



Pienjännitekeskukseen liittyvät sähköstandardit ja määräykset Yhdysvaltojen markkinoilla

Relevantit organisaatiot, lait ja standardit

Joel Änkö

OPINNÄYTETYÖ
Joulukuu 2024

Konetekniikka
Koneautomaatio

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Koneautomaatio

ÄNKÖ, JOEL:

Pienjännitekeskukseen liittyvät sähköstandardit ja määräykset Yhdysvaltojen markkinoilla: Relevantit organisaatiot, lait ja standardit

Opinnäytetyö 38 sivua, joista liitteitä 3 sivua
Joulukuu 2024

Opinnäytetyö laadittiin Metecno Oy:lle osana suurempaa projektia. Metecno Oy on Nokialla sijaitseva CNC-koneiden ja erikoisteollisuuskoneiden valmistaja. Projektin tarkoitus oli muuttaa MeteCNC-itsauskiekkosorvi Yhdysvaltojen standardien ja määräyksien mukaiseksi yhdysvaltalaisista asiakasta varten. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, mitkä ovat Yhdysvaltoihin vietävän pienjännitekeskuksen keskeiset standardit, säännökset ja lait. Työssä perehdyttiin myös keskeisiin pienjännitekeskukseen liittyviin sähkötekniikan organisaatioihin ja tarkastuskäytäntöihin.

Opinnäytetyö oli luonteeltaan toiminnallinen. Opinnäytetyön tuloksena oli selvitysdokumentaatio Yhdysvaltojen keskeisimmistä sähköturvallisuusorganisaatioista, lakipykäläistä, säännöksistä ja teollisuustarkastusprosessista. Samalla dokumentissa annettiin ohjeita hitsauskiekkosorvin sähkö tarkastusprosessiin. Toisena tuloksena oli Excel-dokumentti, johon kerättiin keskeisimmät kohdat NFPA 79 -standardista liittyen hitsauskiekkosorviin. Dokumentti tehtiin vertaamalla SFS-EN 60204 -ja NFPA 79 -standardeja ja niistä kerättiin laitteen muutosehdotus. Salassapitosopimuksen takia opinnäytetyössä ei voi esitellä projektin ratkaisuja, sähkökaavioita tai mitään muuta Metecno Oy:lle kuuluvaa materiaalia.

Jotta keskus saadaan hyväksytyä Yhdysvaltain markkinoille, sen tulee noudattaa laitteelle määriteltyjä sääntöjä sekä standardeja, ja se pitää olla tarkastettu vähintään toimivaltaisella viranomaisella. Osavaltioiden, yritysten ja ammattiliittojen omat käytännöt teollisuuslaitteen sähkö tarkastuksen suorittamiseksi aiheuttavat sen, että käytännöt ovat hyvin tapauskohtaisia. Siksi on tärkeätä selvittää projektin vaatimukset laitekohtaisesti, asiakaskohtaisesti ja osavaltiokohtaisesti. Tässä auttaa avoin keskusteluyhteys asiakkaaseen ja projektissa toimivaan toimivaltaiseen viranomaiseen.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical Engineering
Machine Automation

ÄNKÖ, JOEL:

Electrical Standards and Regulations Related to Industrial Control Panels in the United States Market: Relevant Organizations, Laws, and Standards

Bachelor's thesis 38 pages, appendices 3 pages
December 2024

This thesis was commissioned by Metecno Oy as part of a project. Metecno is a manufacturer of CNC machines and specialised in industrial machines. They reside in Tampere area in Finland. The project was to modify a welding disc lathe to comply with the United States regulations. The goal of this thesis was to inform the reader about the key regulations and laws for industrial control panels intended for export.

The result was a documentation that includes the key organizations and regulations in the United States. Another result was an excel document containing the key points from NFPA 79 machine standard including a machine modification proposal. The document was created by comparing SFS-EN 60204 and NFPA 79 standards.

For a machine to be approved for the United States market, it must comply with the codes and standards set for the equipment type. It also must be inspected by an inspector that qualifies as an authority having jurisdiction. The different practices of states and companies has led to the fact that the electrical inspections are highly case specific. It is important to clarify the project requirements on a device, customer, and state specific basis. Open communication with the customer will help in completion of the project.

Key words: industrial control panel, the united states of america, electrical code, nfpa

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	YHDYSVALLOISSA TOIMIVAT ORGANISAATIOT.....	9
	2.1 Liittovaltion organisaatiot.....	9
	2.2 Osavaltion organisaatiot.....	9
	2.3 Standardi- ja sähköturvallisuusorganisaatiot.....	10
3	LAKISÄÄTEISET JA OSAVALTIOKOHTAISET MÄÄRÄYKSET	12
	3.1 Turvallisuuslaki.....	12
	3.2 NFPA 70 -sähköasennussäännöt.....	13
4	PIENJÄNNITEKESKUKSEN STANDARDIT	15
	4.1 Keskeiset standardit.....	15
	4.2 NFPA-standardien keskeisimmät käsitteet.....	17
	4.2.1 Yhdysvalloissa käytetyt piiritermit	17
	4.2.2 AWG-johdinmittayksikkö.....	20
	4.2.3 NEMA-kotelointiluokat	22
5	LAITTEEN SERTIFIointi JA TESTAUS.....	24
	5.1 AHJ-tarkastus.....	24
	5.2 UL-sertifioidut komponentit	26
	5.3 Laitetarkastusvaihtoehtoja	28
	5.4 Vaarallisten koneiden ja materiaalien NRTL-tarkastus.....	30
6	POHDINTA	32
	LÄHTEET	33
	LIITTEET	36
	Liite 1. Yhdysvaltain keskeisimmät organisaatiot.....	36
	Liite 2. Tuotteet, jotka tulisi tarkistuttaa NRTL-laboratoriossa (Sivu 1)	37
	Liite 3. Tuotteet, jotka tulisi tarkistuttaa NRTL-laboratoriossa (Sivu 2)	38

LYHENTEET JA TERMIT

AHJ	(Authority Having Jurisdiction) Toimivaltainen viranomainen
ANSI	(American National Standards Institute) Yhdysvaltain standardi-instituutti
AWG	(American wire gauge) Yhdysvaltalainen mittayksikkö kuvaamaan kaapelien paksuutta
BCPD	(Branch circuit protection device) haarapiirin suojauskomponentti
Branch circuit	Keskuksen haarapiiri. Kuormaa syöttävää piiri.
CFR	(Codes of Federal Regulations) Yhdysvaltojen liittovaltion määräykset
Class 1 -piiri	Yhdysvalloissa käytettävä termi pienjännitekeskuksen korkeampijännitteiselle ohjauspiirille.
Class 2 -piiri	Yhdysvalloissa käytettävä termi pienjännitekeskuksen matalajännitteiselle ohjauspiirille.
Control circuit	Keskuksen ohjauspiiri. Välittää keskuksen toiminnallisia signaaleja.
DOL	(Department of labor) Yhdysvaltain työministeriö
Feeder circuit	Keskuksen sisäinen syöttöpiiri
IP	(International Protection Code) Kansainvälinen laitekoiteloiden tiiveysluokitus
NEC	(National Electric Code) Yleisesti käytetty nimitys NFPA 70 -sähköasennus säännölle.
NEMA	(National Electrical Manufacturers Association) Sähkökomponenttien valmistajien yhdistys
NFPA	(National Fire Protection Association) Yhdysvaltain paloturvallisuusjärjestö
NRTL	(Nationally Recognized Testing Laboratories) Kansallisesti tunnustettu koetestauslaboratorio
OSHA	(Occupational Safety and Health Administration) Yhdysvaltain työturvallisuus- ja työterveysviranomainen

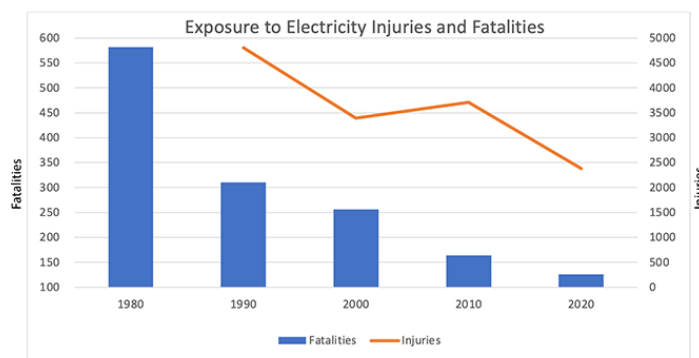
QR-koodi	(Quick Responce Code) Elektronisella laitteella luettava kuvakoodi
SDO	(Standards Developing Organizations) Standardeja luovat organisaatiot
SFS	(Suomen Standardisoimisliitto) Suomen standardisoinnin keskusjärjestö
UL	(Underwriters Laboratories) Saksalainen tuotteen testauslaboratorioyritys

1 JOHDANTO

Viimeisten vuosien aikana Yhdysvallat on noussut yhdeksi Suomen tärkeimmäksi kauppakumppaniksi. Suomen vienti Yhdysvaltoihin oli vuonna 2023 11,1% Suomen 76,2 miljardin euron kokonaisviennistä (Tulli 2024). Lähivuosien ennusteet lupaavat vain tasaista kasvua. Tärkeänä edellytyksenä teollisuuden laitteiden myynnille on Yhdysvaltojen standardien, määräyksien ja sääntöjen noudattaminen, erityisesti sähköturvallisuuteen liittyen.

Sähkö on yksinkertaisesti vaarallista ja väärin käsiteltynä se voi johtaa henkilövahinkoihin ja jopa kuolemaan. Tuotteiden sähköturvallisuutta saadaan edistettyä sähköstandardien ja säännöksiä avulla. Standardit antavat vahvan perustan sähkösuunnittelua, laitteen käyttöä ja asennusta varten. Sähköstandardeja luovan Yhdysvaltain paloturvallisuusjärjestön, ”National Fire Protection Associationin” (NFPA) vuonna 2023 tekemän tilaston perusteella kuolemaan johtaneiden sähkötyötapaturmien määrä on saatu laskemaan alle puoleen vuodesta 1990 (Coach 2023). Voimme nähdä tämän yksinkertaistettuna taulukossa 1.

TAULUKKO 1. NFPA:n tutkielma sähkötapaturmista neljän vuosikymmenen aikana (Coach 2023).



Sources: BLS and NIOSH

Opinnäytetyö on tehty Metecno Oy:lle osana suurempaa projektia. Projektin tavoitteena oli muuttaa MeteCNC-itsauskiekkosorvi Yhdysvaltojen standardien ja määräyksien mukaiseksi yhdysvaltalaista asiakasta varten. Kuviossa 1 näkyvän sorvin tehtävänä on siistiä kiekkohitsauksessa käytettäviä kuparikiekkosorvia.

malla niiden pinnat tasaisiksi. Tehtävänä oli tutkia hitsauskiekkosorviin integroidun pienjännitekeskuksen vaatimuksia, keskeisimpiä lakipykälä sekä organisaatioita ja kerätä tiedot sekä kehitysehdotukset dokumenttiin. Metecno Oy on Nokialla sijaitseva CNC-koneiden ja erikoisteollisuuskoneiden valmistaja.



KUVIO 1. Metecno-hitsauskiekkosorvi (Metecno n.d.).

Opinnäytetyöhön on kerätty keskeisimmät asiat, joita tulee vastaan pienjännitekeskuksen viemisessä Yhdysvaltain markkinoille. Kerätyt tiedot on tarkoitettu pienjännitekeskuksille, joiden toimintajännite on alle 1000 voltia. Tekstissä vastataan muun muassa seuraaviin kysymyksiin:

- Mitkä ovat keskeisimmät organisaatiot, jotka vaikuttavat Yhdysvalloissa pienjännitekeskuksen sähköturvallisuuteen ja mitkä ovat niiden tehtävät?
- Mitkä ovat pienjännitekeskuksen keskeiset standardit, määräykset ja säännöt Yhdysvalloissa?
- Miten tuotteet tulisi tarkastuttaa sähköturvallisuuden osalta ja kuka suorittaa tarkastuksen?

Salassapitosopimuksen takia opinnäytetyössä ei voi esitellä projektin ratkaisuja, sähkökaavioita tai mitään muuta Metecno OY:lle kuuluvaa omaisuutta.

2 YHDYSVALLOISSA TOIMIVAT ORGANISAATIOT

2.1 Liittovaltion organisaatiot

Yhdysvalloissa sähköturvallisuusevaluointi perustuu valtion asettamiin Yhdysvaltojen liittovaltion lakimääräyksiin ”Codes of Federal Regulations” (CFR) (Gerhard & Berger 2021, 30). Määräykset sisältävät työterveys- ja työturvallisuuslakeja. Lakeja määrittelevät Yhdysvaltain työministeriön ”Department of labor” (DOL) ja sen alaisuudessa olevat tahot (Gerhard & Berger 2021, 30). Lakimäärityksillä pyritään takaamaan jokaiselle työntekijälle tasa-arvoinen ja turvallinen työympäristö.

Tunnetuin DOL:n alaisuudessa oleva taho on Yhdysvaltain työturvallisuus- ja työterveyshallinto ”Occupational Safety and Health Administration” (OSHA). OSHA:n keskeisimpänä tehtävänä on sertifioida tuotteiden koetestauslaboratorioita ”Nationally Recognized Testing Laboratories” (NRTL) ja määrittää työturvallisuuslakeja (Gerhard & Berger 2021, 28).

Liitteessä 1 on Gerhardin & Bergerin (2021, 32) Siemensille luoma kaavio, johon on kiteytetty relevantit organisaatiot, lait ja standardit, joita tulisi ottaa huomioon pienjännitekeskuksen tuomisessa Yhdysvaltain markkinoille. Kaaviosta nähdään, kuinka Yhdysvaltain hallinto on jaettu kahtia. On liittovaltion hallinto ja liittovaltion viranomaiset. Liittovaltion viranomaisten tahot huolehtivat lakien luomisesta ja niiden ylläpitämisestä liittovaltiossa (About OSHA n.d.).

2.2 Osavaltion organisaatiot

Osavaltioiden toimivaltaiset viranomaiset, ”Authority Having Jurisdiction” (AHJ), ovat vastuussa lakien ja standardien seurannasta osavaltioiden sisällä. Yhdysvaltain paloturvallisuusjärjestön ”National Fire Protection Association” (NFPA) NFPA 70 -sähköturvallisuussääntö kiteyttää AHJ-käsitteen seuraavasti: ”AHJ on

organisaatio, toimisto tai henkilö, joka vastaa lain tai standardin vaatimusten noudattamisesta tai laitteiden, materiaalien, asennuksen tai menettelyn hyväksymisestä.” (NFPA 70 NEC 2023, 27.) Voidaan sanoa, että AHJ on yleinen käsite ryhmälle ammattilaisia, jotka ylläpitävät osavaltion työturvallisuutta. Toimivaltaisena viranomaisena voi toimia vain käsiteltävään kohteeseen asianmukaisen koulutuksen ja lakisääteisesti luvan saanut henkilö, kuten paloturvallisuusasioissa palopäällikkö, sähkö tarkastuksessa luvan saanut sähkö tarkastaja ja turvallisuusasioissa työmaapäällikkö (Gerhard & Berger 2021, 30). AHJ-käsitteen ymmärtäminen voi joskus tuntua hankalalta, koska jokainen osavaltio ja maa-alue on hoitanut tarkastusvaatimukset omalla tavallaan. Yleisesti AHJ:t toimivat suoraan paikallisten viranomaisten alaisuudessa (What is an AHJ 2021).

Tarkastusvaatimukset vaihtelevat eri osavaltioiden käytäntöjen ja yhtiön sisäisten vaatimuksien takia. Pienjännitekeskuksissa keskeisenä lakina on yleisesti työturvallisuuslaki CFR 1910 ja sähköturvallisuusstandardit, etenkin NFPA 70, jota yleisesti kutsutaan nimityksellä kansallinen sähkösäätö ”National Electric Code ” (NEC). Säännöistä on tullut yleinen vaatimus sähkölaitteiden asennuksen valvonnassa. (Gerhard & Berger 2021, 30.) On myös hyvä huomioida, että CFR 1910 työturvallisuuslaki vaatii tarkemman testauksen tietyille vaativille laitteille ja vaarallisille materiaaleille. AHJ ei suorita tätä testausta, vaan vaativien kohteiden koetustus ja sertifiointi on ulkoistettu NRTL-testilaboratorioyriyksille (Products Requiring NRTL n.d.). Laitteen ja vaativien kohteiden sertifiointista kerrotaan enemmän luvussa viisi.

2.3 Standardi- ja sähköturvallisuusorganisaatiot

Standardeja luovat eri ammattikuntien tahot ja turvallisuusorganisaatiot. Keskeisimpinä organisaatioina pienjännitekeskusten suunnittelussa voidaan nostaa paloturvallisuusjärjestö NFPA, sähkökomponenttien valmistajien yhdistys NEMA ja turvallisuusyrittäjä UL. Standardien levityksessä auttaa Yhdysvaltain standardi-instituutti ANSI.

”American National Standards Institute” (ANSI) eli Yhdysvaltain kansallinen standardi-instituutti on yksityinen, voittoa tavoittelematon organisaatio, joka koordinoi standardien sertifiointia (About Ansi n.d). Organisaatio ei itse luo standardeja vaan auttaa standardeja luovia organisaatioita (Standards Developing Organizations, SDO) hyväksymään, kehittämään ja levittämään standardeja Yhdysvalloissa. (Ansi’s roles n.d.) ANSI myy muiden organisaatioiden standardeja nettisivuillaan.

NFPA on kansainvälinen, voittoa tavoittelematon paloturvallisuusyhdistys. Organisaatio on erikoistunut muun muassa palo-, sähkö- ja vaarallisten materiaalien turvallisuuteen. Se on toiminut yli 125 vuotta ja heidän päätoimistonsa sijaitsee Quincyssä Massachusettsin osavaltiossa. Organisaatio luo standardeja ja kouluttaa työntekijöitä sähkö- ja paloturvallisuusasioissa. NFPA-organisaation standardiprosessi on ANSI-standardi-instituutin hyväksymä ja standardeja luodaan yli 250 teknisessä komiteassa. (NFPA About us a.d.)

”National Electrical Manufacturers Association” (NEMA) on kansainvälinen sähkökomponenttien valmistajien yhdistys, joka on yksi tunnetuimmista sähköalan ammattiorganisaatioista. Organisaatio aloitti toimintansa vuonna 1926, ja se on yksi tärkeimmistä sähkökomponenttistandardien laatijoista Yhdysvalloissa. (NEMA n.d.) Keskeisimpänä standardina pienjännitekeskuksille on NEMA-sähkökeskusten koteloinnin tiiveystyyppiluokitukset, joita voidaan verrata IP-luokitusjärjestelmään (International Protection Code).

Underwriters laboratories (UL) on yksi tunnetuimmista tuotteiden NRTL-koe-testauslaboratorioista. Organisaation keskeisimmät tehtävät ovat tuotteiden turvallisuuden testaaminen ja tuotteen sertifiointi. (Gerhard & Berger 2021, 26.) UL-yrityksellä on oma tuotesertifikaattimerkki, jota kunnioitetaan paljon Yhdysvaltain markkinoilla. Organisaatio on kehittänyt omia standardeja helpottamaan tuotteiden UL-sertifiointia.

3 LAKISÄÄTEISET JA OSAVALTIOKOHTAISET MÄÄRÄYKSET

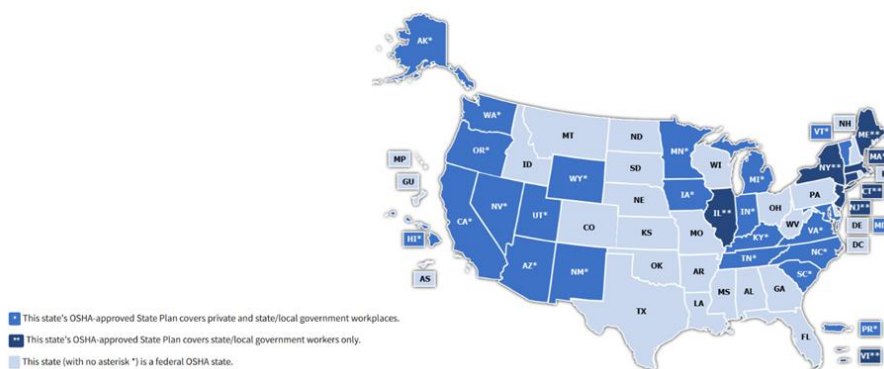
3.1 Turvallisuuslaki

Työturvallisuuslakisäädökset ovat työturvallisuusministeriön DOL:n laatimia vähimmäisvaatimuksia työturvallisuuden osalta. Ne ovat voimassa yleisesti yksityisellä sektorilla kussakin Yhdysvaltain viidessäkymmenessä osavaltiossa ja liittovaltion alaisuudessa olevissa maa-alueissa, kuten Puerto Ricossa, Yhdysvaltain Neitsytsaarilla, Amerikan Samoassa ja Guamissa. (State Plans FAQ n.d.)

On kuitenkin hyvä huomioida eri osavaltioiden ja ammattikuntien erot työturvallisuuslain käyttöönotossa. Osavaltioiden työturvallisuuslain käytännöt voidaan jakaa kahteen luokkaan:

- OSHA-liittovaltion työturvallisuuslain alaisuudessa olevat osavaltiot
- OSHA-hyväksytyt osavaltiokohtainen työturvallisuuslain alla olevat osavaltiot.

OSHA-osavaltiokohtainen hyväksytty työturvallisuuslaki (OSHA-approved State Plan) tarkoittaa, että osavaltioilla on joltain osin muuteltu, tarkempi tai kattavampi työturvallisuuslaki kuin mitä vähimmäisvaatimus vaatii. (State Plans n.d.) Yleisesti tämä tarkoittaa, että lakiin tehdään tarkennuksia tai lisäpykälää kattamaan osavaltion työturvallisuuden halutun tason. OSHA kannustaa osavaltioita määrittämään osavaltiokohtaiset työturvallisuuslait ja niiden osavaltioiden, joilla ei ole omaa työturvallisuusmääräystä, tulee noudattaa OSHA:n laatimaa liittovaltion perustasoa (State Plans n.d). Alla olevassa kuviossa 2 nähdään työturvallisuuslakien käyttöönoton eri osavaltioissa ja maa-alueilla.



KUVIO 2. Työturvallisuuslain käyttöönotto (State Plans n.d., muokattu).

Vaaleansinisellä värillä kuvataan maa-alueet, jotka ovat suoraan liittovaltion OSHA-lain alaisuudessa kaikilla sektoreilla. Sinisellä merkityillä alueilla on osavaltiokohtainen laki. Se tarkoittaa, että laki on voimassa yksityisellä sektorilla sekä osavaltion ja valtion työntekijöillä. Tummansinisellä värillä kuvatuilla alueilla osavaltiokohtainen hyväksytty laki on voimassa vain osavaltion ja valtion työntekijöille. Tämän alueen yksityinen sektori on suoraan OSHA:n liittovaltionlain alaisuudessa. Kuviosta on hyvä huomioida, että vuonna 2024 kahdellakymmenellä yhdeksällä alueella oli aluekohtaisia työturvallisuuslakeja.

Pienjännitekeskusten osalta keskeisenä turvallisuuslakina toimii CFR 1910 "Safety and Health standards", joka määrittelee myös sähkö- ja koneturvallisuutta. Luku S koskee sähköjärjestelmiä ja luku O mekaanisia järjestelmiä (eCFR 2024). Alakohtaiset standardit auttavat turvallisuuslakien noudattamisessa. Pienjännitekeskuksen suunnittelun keskeiset asiat avataan NFPA:n, UL:n ja muiden organisaatioiden laatimissa sähköturvallisuusstandardeissa. (Gerhard & Berger 2021, 22.)

3.2 NFPA 70 -sähköasennussäännöt

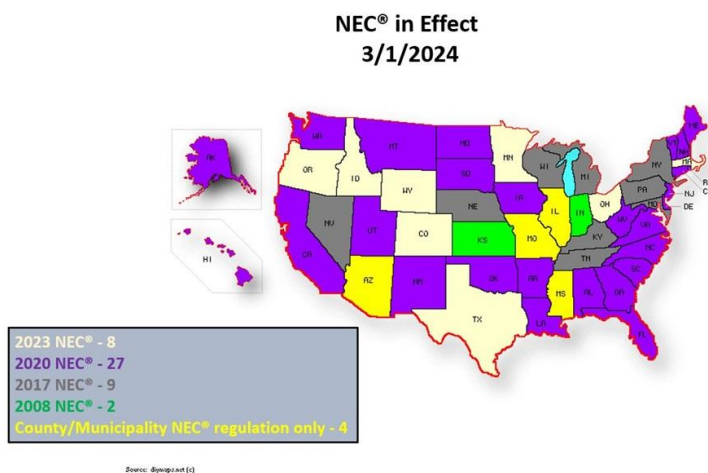
Yhdysvaltain liittovaltiossa voidaan jakaa sähkötekniiset ohjeet sääntöihin (codes) ja standardeihin. Säännöt ovat käsittelevää asiaa koskevia vähimmäisvaatimuksia tai suosituksia. Ne ovat pakollisia vain niissä osavaltioissa, jotka ovat ottaneet ne osaksi lakiaan. Standardit eivät ole yleisesti määrättyjä, paitsi jos ne ovat erikseen mainittuja osavaltion käyttöönottimassa säännöissä. (Introduction to Standards 2024.)

Oleellisimpana sääntönä on NFPA 70 eli laiteasennussäännöt, jota kutsutaan yleisesti nimellä NEC. Säännön tehtävänä on suojata ihmisiä muun muassa sähköiskuilta ja vaarallisilta ylijännitteiltä asettamalla määräyksiä laitteen suojaukselle ja tarkistuttamalla kone AHJ:llä. Säännöissä vaaditaan, että jokainen laite, lisälaitte, kone ja johdin tulisi olla tarkastettu asennusta varten. (Gerhard & Berger 2021, 22.)

Vaikka projektissa käytettäisiin NFPA 70-sarjan toista standardia, kuten NFPA 79:ää, tulee edelleen laitteisto asennuttaa ja suunnitella NEC:n mukaan (Gerhard & Berger 2021, 41). Sen noudattaminen on yleisesti pakollista osavaltiokohtaisesti, eli toisin sanoen NEC-säännön noudattamista valvotaan osavaltion lailla ja paikallisilla laeilla eikä Yhdysvaltain liittovaltion lailla (Electric safety foundation n.d.). Tarkastuksen suorittaa paikallinen asianmukainen AHJ. Tarkistuksesta kerrotaan lisää kappaleessa viisi.

Vaikka NEC on pakollinen, sen käytäntö vaihtelee edelleen paljon osavaltion mukaan. Säännöstä on hyvä huomioida yksi tärkeä asia. Vaikka säännöstä tulee uusi revisio, niin revisio tulee voimaan osavaltiossa vasta, kun se on hyväksytty osavaltion hallinnossa ja paikallisilla AHJ-valtuutetuilla (Gerhard & Berger 2021, 39). Tästä syystä osa osavaltioista saattaa käyttää useammankin vuoden vanhaa NEC-sääntöä. Säännöstä tulee uusi revisio joka kolmas vuosi (Electric safety foundation n.d.).

Kuvion 3 kartasta nähdään, että jotkin osavaltiot ovat olleet hitaita uusien revisioiden käyttöönotossa. Kahdeksan osavaltiota viidestäkymmenestä käyttää tämänhetkistä 2023 revisiota, kun taas toisella osavaltioilla on jokin vanha NEC-versio käytössä. Neljällä osavaltiolla, Arizonalla, Illinoisilla, Missouriilla ja Missisipillä, on oma säännöstä muunneltu sähköturvallisuuskäytäntö (NEC Enforcement 2024). On hyvä huomioida, että Yhdysvalloissa työturvallisuusvaatimukset kehittyvät koko ajan, joten määräykset tulisi tarkistaa vähintään muutaman vuoden välein.



KUVIO 3. NEC:n käyttöönotto Yhdysvalloissa vuonna 2024 (NEC Enforcement 2024).

4 PIENJÄNNITEKESKUKSEN STANDARDIT

4.1 Keskeiset standardit

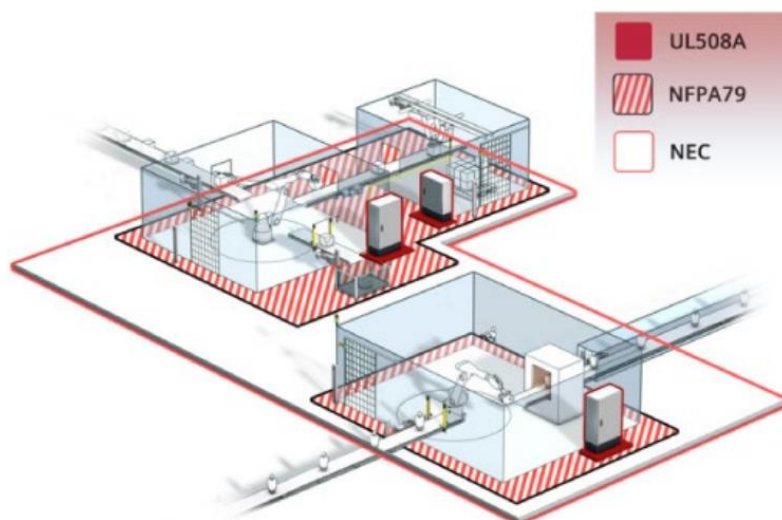
Yhdysvalloissa työturvallisuusvaatimukset kehittyvät koko ajan. Vuoden 2016 muutoksien myötä keskeisimmiksi standardeiksi pienjännitekeskuksille ovat muodostuneet NFPA 70, NFPA 79 ja UL 508A (Siemens n.d.). Näillä standardeilla pyritään parantamaan sähköturvallisuutta suunnittelu- ja asennusvaiheissa. Keskeisimmät standardit voidaan kiteyttää seuraavasti:

- NFPA 70 (NEC) on asennukseen painottuva sähköturvallisuusstandardi, joka on muodostunut yleisesti osavaltioiden säännöksi. Säännöstä löytyy sähköasennusohjeita koneista jopa kiinteistöjen asennukseen.
- NFPA 79 on teollisuuskoneiden sähköturvallisuusstandardi. Tämä standardi painottuu suunnitteluvaiheeseen. Standardia voidaan verrata Suomen standardikeskusliiton koneturvallisuusstandardiin SFS-EN 60204.
- UL 508A on UL-organisaation laatima sähkökeskuksen suunnitteluun painottuva standardi.

Nämä standardit on tarkoitettu pienjännitekeskuksia varten, joiden toimintajännite on alle tuhat voltia. NFPA 79 -standardi määrittelee pienjännitekeskuksen olevan kokonaisuus komponentteja, jonka tulisi sisältää vähintään yksi seuraavista piireistä:

- virtapiiri (power circuit), johon kuuluu muun muassa moottoriohjaimia ja piirin suojauslaitteita
- ohjauspiiri (control circuit) tai molempien kombinaatio. (NFPA 79 2024.)

Kuviossa 4 on kiteytetty hyvin standardien käyttötarkoitukset. Kuvio esittää teollisuushallia, jossa on useampi teollisuussolu. Kussakin solussa on oma pienjännitekeskus. Kukin standardin sovellusalue on kuvattu eri värillä.



KUVIO 4. Keskeisten standardien sovelluskohteet teollisuusympäristössä (Gerhard & Berger 2021, 40).

Kuviosta nähdään, että punaisella värillä merkitty UL508A painottuu vain sähkökeskukseen. Tässä standardissa ei oteta kantaa muuhun suunnitteluun, esimerkiksi solun sähkösuunnitteluun. NFPA 79 on kattavampi standardi UL-standardiin verrattuna. Se kattaa solun sekä sähkökeskuksen suunnittelun, muttei ota kantaa kiinteistön sähköihin.

NFPA 70 on kattavin mutta se painottuu pääasiassa asennukseen. Sääntö on myös vaikeampilukuinen muihin verrattuna, koska se kattaa asentamisen muun muassa taloista lamppuihin ja koneisiin. NEC koostuu kahdeksasta luvusta, joista neljä lukua käsittelee sähköturvallisuutta yleisellä tasolla. Perusluvut käsittelevät asioita kuten johdotusta, suojausta, johdotustapoja ja laitteiston yleisiä käytäntöjä (NFPA 70 NEC 2023).

Noudatettavat standardit vaihtelevat paljon osavaltion, projektin ja yrityksen mukaan. Olisi suositeltavaa sopia tarkasti etukäteen asiakkaan kanssa, mitä standardeja kyseisessä projektissa tulisi käyttää ja kuinka tuote tarkastetaan (Gerhard & Berger 2021, 40). Olisi myös hyvä tutustua osavaltion käytäntöihin ja ottaa tarvittaessa yhteyttä kyseisen osavaltion OSHA-työturvallisuusvirastoon tai paikalliseen AHJ-vastaavaan.

4.2 NFPA-standardien keskeisimmät käsitteet

Yhdysvaltojen insinööristandardeihin perehdyttäessä on hyvä muistaa, että monet peruskäsitteet saattavat erota eurooppalaisesta yleiskäsityksestä: esimerkiksi monet alat käyttävät yhdysvaltalaisia mittayksiköitä kuten imperiaalista mittajärjestelmää tai muunneltuja "US Customary" -yksiköitä (Kelechava 2018). Näitä yksiköitä ovat esimerkiksi tuuma ja jalka pituuden laskemiseen ja Fahrenheit lämpötilan ilmaisemiseen. Samoin standardeissa ja säädöksissä on paljon käsitteitä, joita ei käytetä Suomessa tai Euroopassa.

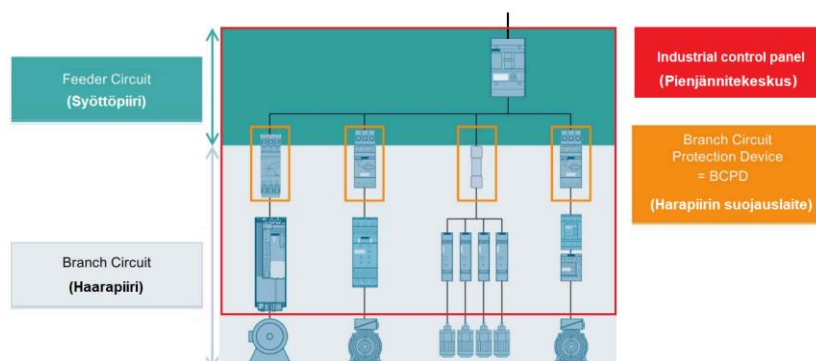
Seuraavissa alaluvuissa esitellään tyypillisimmät käsitteet, jotka voivat tulla vastaan yhdysvaltalaisia sähköstandardeja lukiessa. Useammalle näistä käsitteistä on eurooppalainen vastine. Niihin verrataan tekstissä tarpeen mukaan.

4.2.1 Yhdysvalloissa käytetyt piiritermit

Yhdysvalloissa käytetään eri nimityksiä pienjännitekeskuksen sisäisille sähköpiireille. Standardeissa esiintyvät yleisimmät piiritermit ovat "Feeder circuit" eli kotelon sisäinen syöttöpiiri, "Branch circuit" eli haarapiiri ja "Control circuit" eli ohjauspiiri. Kotelon sisäisen syöttöpiirin tehtävä on syöttää virtaa muille piireille. Syöttöpiiriksi luokitellaan kaikki johtimet ja komponentit ennen kuormaa syöttävän haarapiirin suojalaitetta "Branch circuit protection device" (BCPD) (Gerhard & Berger 2021, 100). Kuviossa 5 haarapiirin suojalaite on merkitty oranssilla, syöttöpiiri on merkitty vihreällä värillä ja punainen reunus kuvaa keskuksen sisäisiä komponentteja. Esimerkissä nähdään sen kattavan syötön johtimet, virtakiskon ja syötönerotuslaitteen. Syöttöpiirissä voi myös olla sulake suojaamassa piiriä ylivirralla.

Haarapiirillä tarkoitetaan yleisesti kuormaa syöttävää piiriä. Haarapiiriksi luokitellaan yleisesti haarapiirisuojauskomponentin jälkeiset johtimet ja komponentit kuorma mukaan lukien (Gerhard & Berger 2021, 109). Kuviossa 5 haarapiiri on kuvattu harmaalla alueella. Haarapiirin suojauskomponentin tehtävänä on suojata piiriä ylivirralla, oikosuluilta ja maavioilta. Komponenttina voi toimia muun

muassa moottoriohjain, jossa on sisäiset suojaukset, tai sulake (Gerhard & Berger 2021, 418).



KUVIO 5. Pienjännitekeskuksen syöttö- ja haarapiirin selvennyskuvio (Gerhard & Berger 2021, 55, muokattu).

Ohjauspiirin päätarkoitus on siirtää keskuksen sisäisiä signaaleja ja hoitaa laitteen pääasiallista toimintaprosessia muun muassa antureiden, ohjauslaitteiden ja käyttöliittymien avulla. Yleisesti nämä piirit ovat galvaanisesti erotettuja pääpiiristä ja matalavirtaisia. Yleinen ohjauspiirin virransuositus pienjännitekeskuksille Yhdysvalloissa on alle 15 ampeeria, mutta sitä ei ole rajoitettu erikseen säännöksissä (Gerhard & Berger 2021, 175).

NFPA 79 -standardissa ohjauspiiri luokitellaan "Class 1" ja "Class2" -piiriin. Class 1 -piiriä voisi yleisesti kutsua korkeamman jännitteen ohjauspiiriksi. NFPA 79 -standardin mukaan piirin jännite saa olla enimmillään 120 voltia vaihtojännitettä tai 250 voltia tasajännitettä (Gerhard & Berger 2021, 176). Yleisesti ohjauspiirin tehtävä ei ole johtaa virtaa komponenteille, mutta seuraavat komponentit tulisi olla syötetty ohjauspiiriltä:

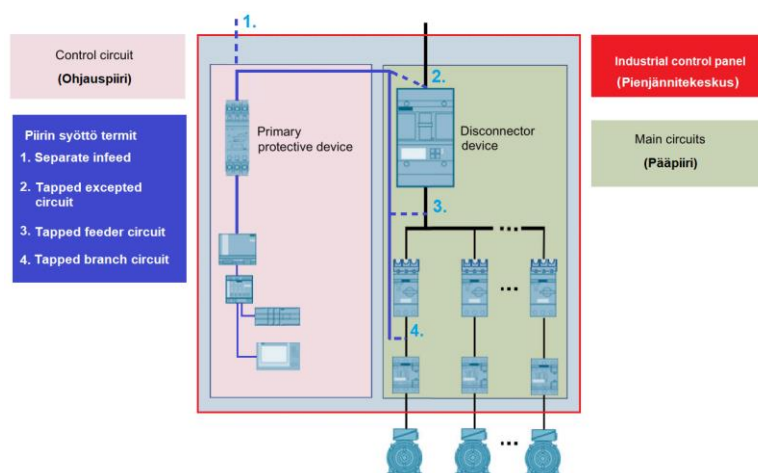
- huoltovalot, joihin saa johtaa enintään 120 voltia
- LED-valot
- pistorasiat huoltoon varten, kuten tietokoneen syöttämiseen
- kotelontuulettimet tai lämmittimet.

UL 508A -standardissa luokitellaan ohjauspiirin olevan kuorman puolella oikosulkusuojauskomponentista tai kuorman puolella muuntajasta. (Gerhard & Berger 2021, 176.)

Class 2 -piiriä voisi kutsua yleisesti matalajännitteiseksi piiriksi. Piirin jännite on rajoitettu alle 30 voltin tehollisarvoon. Toinen rajoite piirille on, että sen tulisi johdtaa vain class 2 -luokitellulla virtalähteellä tai muuntajalla kuorman puolella. (Gerhard & Berger 2021, 177). Piirin matalan jännitteen ja suojatun virtalähteensä takia se luokitellaan paloturvalliseksi piiriksi. Class 2 -piirin yhtenä etuna on, että piirissä on yleisesti lupa käyttää ei UL-listattuja komponentteja. (Gerhard & Berger 2021, 177.) AHJ yleisesti hyväksyy kaikki class 2 piirin komponentit, paitsi jos koneella on erikoisvaatimuksia.

Yhdysvalloissa käytetään eri termejä piirin syöttötavasta. Gerhardin & Bergerin (2021, 180–183) oppaassa annetaan neljä UL 508A -standardin mukaista esimerkkiä ohjauspiirin syöttötavoista. ”Seperate infeed” eli ulkoinen syöttö, ”tapped exceceted circuit” ennen keskuksen katkaisulaitetta, ”tapped feeder circuit” keskuksen sisäisestä syöttöpiiristä ja ”tapped branch circuit” eli keskuksen haarapiiristä.

Englannin kielessä sanalla ”tapped” tarkoitetaan haaroitusta. Esimerkiksi ”Control circuit tapped from a branch circuit” tarkoittaa, että ohjauspiiri saa syöttövirransa haarapiirin haaroituksesta kuten kuviossa 6 sinisellä numeroidussa kohdassa neljä. Näitä termejä voi soveltaa myös muissa piireissä. Esimerkiksi, jos haarapiiristä johdetaan erillinen haarapiiri, sitä kutsutaan nimellä ”Branch circuit tapped from a branch circuit”.



KUVIO 6. Esimerkki pienjännitepiirin ohjauspiiristä. Numerot yhdestä neljään kuvaavat ohjauspiirin virransyöttötapoja (Gerhard & Berger 2021, 180-183, muokattu).

4.2.2 AWG-johdinmittayksikkö

Sähkösuunnittelussa oikean johtimen valitseminen on hyvin tärkeää. Vaikka johtimina käytetään materiaaleja, jotka johtavat hyvin virtaa, kuten kuparia ja alumiinia, jokainen johdin silti vastustaa jonkin verran sähkövirrankulkua (Fluke n.d.). Tätä vastustusta kutsutaan johtimen resistanssiksi. Virran kulkiessa johtimessa resistanssi aiheuttaa häviötehoa, joka muuttuu lämmöksi. Johtimen kokonaisresistanssiin vaikuttavat johtimen pituus, halkaisijan pinta-ala ja ympäristön lämpötila (Lehmusvuori & Mahboul 2007, 22).

Johtimien mitoituksessa on hyvä huomioida, että johtimen resistanssi on käänteisesti verrannollinen sen halkaisijan pinta-alaan (Lehmusvuori & Mahboul 2007, 18). Eli valitsemalla suuremman kaapelin voimme siirtää enemmän virtaa johtimessa. Liian pienen johtimen valitseminen voi johtaa kaapelin ylikuumentumiseen, eristeen sulamiseen ja lopulta oikosulkuun.

Euroopassa käytetään neliömillimetriä kuvaamaan johtimen kokoa, mutta Yhdysvalloissa on oma mittayksikkö kaapelin mitoitukseseen. AWG eli ”American wire gauge” on Yhdysvalloissa käytettävä johtimen kokoa kuvaava mittayksikkö, joka otettiin käyttöön jo vuonna 1857 (Wright 2021). Puhekielessä AWG:tä voidaan joskus kutsua nimillä ”Brown & Sharpe wire gauge” tai yleisesti ”gauge of the wire”.

AWG kuvaa halkaisijaltaan ympyrän muotoisen kiinteän johtimen kokonaishalkaisijaa (Wärtsilä n.d). Mitoitukseseen ei lasketa johtimen ympärillä olevaa eristettä. Monisäikeisten johtimien halkaisijan kuvaamiseen käytetään myös AWG-mittayksikköä. Monisäikeisille johtimille AWG kuvaa jokaisen säikeen poikkileikkauksien summaa (Wright 2021).

AWG-mittayksikkö on eurooppalaiseen ajattelutapaan nurinkurinen. Mitä suurempi on johtimen AWG, sitä ohuemmasta johtimesta on kysymys (Wright 2021). Esimerkiksi 10 AWG:n johdin on 5,2 neliömillimetriä, kun taas 20 AWG on 0,52 neliömillimetriä. Halkaisijaltaan suuremmista kuin yhden AWG:n johtimista käytetään termiä johtimen koko ja ”aught” (Eastman 2024). Esimerkiksi yhden

AWG:n jälkeen tulee yksi "aught" ja sen jälkeen kaksi "aught". Nämä merkitään numeerisesti vaakaviivan avulla kuten 1/0 ja 2/0 (Eastman 2024). Monijohteisten kaapelien AWG merkitään Yhdysvalloissa vinoviivan avulla (Eastman 2024). Ensimmäinen luku kuvaa kaapelien AWG-arvoa ja toinen luku johtimien kokonaismäärää. Esimerkiksi 14/2 tarkoittaa, että kaapelissa on kaksi johdinta, joiden molempien AWG on 14. Alla olevaan taulukkoon 2 on kerätty johtimien yleisimmät AWG-koot ja niiden eurooppalainen vastine.

TAULUKKO 2. Taulukossa on yleisimmät Yhdysvaltain johtimet AWG-mitoissa ja niiden eurooppalainen neliömillimetrikoko. Oikealla on johtimien ylin sallittu kuormitettavuus eri johdineristyslämpötiloissa. (NFPA 79 2024, 42, muokattu)

Johtimen (AWG)	Johtimen (mm ²)	Johtimen kuormitettavuus (A)		
		Eristys 60°C (140°F)	Eristys 75°C (167°F)	Eristys 90°C (194°F)
30	0,050	—	0.5	0.5
28	0,080	—	0.8	0.8
26	0,128	—	1	1
24	0,205	2	2	2
22	0,324	3	3	3
20	0,519	5	5	5
18	0,823	7	7	14
16	1,310	10	10	18
14	2,080	15	20	25
12	3,310	20	25	30
10	5,260	30	35	40
8	8,340	40	50	55
6	13,30	55	65	75
4	21,20	70	85	95
3	26,70	85	100	115
2	33,60	95	115	130
1	42,40	110	130	145
1/0	53,40	125	150	170
2/0	67,40	145	175	195
3/0	85,00	165	200	225
4/0	107,20	195	230	260

NFPA 79 -standardi määrää johtimet mitoitettavaksi kuormitettavuuden sekä käyttötarkoituksen mukaan. Standardi kuvaa kuormitettavuutta seuraavasti: kuormitettavuus kuvaa suurinta määrää virtaa, jotka johdin voi johtaa jatkuvasti ylittämättä johtimen kestoämpötilaa (NFPA 79 2024, 11). Esimerkiksi piirin, joka johtaa syöttövirtaa yhdelle moottorille, johtimien kuormitettavuus tulisi määrittää vähintään 125 % moottorin kokonaisvirtakuormasta (NFPA 79 2024, 41). Johtimiin jätetään yleisesti vähän ylimääräistä kestovara virhetilanteiden varalta.

Taulukkoon 2 on kerätty johtimien sallittu ylin kuormitettavuus eri eristysluokille. Kuormitettavuuteen vaikuttaa johtimen materiaali, eristysmateriaali, ympäristön

lämpötila sekä johtimen asennustapa (Tiainen 2010, 43). Taulukon tiedot kuvaavat kuparijohdinta, jonka asennusympäristön lämpötila on 30 °C. Yleisesti johtimen kuormitettavuutta säädetään asentamalla halkaisijaltaan suurempi johdin, mutta tarvittaessa johtimen kuormitettavuutta voi säätää johtimen eristyksen laadulla muuttamatta johtimen halkaisijaa (NFPA 79 2024, 41). Taulukkoon 2 on merkitty eristysluokat 60, 75 ja 90 celsiusta.

4.2.3 NEMA-kotelointiluokat

Pienjännitekeskus on yleisesti suojattu sähkökoteloinnilla tai sähkökaapilla. Sähkökaapit on luokiteltu kosteuden- ja ympäristösietokykynsä mukaan. Yhdysvalloissa käytetään yleisesti omaa kotelointiluokitusta NEMA 250 ”Enclosure Types” -standardia (Polycase 2023). Standardin luokat vastaavat pitkälti Euroopassa käytettävää sähkölaitteiden tiiveyden IP-luokitusta.

Kuitenkin on hyvä huomioida, että koteloiden testausvaatimukset eroavat toisistaan. Esimerkiksi NEMA-luokitus painottuu enemmän ympäristön aiheuttamaan rasitukseen kuin IP-luokitus (NEMA FAQ Enclosures n.d.). Kotelot, jotka ovat vain IP-luokitellut, eivät ole suunniteltu NEMA 250 -tyyppiluokituksen vaatimuksille eikä niille voi yleisesti myöntää NEMA-luokitusta. (NFPA 79 2024, 91). Kotelo tarvitsee oman NEMA-testauksen. Onneksi monet sähkökoteloinnit on usein luokiteltu molemmille standardeille.

NEMA-luokitus jakaa kotelointiluokat kolmeentoista pääluokkaan suojauksen mukaan. Luokilla kolme, neljä, kuusi ja kaksitoista on omat rinnakkaisluokat, joita kuvataan aakkoskirjaimilla. Kullakin luokalla ja aliluokalla on omat ympäristön kestoluokituksensa. Luokat jaetaan yleisesti käyttötarkoituksensa mukaan ulko- ja sisäkäyttöön tarkoitettuihin koteloihin. Taulukkoon 3 on kerätty ulkokäyttöön tarkoitetut kotelot, kun taas taulukkoon 4 on kerätty kaikki sisäkäyttöön tarkoitetut kotelot. Taulukossa luokituksen alapuolella oleva ”X”-merkintä kertoo, mitkä suojaustyypit koteloluokalla on. Taulukosta nähdään, että koteloluokat neljä ja kuusi on yleisesti tarkoitettu sisä- ja ulkokäyttöön tarkoitetuille koteluille.

TAULUKKO 3. NEMA-kotelointiluokat ulkokäyttöön tarkoitettuihin koteloihin (NFPA 79 2024, 94, muokattu).

Ulkokäyttöön										
NEMA kotelointi luokitus										
Suojaustyyppi	3	3R	3S	3X	3RX	3SX	4	4X	6	6P
Satunnainen kosketus koteloituun laitteistoon	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Sade, lumi ja räntä	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Jäätyvä räntä			x			x				
Tuulen mukana kulkeva pöly	x		x	x		x	x	x	x	x
Vesisuihke							x	x	x	x
Syövyttävät aineet				x	x	x		x		x
Hetkellinen kastaminen									x	x
Pitkäaikainen kastaminen										x

TAULUKKO 4. NEMA-kotelointiluokat sisäkäyttöön tarkoitettuihin koteloihin (NFPA 79 2024, 94, muokattu).

Sisäkäyttöön										
NEMA kotelointi luokitus										
Suojaustyyppi	1	2	4	4X	5	6	6P	12	12K	13
Satunnainen kosketus koteloituun laitteistoon	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Tippuva lika	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Tippuvat nesteet ja kevyet roiskeet		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ilmassa kiertävä pöly ja hiukkaset			x	x		x	x	x	x	x
Laskeutuva pöly ja hiukkaset			x	x	x	x	x	x	x	x
Vesisuihke ja roiskuva vesi			x	x		x	x			
Öljy ja jäähdytysneste vuoto								x	x	x
Öljy tai jäähdytysneste roiskuminen ja läikkyminen										x
Syövyttävät aineet				x			x			
Hetkellinen kastaminen						x	x			
Pitkäaikainen kastaminen							x			

5 LAITTEEN SERTIFIINTI JA TESTAUS

5.1 AHJ-tarkastus

NEC vaatii, että jokainen kone tulisi tarkistuttaa vähintään AHJ:n toimesta. Tarkastus suoritetaan "Electrical Inspection Manual" -tarkastusdokumentin ja projekteille asetettujen standardien mukaisesti. (Gerhard & Berger 2021, 30.) Tarkastusdokumentti on pakollinen, ja se pohjautuu suurelta osin NEC-sähköturvallisuussääntöihin. Projektin alussa on tärkeää sopia tarkasti asiakkaan kanssa, mitä standardeja laitteen tulisi noudattaa (Gerhard & Berger 2021, 36). Joillakin laitteilla, esimerkiksi laboratorioon tarkoitetuilla, voi olla paljon suuremmat vaatimukset standardien osalta.

Tarkastus suoritetaan painottaen laitteen sähköturvallisuutta (Understanding industrial control panels 2017). AHJ ei yleisesti ota kantaa laitteen toimivuuteen. Tarkastajan pääasiallinen velvollisuus on vain tarkistaa, että laite on asennettu turvallisesti NEC-sähköturvallisuussääntöjen mukaisesti. AHJ myöntää testauksen läpäiselle keskukselle "Approved"-eli hyväksyty-merkinnän (Gerhard & Berger 2021, 45). Merkinnän saaminen antaa luvan laitteen käytölle. Luvussa 5.2 esitellään Gerhardin ja Bergerin (2021, 41–43) Siemensille antamat ehdotukset pienjännitekeskuksen tarkastusprosesseista.

Pienjännitekeskuksen tarkastuksen laajuuteen vaikuttaa paneelin asennustapa ja onko se esitarkastettu (Understanding industrial control panels 2017). Esimerkiksi suljettuihin koteloihin asennetuilla keskuksilla on vähemmän tarkastuskriteerejä kuin avoimilla keskuksilla. AHJ-tarkastuksen laajuuteen vaikuttaa paljon, onko laite jo esitarkastettu NRTL:llä ennen AHJ:lle saapumista. Jos laite on testattu, tarkastuksessa tarkistetaan vähintään

- laitteen kunto
- laitekilvessä annetut arvot kuten kuviossa 7 olevat esimerkit virran, syöttöjännitteen ja sulakkeiden tiedoista
- laitteen paikallinen asennus

- laitteen asennuspiirustuksien mukaisuus (Understanding industrial control panels 2017).

● AAA Machine Company, Anywhere, Germany ●	
Serial Number	12388-77
Full-load Amperes	350 Amperes
Largest Motor	200 Horsepower
Largest Heater Load	10 kW / 12.1 Amperes
Voltage, phase, freq.	480Y/277V 3 phase, 3w, 60 Hz
Max. short circuit current rating	50 kA rms symmetrical, 480V max.
Supply fuse (field provided)	Class RK5, 600 Vac / 400A
Enclosure Type rating	Type 4X
Diagramm Number	CM 12.1 thru CM 12.5
● Industrial Control Panel for Industrial Machinery ●	

KUVIO 7. Esimerkki pienjännitekeskuksen laitekilvestä UL 508A -standardin mukaan (Gerhard & Berger 2021, 306).

AHJ käsittelee ei-NRTL-testattua laitetta testaamattomana ja suorittaa kattavamman laitekohtaisen tarkastuksen NEC:n mukaan (Understanding industrial control panels 2017). Jos AHJ ei ole varma laitteen NEC-vastaavuudesta, hän saattaa pyytää kolmannen osapuolen tarkistuttamaan laitteen.

AHJ-tarkastusta voi helpottaa noudattamalla seuraavia yleisiä ohjeita. Ensiksi olisi hyvä pitää yhteyttä AHJ:hin projektin alusta saakka (What is an AHJ 2021). Esimerkiksi AHJ:n ja asiakkaan kanssa voi järjestää palaverin tai olla yhteydessä sähköpostin avulla. AHJ:lle voi esitellä projektin ja sitä kautta saada tarkennusta noudatettavista standardeista ja mahdollisia neuvoja projektin sujumiseen.

Toiseksi hyvä ajantasainen dokumentointi on tärkeää (What is an AHJ 2021). Hyvä ja selkeä dokumentointi helpottaa AHJ-prosessin läpikäyntiä. Kolmanneksi kannattaa pysyä ajan tasalla sääntöjen muutoksista (What is an AHJ 2021). Pidemmät projektit voivat venyä useamman vuoden mittaisiksi, minkä aikana sähköturvallisuuksäännöistä on voinut tulla uusi revisio käyttöön. NEC-revisiomuutoksista ja käyttöönotosta saa enemmän tietoa NFPA:n kotisivuilta.







Viimeiseksi olisi hyvä suosia UL-sertifioituja komponentteja. UL-sertifioituja tuotteita arvostetaan Yhdysvalloissa paljon, ja niiden käyttäminen voi edistää AHJ-hyväksynnän saantia. Nyrkkisääntönä voisi pitää, että mitä tärkeämpi turvallisuuskomponentti on, sitä tärkeämpää on sen UL-sertifiointi.

5.2 UL-sertifioidut komponentit

UL-sertifioidut tuotteet ovat "Underwriters Laboratories" -yrityksen tarkistettuja sertifioituja tuotteita. Tuotteet, joissa on UL-merkki, ovat läpäisseet UL NRTL-laboratorion testauksen tuotteeseen kohdistuvilla standardeilla. (Learn about UL marks n.d.) Merkillä tuotteen valmistaja pyrkii osoittamaan tuotteen turvallisuuden ja laadun asiakkaalle. UL-merkki ei ole yleisesti pakollinen tuotteissa, mutta sitä arvostetaan paljon Yhdysvaltain markkinoilla. Perinteisestä UL-merkistä on kahta yleisesti näkyvää mallia "UL listed" ja "UL recognized".

"UL listed", suomeksi UL-listattu, tarkoittaa, että komponentti tai laite kattaa kaikki laitetypille tarkoitetut UL-turvallisuusvaatimukset. Se on yleisin esiintyvistä merkeistä. (Gerhard & Berger 2021, 46.) Merkistä on kolme eri versiota sertifiointialueen mukaan. Taulukon 5 ylimmässä sarakkeessa on esitelty kaikki UL-listattu-merkinnät. Vasemmanpuoleisin merkki, jossa ei ole kirjaimia "C" tai "US" kummallakaan puolella tarkoittaa, että tuote on sertifioitu vain Yhdysvaltain markkinoille. Keskellä olevan merkin vasemmalla puolella oleva "C"-kirjain kertoo tuotteen olevan sertifioitu ainoastaan Kanadan markkinoille. Viimeinen merkki tarkoittaa, että tuote on sertifioitu Amerikassa ja Kanadassa.

TAULUKKO 5. Yleisimpien UL-merkintöjen taulukko (Gerhard & Berger 2021, 46, muokattu).

	Yhdysvalloissa	Kanadassa	Yhdysvalloissa ja kanadassa
UL listattu (UL listed)			
UL tunnistettu (UL Recognized)			

"UL recognized" -merkki, suomeksi UL-tunnistettu, on yleisesti tarkoitettu komponentille. UL-tunnistettut tuotteet on yleisesti tarkastettu osana laajempaa kokonaisuutta kuten konetta. (Gerhard & Berger 2021, 46.) Merkki tarkoittaa, että osaa ei ole testattu niin perusteellisesti kuin listattua osaa. Näillä komponenteilla voi olla rajoituksia käytettävyyden suhteen ja UL voi taata osan käytön vain testattuun käyttötarkoitukseen (Gerhard & Berger 2021, 46). Komponentin tuotetiedot

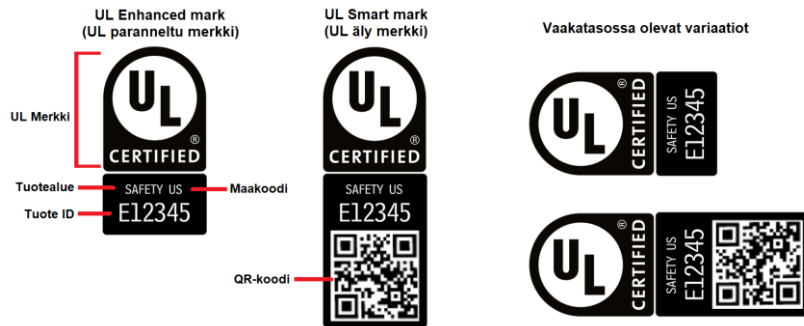
ja soveltuvuuden voi tarkastaa UL-organisaation sivuilla olevasta tuotetietokirjastosta. Samoin kuin UL-listattu-merkistä, tästäkin merkistä on kolme eri versiota sertifiointialueen mukaan. Taulukon 5 alimmassa sarakkeessa on kuvattu kaikki variaatiot. Kirjainten merkitys toimii samalla periaatteella kuten UL-listatun merkinnässä.

Yksi harvinaisimmista UL-merkeistä on kuviossa 8 näkyvä "UL Classified", eli UL-luokiteltu-merkki. Merkki tarkoittaa yleisesti, että tuote on testattu toimivaksi tietyissä erikoistilanteissa kuten erikoisympäristöissä ja vaaratilanteissa (Provo n.d). Esimerkki tuotteista, joista voisi löytyä UL-luokiteltu-merkki, on palonkestäväksi luokitellut kaapelituotteet (Koch n.d.).



KUVIO 8. "UL Classified" -merkintä (Learn about UL marks n.d).

Vuonna 2013 UL-merkistä on tullut kaksi uutta versiota, joita kutsutaan paranneluksi merkiksi (Enhanced mark) ja älymerkiksi (Smart mark) (UL's Enhanced Certification Mark 2019). Paranneltu merkki antaa paljon enemmän tietoa kuluttajalle vanhaan merkkiin verrattuna. Merkissä on tuotteen UL-sertifikaatti, mikä on tuotteen tuotealue, mihin maa-alueisiin tuote on sertifioitu ja tuotteen ID-tuotenumero. Älymerkkivariaatiossa on lisätty QR-koodi helpottamaan asiakkaan pääsyä tuotteen sertifikaatin tietoihin (UL's Enhanced Certification Mark 2019). Alla olevassa kuviossa 9 on esitelty molempien merkkien tiedot sekä niiden pysty- ja vaakavariaatiot. Uusi versio ei ole niin yleisessä käytössä kuin vanhat UL-merkit, mutta se yleistyy vuosi vuodelta.



KUVIO 9. Vuonna 2013 julkaistut UL-merkit. Vasemmalla tavallinen merkki, keskellä QR-koodilla varustettu UL-merkki ja vasemmalla UL-merkki vaakatasossa (Learn about UL marks. n.d., muokattu).

Uuden UL-merkin antamat tiedot voidaan kiteyttää seuraavasti. Merkissä oleva ”Certified”-leimaus on uusi yhteinen termi UL-listatulle ja UL-luokitellulle tuotteelle (UL’s Enhanced Certification Mark 2019). UL on yhdistänyt molemmat merkit yhden termin alle. Tuotealue kertoo, millä linjauksella tuotetta on testattu (UL’s Enhanced Certification Mark 2019). Kullekin tuotealueelle on omat testauskriteerinsä tuotteen loppukäytön mukaan. Maakoodi kertoo, mille maa-alueelle tuote on sertifioitu. Taulukossa 6 vasemmalla on maakoodien selvennykset ja oikealla on tuotealueiden selvennys. Tuote-ID on yksilöllinen tuotekohtainen tunnusluku (UL’s Enhanced Certification Mark 2019). Tunnusluku helpottaa tuotteen tietojen keräämistä ja helpottaa asiakkaan pääsyä tuotteen sertifikaattitietoihin.

TAULUKKO 6. Vasemmalla maakoodien selvennys ja oikealla tuotealueiden selvennys (Learn about UL marks. n.d., muokattu).

Maakoodi	Selvennys
AE	Arabiemiirikunnat
AU	Australia
CA	Kanada
CN	Kiina
CO	Kolumbia
EU	Eurooppa
JP	Japani
SG	Singapore
UK	Yhdistynyt kuningaskunta
US	Yhdysvallat

Tuotealue	Selvennys
ENERGY	Energia
FS (functional safety)	Teollisuuden toiminnallinen- ja cyberturvallisuus
HEALTH EFFECTS	Terveysvaikutukset
MARINE	Meri
PREFORMANCE	Suorituskyky
SAFETY	Turvallisuus
SANITATION	Sanitaatio
SECURITY	Turvallisuus
SIGNALING	Signalointi
WELLNESS	Hyvinvointi

5.3 Laitetarkastusvaihtoehtoja

AHJ-tarkastus on usein haasteellista ulkomailta tuoduille laitteille. Tarkastuksen yhteydessä huomattujen puutteiden takia huonoimmassa tilanteessa valmistaja

voi joutua tekemään isojakin muutoksia keskukseseen, joka on jo toimitettu asiakkaalle. Tämä lisää kustannuksia ja huonontaa suhteita asiakkaaseen. Gerhardin & Bergerin (2021, 41–43) Siemensille luodussa oppaassa on viisi ehdotusta pienjännitekeskusten tarkastukseen.

Ensimmäisenä vaihtoehtona on, että AHJ:llä tarkastuttaa laitteen paikan päällä. Tämä pitää sopia etukäteen asiakkaan kanssa. Koska keskuksella ei ole NRTL-merkintää, tarkastus tehdään perinpohjaisesti tarkastamalla kaikki komponentit ja sähköliitokset. (Gerhard & Berger 2021, 41.) Tämä voi olla riskialtista ulkomaisille yrityksille. Jos laitteesta löytyy epäkohta, joutuu valmistaja lähettämään jonkun paikan päälle selvittämään koneen virheet tai sopimaan korjauksista etänä. Molemmat vaihtoehdot ovat kalliita ja aikaa kuluttavia.

Toinen vaihtoehto on tarkastuttaa kyseinen laite NRTL-yrityksessä ennen asiakkaalle lähettämistä (Gerhard & Berger 2021, 41). Tämä on vähemmän riskialtista ja antaa mahdollisuuden muutoksien tekemiselle tehtaalla. Yhdysvaltojen ulkopuolella on myös yrityksiä, joissa voi tarkastuttaa laitteen ennen asiakkaalle lähettämistä. Tarkastuksen läpäissyt kone saa NRTL-sertifioidun ”listattu”-merkin (Gerhard & Berger 2021, 41). AHJ-tarkastus suoritetaan edelleen koneen saavuttua, mutta tarkastus on suoraviivaisempaa ja aikaa vievempiä tarkastuksia ei tarvitse tehdä.

Kolmas vaihtoehto on luoda tuotteesta sarjatuote ja tarkastuttaa sarja NRTL-yrityksessä. Jos koneesta luodaan useampi identtinen kappale, NRTL voi tarkastuttaa sen sarjatuotteena. Tällöin NRTL voi esitarkistaa tuotteen prototyypin valmistajalla. Kun NRTL on hyväksynyt tuotteen, voi valmistaja hyväksyttää tuotteet jatkossa NRTL:n ohjeistuksen mukaan. Joissakin tilanteissa, joissa kone eroaa standardin vaatimuksista, NRTL voi hyväksyä standardista poikkeamista ”Deviation Note”, eli poikkeusmerkinnällä. Koneen lopputarkastuksessa tämä voi auttaa AHJ:tä hyväksymään laitteessa esiintyvän poikkeavuuden, mutta se ei ole varmaa. (Gerhard & Berger 2021, 42.)

Neljäs vaihtoehto on sertifioida valmistaja valmistamaan pienjännitekeskuksia UL 508A -standardilla. NRTL-yritys sertifioi valmistajan, ja tulevat tuotteet voi merkitä

tarkastetuksi valmistajan omalla vastuulla. Valmistajan on hyväksyttävä NRTL-yrityksen ehdot, joihin kuuluu ajoittaiset tarkastukset useamman kerran vuodessa. Sertifikaatista tulee vuosittainen maksu, johon lisätään tarkastajan käyntimaksut. (Gerhard & Berger 2021, 42.) Tämä on hyvä menettelytapa, jos valmistaja valmistaa Yhdysvaltain markkinoille useita eri pienjännitekeskuksia UL 508A-standardin mukaan. Koneen saavuttua AHJ-tarkastaa keskuksen suoraviivaisemmin (Gerhard & Berger 2021, 42).

Viides vaihtoehto on suorittaa tarkastus NRTL-henkilöllä tehtaalla ja asiakkaalla. Tällöin NRTL ja vastuussa oleva AHJ tekevät yhteistyönä koko koneen tarkastuksen. NRTL suorittaa valmistajan tehtaalla sovitut testit ja tarkastukset, jotka hän informoi AHJ:lle arviointina (Evaluation). Jos AHJ hyväksyy arvioinnin, NRTL:lle annetaan lupa asentaa laite. Asennusten päätyttyä NRTL anoo AHJ:ltä laitteenkäyttölupaa. (Gerhard & Berger 2021, 43.) Tämä on todennäköisesti tarkoitettu tilanteisiin, jossa AHJ ei missään tapauksessa pysty tulemaan itse paikalle, joten koneen AHJ-tarkastus suoritetaan NRTL:n kautta.

5.4 Vaarallisten koneiden ja materiaalien NRTL-tarkastus

OSHA:n yksi tehtävä on varmistaa, että työntekijöillä on turvallinen työympäristö. Tätä varten OSHA perusti vuonna 1988 NRTL-määräyksen, jonka mukaan tietyt vaaralliset materiaalit ja koneet tulisi tarkistuttaa NRTL-tuotetestauslaboratoriossa ennen käyttöä (NRTL Program FAQ. n.d). Tuotteiden testauksella pyritään suojaamaan työntekijöitä varmistamalla laitteiden ja materiaalien turvallisuus.

Testauksen voi suorittaa vain OSHA:n luokittelema virallinen NRTL-tuotetestauslaboratorio. Jotta testauslaboratorio voi luokitella NRTL-laboratorioksi, sen tulee täyttää asetuksen 29 CFR 1910.7 kaikki vaatimukset. (NRTL Program Policies 2019, 7.)

OSHA on määritellyt, että tuotteet testataan asiankuuluvilla OSHA:n määrittämällä ”product safety test standards” eli tuoteturvallisuuden testistandardeilla (NRTL

Program FAQ n.d). Standardit ovat OSHA:n hyväksymiä standardeja muista organisaatioista, kuten ANSI-standardi-instituutista tai UL-yhtiöstä. OSHA ei itse luo standardeja.

Liitteeseen kaksi ja kolme on kerätty OSHA:n määrittämä listaus tuotteista, jotka tulisi vähintään tarkastuttaa NRTL-laboratoriossa. Lista on jaettu tuotekohtaisesti ja listaa on muokattu lisäämällä suomenkielinen otsikko kullekin tuotealueelle. Yleisesti tuotteet voidaan jakaa sähkölaitteisiin, paloturvallisuuteen, vaarallisiin kemikaaleihin, nostolaitteisiin ja rakennustelineisiin. Keskeisimmät tuotealueet pienjännitekeskuksille ovat sähkölaitteet ja paloturvallisuustuotteet.

Tietyt sähkölaitteet ja -johtimet tulisi tarkistuttaa NRTL-testauslaboratoriossa ennen käyttöä. Määräys koskee laitteita, jotka toimivat haasteellisissa ympäristöissä, kuten palavia kaasuja, nesteitä tai hiukkasia sisältävissä tiloissa (1910.307 Hazardous locations 2007). Niitä ovat esimerkiksi

- bensa-asetat tai muiden palavien aineiden varastot
- maatalousympäristöt, joissa on ilmassa leijailuvia palavia hiukkasia
- kemiallisten aineiden prosessointilaitokset
- hoitolaitokset (1910.307 Hazardous locations 2007).

Lisäksi sähköstaattiset laitteet tarvitsevat NRTL- testauksen (Products Requiring NRTL Approval n.d.), esimerkiksi sähköstaattiset maalauslaitteet.

Paloturvallisuuslaitteet, komponentit ja paloarkoihin aineisiin liittyvät laitteet tulisi myös tarkistuttaa NRTL-tuotetestauslaboratoriossa (Products Requiring NRTL Approval n.d.). Tarkistettavia tuotteita ovat esimerkiksi

- hälyttimet
- sammuttimet, paikallaan olevat ja käsisammuttimet
- automaattiset sekä tavalliset paloturvallisuusovet
- ensa-aseman ja jakelukeskuksien tuulettimet ja komponentit
- nestekaasuvälineet kuten putket, venttiilit ja automaatiokomponentit
- nestekaasun kuljetuslaitteistot (Products Requiring NRTL Approval n.d.).

6 POHDINTA

Yhdysvalloissa koneentarkastusjärjestelmä on tehty monimukaiseksi ulkomaisille yrityksille. Osavaltioiden, yritysten ja ammattiliittojen omat käytännöt teollisuuslaitteen sähkö tarkastuksen suorittamiseksi aiheuttavat sen, että käytännöt ovat hyvin tapauskohtaisia. Tämä johtuu yksinkertaisesti Yhdysvaltojen koosta. Yhdysvaltain valtio on antanut sähkö tarkastuksen vastuun osavaltioille, minkä takia kukin osavaltio hoitaa sähköturvallisuutensa omalla tavallaan. Toinen asia, joka aiheuttaa yleisesti vaikeuksia, on AHJ-järjestelmä. Järjestelmä on jätetty tahallaan joustavaksi helpottamaan paikallisten yritysten toimintaa. Tämä puolestaan aiheuttaa ulkopuolisille yrityksille epäselkeyttä laitteiden tarkastusprosessiin.

Näiden avonaisten järjestelmien takia projektin aikana olisi hyvä panostaa valmistajan ja asiakkaan väliseen kommunikointiin. On suositeltavaa, että projektin alussa sovitaan asiakkaan ja AHJ:n kanssa laitteessa käytettävät standardit. Samalla olisi hyvä kerätä mahdollisimman paljon tietoa osavaltion sekä yrityksen omista käytännöistä. Kaikki tuotteessa käytettävät standardit tulisi lopuksi merkitä laitteen sopimukseen.

Yleisin ongelma, joka voi tulla vastaan laitteen viemisessä Yhdysvaltojen markkinoille, on AHJ-tarkastuksen epäonnistuminen. Tarkastuksen läpäisyä varten olisi hyvä esitarkistuttaa kone ennen sen lähettämistä asiakkaalle. NRTL-esitarkastus antaa mahdollisuuden viimeisille laitemuutoksille sekä varmuuden AHJ:lle, että laite on kunnossa. AHJ-tarkastuksen helpottamiseksi olisi myös hyvä suosia UL-sertifioituja tuotteita.

LÄHTEET

1910.307 Hazardous locations. 2007. US DOL. Verkkosivu. Viitattu 26.11.2024.
<https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.307>

About Ansi, n.d. ANSI. Verkkosivu. Viitattu 26.10.2024.
<https://www.ansi.org/about/introduction>

About OSHA. n.d. US DOL. Verkkosivu. Viitattu 9.11.2024.
<https://www.osha.gov/aboutosha>

Ansi's roles. n.d. ANSI. Verkkosivu. Viitattu 26.10.2024.
<https://www.ansi.org/about/roles>

Coach, C. 2023. Comparing Four Decades of Electrical Injuries. NFPA. Verkkosivu. Viitattu 1.12.2024. <https://www.nfpa.org/news-blogs-and-articles/blogs/2023/09/19/comparing-four-decades-of-electrical-injuries-and-fatalities>

Eastman, H. 2024. Understanding Wire Gauges. Verkkosivu. Viitattu 17.11.2024. <https://www.thisoldhouse.com/electrical/90650/all-about-wire-gauges>

eCFR. 2024. 1910 occupational safety and health standards. Verkkosivu. Viitattu 9.11.2024. <https://www.ecfr.gov/current/title-29/subtitle-B/chapter-XVII/part-1910>

Electric safety foundation. n.d. The National Electrical Code. Verkkosivu. Viitattu 29.10.2024. <https://www.esfi.org/workplace-safety/industry-codes-regulations/the-national-electrical-code-nec/>

Fluke. n.d. Mikä on resistanssi. Verkkosivu. Viitattu 25.11.2024.
<https://www.fluke.com/fi-fi/lue-lisaa/blogi/sahko/mita-on-resistanssi>

Gerhard, F. & Berger, M. 2021. Industrial Control Panels and Electrical Equipment of Machinery for North America. Siemens. Pdf-dokumentti. Viitattu 24.10.2024. <https://xcelerator.siemens.com/global/en/industries/machinebuilding/panel-building/forms/ul-guideline.html>

Introduction to Standards. 2024. Verkkosivu. Viitattu 20.11.2024.
<https://ulse.org/news/introduction-standards-what-standard-and-why-do-they-matter>

Kelechava, B. 2018. US Customary System Conversions. ANSI. Verkkosivu. Viitattu 25.11.2024. <https://blog.ansi.org/2018/06/us-customary-system-conversion-metric/>

Koch, S. n.d. Identifying UL Marks. Anixter. Verkkosivu. Viitattu 10.11.2024.
https://www.anixter.com/en_dm/resources/videos/technical-video-library/identifying-ul-marks.html

Learn about UL marks. n.d. UL. Verkkosivu. Viitattu 18.11.2024.
<https://markshub.ul.com/learn-about-ul-marks>

Lehmusvuori, T & Mahboul. 2007, N. Teoreettinen sähkötekniikka. painos 2.
Helsinki: Edita.

Metecno. n.d. Hitsauskiekkosorvi. Verkkosivu. Viitattu 1.11.2024.
<https://www.metecno.fi/hitsauskiekkosorvi/>

NEC enforcement. 2024. NFPA. Verkkosivu. Viitattu 24.10.2024.
<https://www.nfpa.org/en/education-and-research/electrical/nec-enforcement-maps>

NEMA FAQ Enclosures. n.d. NEMA. Verkkosivu. Viitattu 22.11.2024.
<https://www.nema.org/docs/default-source/standards-document-library/faq-enclosures.pdf>

NEMA. n.d. About the National Electrical Manufacturers Association. Verkkosivu. Viitattu 24.10.2024. <https://www.nema.org/about>

NFPA 70 NEC. 2023. NFPA. Viitattu 20.10.2024. <https://link.nfpa.org/free-access/publications/70/2023>

NFPA 79. 2024. NFPA. Viitattu 19.11.2024. <https://link.nfpa.org/free-access/publications/79/2024>

NFPA About. n.d. NFPA. Verkkosivu. Viitattu 24.10.2024.
<https://www.nfpa.org/about-nfpa>

NRTL Program FAQ. n.d. OSHA. Verkkosivu. Viitattu 23.11.2024.
https://www.osha.gov/nationally-recognized-testing-laboratory-program/frequently-asked-questions#manufacturers_suppliers

NRTL Program Policies. 2019. U.S. DEPARTMENT OF LABOR. Pdf-dokumentti. https://www.osha.gov/sites/default/files/enforcement/directives/CPL_01-00-004.pdf#%5B%7B%22num%22%3A75%2C%22gen%22%3A0%7D%2C%7B%22name%22%3A%22XYZ%22%7D%2C69%2C717%2C0%5D

Polycase. 2023. What Does NEMA Mean Your Full Guide on NEMA Ratings, Descriptions and More. Verkkosivu. Viitattu 26.10.2024. <https://www.polycase.com/techtalk/nema-rated-enclosures/what-does-nema-mean.html>

Products Requiring NRTL Approval. OSHA. n.d. Verkkosivu. Viitattu 16.11.2024. <https://www.osha.gov/nationally-recognized-testing-laboratory-program/products-requiring-approval>

Provo. n.d. UL Listed vs UL Classified vs UL Recognized. Verkkosivu. Viitattu 10.11.2024. <https://www.provowire.com/ul-listed-vs-ul-classified-vs-ul-recognized>

Siemens. n.d. Control Panel Standards for the North American Market: Key U.S. standards. Verkkosivu. Viitattu 24.10.2024. <https://www.siemens.com/us/en/products/automation/industrial-controls/control-cabinet/know-how1/northamerica.html>

State Plans FAQ. n.d. US DOL. Verkkosivu. Viitattu 29.10.2024. <https://www.osha.gov/stateplans/faqs>

State Plans. n.d. US DOL. Verkkosivu. Viitattu 29.10.2024. <https://www.osha.gov/stateplans>

Tiainen, E. 2010. Johdon mitoitus ja suojaus. painos 3. Espoo: Sähköinfo Oy.

UL's Enhanced Certification Mark. 2019. UL. Verkkosivu. Viitattu 13.11.2024. <https://www.ul.com/news/qa-uls-enhanced-certification-mark>

Understanding industrial control panels. 2017. UL. Verkkosivu. Viitattu 25.11.2024. https://code-authorities.ul.com/wp-content/uploads/sites/2/2017/07/UnderstandingICP_2017.pdf

Wärtsilä. n.d. American wire gauge. Verkkosivu. Viitattu 25.11.2024. <https://www.wartsila.com/encyclopedia/term/american-wire-gauge-awg->

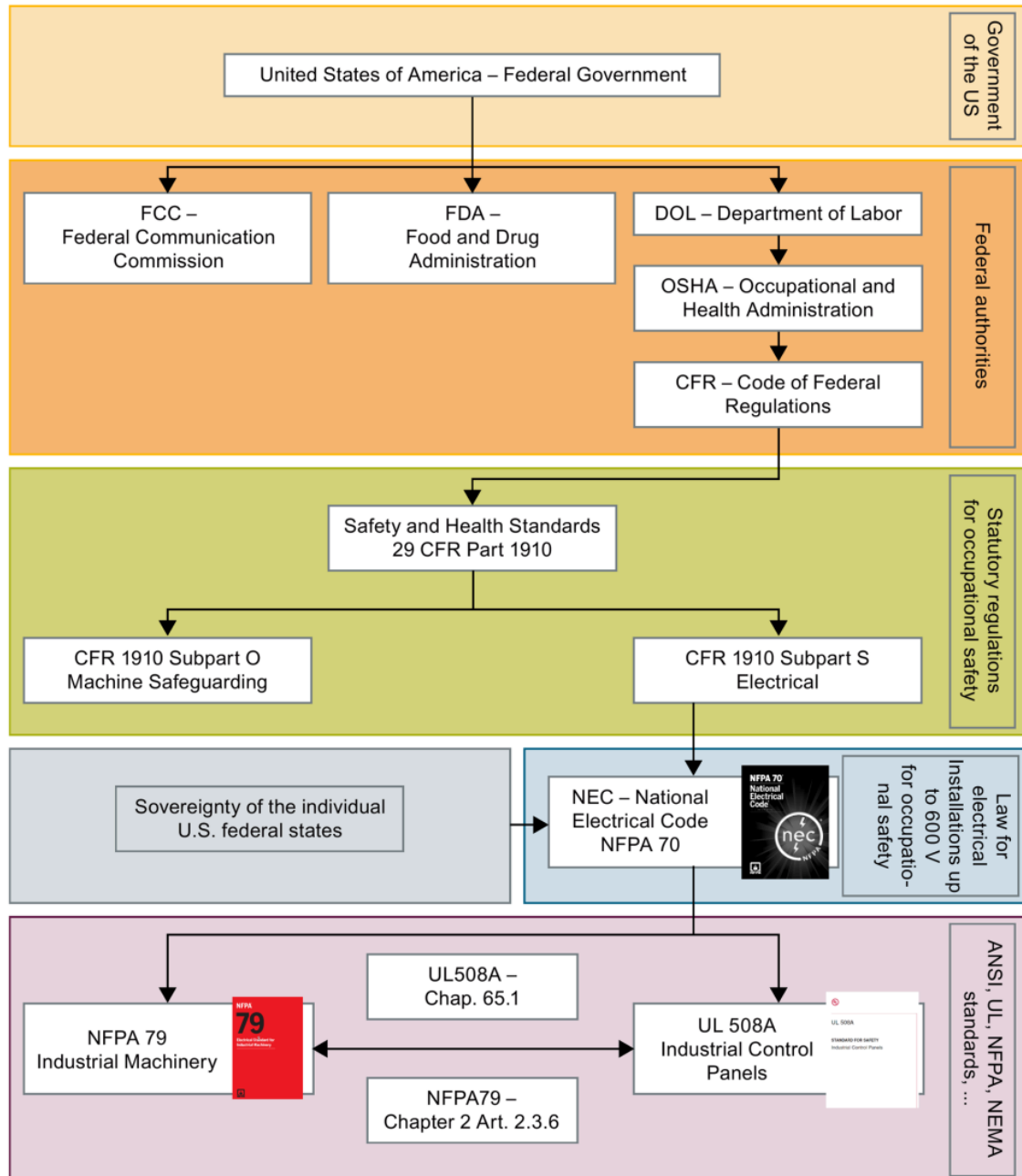
What is an AHJ. 2021. Lewissbass. Verkkosivu. Viitattu 29.10.2024. <https://lewisbass.com/what-is-an-authority-having-jurisdiction-ahj-and-why-should-you-care/>

Wright, G. 2021. What is American Wire Gauge. TechTarget. Verkkosivu. Viitattu 2024. <https://www.techtarget.com/searchnetworking/definition/American-Wire-Gauge>

LIITTEET

Liite 1. Yhdysvaltain keskeisimmät organisaatiot

Gerhard, F. & Berger, M. 2021. Industrial Control Panels and Electrical Equipment of Machinery for North America. Siemens. Pdf-dokumentti. Viitattu 24.10.2024. <https://xcelerator.siemens.com/global/en/industries/machinebuilding/panel-building/forms/ul-guideline.html>



Liite 2. Tuotteet, jotka tulisi tarkistuttaa NRTL-laboratoriossa (Sivu 1)

Products Requiring NRTL Approval. OSHA. n.d. Viitattu 16.11.2024.
<https://www.osha.gov/nationally-recognized-testing-laboratory-program/products-requiring-approval>

Sähkölaitteet
1. Electrical conductors or equipment (See Listing of Specific References under 1910.303 and 1910.307).
Paloturvallisuushälyttimet, sammuttimet ja sprinklerit
2. Automatic sprinkler systems.
3. Fixed extinguishing systems (dry chemical, water spray, foam, or gaseous agents).
4. Fixed extinguishing systems components and agents.
5. Fire detection device for automatic actuation of total flooding system.
6. Portable fire extinguishers.
7. Automatic fire detection devices and equipment.
8. Employee alarm systems.
Paloturvallisuusovet
9. Self-closing fire doors (openings to inside storage rooms for flammable or combustible liquids).
10. Fire doors [1 ½ hour (B) rated] (openings, to other parts of a building, of storage rooms for liquefied petroleum gas (LPG)).
11. Metal frame of windows in partitions of inside acetylene generator rooms used in oxygen-fuel welding and cutting.
Lämmöstä laukeavat sulkevat laitteet
12. Heat actuated (closing) devices (dip tanks containing flammable or combustible liquids).
Itse sulkeutuvat palo-ovet
13. Self-closing fire doors (including frames and hardware) used in openings into an exit.
Palavien nesteiden pumppu, venttiilit ja taipuisat putket
14. Flame arresters, check valves, hose (transfer stations), portable tanks and safety cans - (flammable/combustible liquids).
15. Pumps and self-closing faucets (for dispensing Class I liquids).
16. Flexible connectors (piping, valves, fittings) - (flammable liquids).
Bensiinaseman pumput ja tuulettimet
17. Service station dispensing units (automotive, marine).
18. Mechanical or gravity ventilation systems (automotive service station dispensing area).
19. Automotive service station latch-open devices for dispensing units.
Nestekaasuvälineet, -kuljetus ja -automaatio
20. New commercial and industrial LPG consuming appliances.
21. Flexible connectors (piping, valves, fittings) - LPG.
22. Powered industrial truck LPG conversion equipment.
23. LPG storage and handling systems (DOT containers, cylinders).
24. Automatic shut-off devices (portable LPG heaters including salamanders).
25. LPG container assemblies (non-DOT) for interchangeable installation above or under ground.

Liite 3. Tuotteet, jotka tulisi tarkistuttaa NRTL-laboratoriossa (Sivu 2)

Products Requiring NRTL Approval. OSHA. n.d. Viitattu 16.11.2024.
<https://www.osha.gov/nationally-recognized-testing-laboratory-program/products-requiring-approval>

Sähköstaattiset laitteet
26. Fixed electrostatic apparatus and devices (coating operations).
27. Electrostatic hand spray apparatus and devices.
28. Electrostatic fluidized beds and associated equipment.
Vedettömään ammoniakkiin liittyvät laitteet
29. Each appurtenance (e.g., pumps, compressors, safety relief devices, liquid-level gaging devices, valves and pressure gages) in storage and handling of anhydrous ammonia.
Teollisuustrukit joita käytetään vaarallisissa ympäristöissä
30. Gasoline, LPG, diesel, or electrically powered industrial trucks used in hazardous atmospheres.
Asetyleenilaitteet
31. Acetylene apparatus (torches, regulators or pressure-reducing valves, generators [stationary and portable], manifolds).
32. Acetylene generator compressors or booster systems.
33. Acetylene piping protective devices.
34. Manifolds (fuel gas or oxygen) - separately for each component part or as assembled units.
Nostokoneet ja rakennustelineet
35. Scaffolding and power or manually operated units of single-point adjustable suspension scaffolds.
36. Hoisting machine and supports (Stone setters' adjustable multiple-point suspension scaffold).
37. Hoisting machines (Two-point suspension scaffolds; Masons' adjustable multiple-point suspension scaffold).