmoitavia logiikoita tai muita tietotekniikkalaitteita, täytyy tuuletusaukkojen päälle asentaa ilmansuodattimet. Tätä ei kuitenkaan vaadita poikkeustilanteessa, jossa tuulettimia ei ole asennettu kotelon kiinteäksi osaksi. (UL508A, 2021, s. 39)

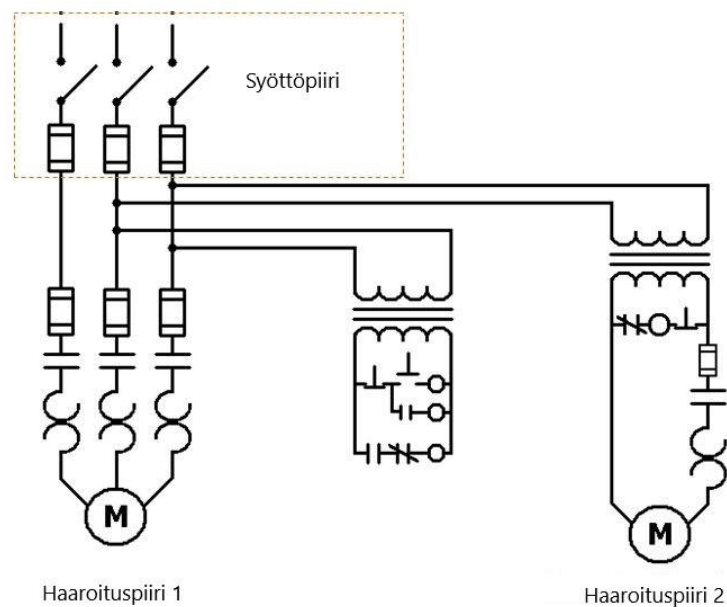
8.4 Kotelon huoltovalaistus

Käytettäessä hehkulamppua kotelon huoltovalaisimena täytyy noudattaa UL 496 standardissa määritettyjä vaatimuksia, kun taas loisteputkivalaisimien vaatimukset on määritetty UL 1598 standardissa. (UL508A, 2021, s. 40)

Valaistukseen käytetyn virtapiirin jännite ei saa ylittää jännitteeltään 150 volttia ja lampunpitimen runko on liitettävä osaksi maadoitusta. (UL508A, 2021, s. 40)

9 PÄÄPIIRI

UL 508A standardissa pääpiiri jaetaan kahteen erilliseen osaan, jotka ovat syöttöpiiri sekä haaroituspiiri. Kuvassa 6 on esiteltyä havainnekuva pääpiirien rakenteesta. Syöttöpiiriin kuuluvat kaikki komponentit ennen ensimmäistä ylivirtasuojalaitetta. Näitä ovat edellä mainitun lisäksi yleensä pääkytkin sekä syöttöliitin. Haaroituspiiriin taas kuuluvat kaikki komponentit ensimmäisestä ylivirtasuojasta kuormaan saakka. Kaikki pääpiirin komponentit täytyvät olla UL-hyväksytyjä. (InfoPLC, 2024)



Kuva 6. Havainnekuva pääpiirin rakenteesta (mukaillen InfoPLC, 2024).

9.1 Syöttöpiiri

UL 508A standardissa on määritetty tiettyjä vaatimuksia sulakkeellisen pääkytkimen mitoitukselle, riippuen kuorman laadusta. Jos kuormana on vain yksi moottori, kytkimen virta-arvo täytyy olla vähintään 115 % moottorin täydestä kuormasta. Jos kuormana on useampia moottoreita, tai lisäksi jotain muita kuormia,

täytyy kytkimen virta-arvo olla 115 % kaikkien kuormien virtojen summasta. (UL508A, 2021, s. 53)

Jos kuormana on jokin muu kuin moottori, täytyy virta-arvon olla vähintään 100 % kuorman tai kuormien nimellisvirrasta täydellä kuormalla käytettäessä sulakkeetonta pääkytkintä. Jos taas kytkimenä toimii sulakkeellinen kytkin, täyskuormitusvirta saa olla enintään 80 % kytkimen nimellisarvosta. (UL508A, 2021, s. 53)

Jokainen syöttöpiiri on pystyttävä erottamaan kuormasta, pois lukien UL 508A standardin kohdassa 60.1 määritetyissä erikoistilanteissa. Tapauksissa, jossa keskuksessa on useampia pääkytkimiä, täytyy ne ryhmittää yhteen sijaintiin ja jokainen kytkin tulee merkitä asiaankuuluvalla tavalla, jotta on selvää minkä osan piiristä kyseinen kytkin erottaa. Poikkeuksena kuitenkin edelliseen kohtaan on tilanne, jossa jokaiseen kytkimeen on merkattu muiden kytkimien sijainti, sekä erotettava piiri. (UL508A, 2021, s. 54)

Jos pääkytkimen kahva on malliltaan pystysuunnassa toimiva, täytyy tässä tapauksessa "ON" asento olla kahvan yläasennossa. Kytkimen tila täytyy olla nähtävissä ulospäin, ja sen tila täytyy olla lukittavissa sekä "ON" että "OFF" asentoon. Maksimikorkeus, johon kytkimen kahva voidaan asentaa, on 201 cm lattian tasosta. (UL508A, 2021, s. 54)

9.2 Haaroituspiiri

Riippuen kuormitettavasta komponentista, on haaroituspiirin etukojeen määrittämiseen eri vaatimuksia, riippuen siitä onko kuormana moottori, valonlähde, lämmitin tai jokin muu yleislaite. Jokainen haaroituspiiri täytyy suojata kuitenkin omalla suojalaitteella. (InfoPLC, 2024)

Jos kuormana toimii moottori käytetään yleisesti komponenttia moottorikäynnistintä, jolla saavutetaan samalla moottorin suojaus sekä sen käynnistys. Käynnistysratkaisuna voidaan tarpeen mukaan valita esimerkiksi suora, suunnanvaihto tai

tähtikolmio käynnistin. Näille jokaiselle on asetettu omia määrittämiä. (InfoPLC, 2024)

Jos kuormana on ”tavallisen” kokoluokan hehkulamppu tai loisteputkivalaisin, ei laitteiden virta-arvo saa ylittää 20 ampeeria, eikä kentällä käytetyn johdotuksen suurinta virta-arvoa. Jos kuormana on ”raskaampaan käyttöön” merkitty valaisin, on vastaava maksimi virta-arvo tässä tapauksessa 50 ampeeria. (UL508A, 2021, s. 61)

Jos kuormana on kiinteästi asennettu lämmityslaite, on haaroituspiirin suojalaitteen suurin virta-arvo 60 ampeeria, eikä virta saa ylittää kentällä käytetyn johdotuksen suurinta virta-arvoa. Jos kuormana on vastuksella lämpenevä vesivaraaja tai höyrykattila, voi suurin suojalaitteen virta-arvo olla max 150 ampeeria. (UL508A, 2021, s. 60)

10 OHJAUSPIIRI

UL 508A standardissa ohjauspiiri määritellään piirinä, joka ohjaa ohjainlaitteita, kuten esimerkiksi kontaktoria, ja se ei syötä tehokuormia kuten esimerkiksi moottoria. National Electric Code, eli NEC tunnistaa kolme erityyppistä ohjauspiiriä:

- Tyyppi 1: yleinen ohjauspiiri, jonka suurin jännite on 600 voltia. Kuitenkin tietyissä tapauksissa jännite sekä piirin teho on rajoitettu.
- Tyyppi 2: ohjauspiiri saa syöttönsä rajoitetusta lähteestä. Tämän takia sitä voidaan pitää paloturvallisena, sekä suora kosketus ei aiheuta vaaraa
- Tyyppi 3: ohjauspiiri, joka saa syöttönsä rajoitetusta lähteestä. Sitä voidaan pitää paloturvallisena, mutta suora kosketus piiriin ei ole turvallista. (InfoPLC, 2024)

Tyyppin 2 ja 3 virtalähteen jännite- ja virtarajoja ei tarkemmin määritellä NEC:issä, koska ne ovat erikseen määritelty virtalähteiden vastaavassa rakennus standardissa (InfoPLC, 2024)

UL 508A standardissa ohjauspiiri määritellään lähes samalla tavoin, mutta maksimijännitettä ei ole. Se voi saada virtansa suoraan syöttöpiiristä, mutta myös erillistä tehonlähdettä tai ohjausjännitemuuntajaa voidaan käyttää. Yleensä ohjauspiirin maksimivirta on rajoitettu 15 ampeeriin (UL508A, 2021, s. 13). Ohjauspiirin ylivirtasuojan valinta riippuu siitä, miten ohjauspiiriä syötetään. (UL508A, 2021, s. 78)

Ohjauspiirin sisällä voi olla myös ns. luokan 2 virtapiiri. Se pitää erottaa tavallisesta ohjauspiiristä muuntajalla tai omalla virtalähteellä, ja sen maksimijännite saa olla enintään 30 voltia. Luokan 2 virtapiirissä ei tarvitse välttämättä käyttää UL-hyväksytyjä komponentteja. Niiden täytyy kuitenkin olla hyväksytty käytettäväksi luokan 2 virtapiirissä. (UL508A, 2021, s. 82)

Toinen ohjauspiirin sisäinen piiri on LVLE-piiri, eli low voltage and limited energy piiri. Tämäkin piiri täytyy olla eristetty tavallisesta ohjauspiiristä joko omalla virtalähteellä tai muuntajalla. Sen maksimijännite saa olla 30 voltia vaihtojännitettä tai 60 voltia tasajännitettä. Piirin maksimivirta ei saa olla yli 5 ampeeria. (UL508A, 2021, s. 82)

UL 508A standardissa ei suoranaisesti ole määritetty pienintä sallittua sisäistä johdinpaksuutta, mutta edellä mainitusta NEC:stä on johdettu kuvassa 7 näkyvät viitearvot. (Eaton, 2024).

Ampacity of control circuit conductors – Reference to UL 508A table 38.1

Ampacity, Amperes	Conductor Size	
	AWG	mm ²
10	16	1.3
7	18	0.82
5	20 ²⁾	0.52
3	22 ²⁾	0.32
2	24 ²⁾	0.20
1	26 ²⁾	0.13
0.8	28 ¹⁾²⁾	0.08
0.5	30 ¹⁾²⁾	0.05

1) Where these conductors are contained in a jacketed multi-conductor cable assembly.

2) These sizes of conductors are only for connection of control circuits for electronics programmable input/output and static control (having no moving parts).

Kuva 7. Ohjauspiirin sisäisten johtimien paksuudet UL 508A mukaan (Eaton, 2024).

11 YHTEENVETO JA POHDINTA

Mielestäni opinnäytetyölle asetetut tavoitteet saavutettiin ja työtä pystytään tulevaisuudessa hyödyntämään toimeksiantajan projekteissa. UL 508A standardi ei ollut minulle entuudestaan tuttu, ja opinnäytetyön myötä pääsin perehtymään siihen laajasti. Koen että opinnäytetyö antoi minulle hyvän pohjan kyseiseen aiheeseen, ja voin hyödyntää sitä tarvittaessa tulevaisuudessa.

Aiheessa oli myös omat haasteensa. Niistä suurin oli luultavasti valita keskeisimmät ja omasta mielestäni tärkeimmät aihealueet UL 508A standardista. Materiaalin teksti on hyvin yksityiskohtaista, ja osa termeistä on haastavaa kääntää suomeksi. Tästä syystä kuitenkin englanninkielinen sähköalan sanastoni on työn myötä laajentunut.

Pidin aihetta mielenkiintoisena. Näkisin että tulen syventymään UL-standardeihin tarkemmin ja yksityiskohtaisemmin tulevaisuudessa.

LÄHTEET

Esys Oy. (2024). Yritys [viitattu 14.2.2024]. Saatavissa: <https://www.esys.fi/yritys/>

UL Enterprise. (2024). Historia [viitattu 15.2.2024]. Saatavissa: <https://www.ul.com/about/history>

Reuters. (2024). Safety testing group UL Solutions reveals revenue jump in US IPO filing. [Viitattu 15.2.2024]. Saatavissa: <https://www.reuters.com/business/safety-testing-group-ul-solutions-reveals-revenue-jump-us-ipo-filing-2023-11-13/>

UL Solutions. (2024a). UL-listatut symbolit [viitattu 17.2.2024]. Saatavissa: <https://marks.ul.com/about/ul-listing-and-classification-marks/>

UL Solutions. (2024b). UL-tunnistetut symbolit [viitattu 17.2.2024]. Saatavissa: <https://marks.ul.com/about/ul-listing-and-classification-marks/>

Eagle Justrite Safety Group. (2024). What Is UL Approved, OSHA, NFPA & FM. [Viitattu 5.3.2024]. Saatavissa: <https://eagle.justrite.com/safety-regulation>

UL508A. (2021). Industrial Control Panels, 3rd edition. [viitattu 10.3.2024]. Saatavissa: [https://www.shopulstandards.com/ProductDetail.aspx?productid=UL508A_3_B_20180424\(ULStandards2\)](https://www.shopulstandards.com/ProductDetail.aspx?productid=UL508A_3_B_20180424(ULStandards2))

NFPA 79. (2024). Electrical Standard for Industrial Machinery [13.3.2024]. Saatavissa: <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/nfpa-79-standard-development/79>

Linak. (2024). Mikä on IP-suojausluokka ja mitä se tarkoittaa? [viitattu 20.3.2024]. Saatavissa: <https://www.linak.fi/segmentit/techline/tech-trends/ip-suojaus/>

Thermaledge. (2024). NEMA enclosure types [viitattu 5.4.2024]. Saatavissa: <https://thermaledge.com/nema-enclosure-types-2/>

InfoPLC. (2024). INTRODUCTION TO NORTH AMERICAN STANDARDS [viitattu 11.4.2024]. Saatavissa: <https://www.infopl.net/files/documentacion/>

Eaton. (2024). UL 508A control panel design guide [viitattu 2.5.2024]. Saatavissa: <https://www.newark.com/wcsstore/ExtendedSitesCatalogAssetStore/cms/asset/pdf/americas/common/storefront/eaton/ControlPanelDesignGuide-Eaton.pdf?ICID=Eaton-Guide-SF>