



# NFPA 79 -sähköstandardin vaikutukset Octopus -käärintäkooneisiin

Sanna Anttonen

OPINNÄYTETYÖ  
Toukokuu 2022

Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Automaatiotekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Automaatiotekniikka

ANTTONEN, SANNA:

NFPA 79 -sähköstandardin vaikutukset Octopus -käärintäkoneisiin

Opinnäytetyö 31 sivua  
Toukokuu 2022

---

Opinnäytetyössä tavoitteena on tutustua NFPA 79 -sähköstandardiin ja selvittää, mitä muutoksia Octopus -käärintäkoneisiin tulisi tehdä, jotta standardin asettamat vaatimukset täyttyvät. Työn lopputuotteena on tarkoitus tuottaa yritykselle dokumentti, joka toimii jatkossa ohjeena, kun halutaan toteuttaa lisää NFPA 79 -sähköstandardia noudattavia koneita.

NFPA tulee sanoista National Fire Protection Association. Sen tuottamia standardeja noudatetaan lähinnä Yhdysvalloissa, ja ne pyrkivät erityisesti lisäämään palo- ja sähköturvallisuutta. Tässä opinnäytetyössä keskitytään NFPA 79 -sähköstandardiin ja vielä tarkemmin osiin, jotka vaikuttavat Octopus -käärintäkoneisiin.

NFPA 79 -sähköstandardi vaikuttaa moneen vaiheeseen Octopus -käärintäkoneen tuotannossa ja toimituksessa asiakkaalle. Sen vaikutukset näkyvät aina koneiden sähkösuunnittelusta niiden mukana asiakkaalle lähteviin dokumentteihin sekä yleisellä tasolla yrityksen toimintatapoihin NFPA 79 -sähköstandardia noudattavien koneiden tuotannossa.

NFPA79-sähköstandardi ei ole sisällöllisesti kovin laaja. Jos se kuitenkin lisää Octopus-käärintäkoneisiin, muutama standardin mukainen muutos parantaa koneiden soveltuvuutta Yhdysvaltojen markkinoille.

---

Asiasanat: sähköstandardi, käärintäkone, sähkösuunnittelu, tuotanto

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Bachelor of Electrical and Automation Engineering  
Automation engineering

ANTTONEN, SANNA:  
How NFPA 79 Electrical Standard Effects Octopus Wrapping Machines

Bachelor's thesis 31 pages  
May 2022

---

In this Bachelor's thesis the goal was to get know the NFPA 79 electrical standard and define the changes needed to be done to the Octopus wrapping machines in order to fulfil the standard requirements. As a result of the thesis a document was made for the company to use as a guide when producing more machines that follow the NFPA 79 electrical standard.

NFPA comes from words National Fire Protection Association. It has produced many standards that are mainly used in the United States. The standards aim to improve fire and electrical safety. In this thesis the focus was in the NFPA 79 electrical standard.

NFPA 79 electrical standard has an effect to many stages of the production of the Octopus wrapping machines. The affects can be seen all the way from the electrical designing of the machines to the documents sent with the machines to the customer, and in the overall procedure of the company when producing machines that implement the NFPA 79 electrical standard.

NFPA 79 electrical standard isn't the most extensive standard out there. However, when added to the Octopus wrapping machine, a few changes made according to the standards will improve machine safety and prevent possible incidents and hazards in the future. That concludes that adding the standard to the Octopus machines is profitable in a long run.

---

Key words: electrical standard, wrapping machine, electrical design, production

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	YRITYS.....	8
3	TEORIA .....	9
	3.1 NFPA 79 -sähköstandardin sisältö .....	9
	3.2 NFPA 79 -sähköstandardin vaatimukset .....	10
	3.3 Octopus käärintäkoneiden teoria.....	16
	3.4 Octopus käärintäkonemallit .....	19
4	VAIKUTUKSET .....	22
	4.1 Octopus käärintäkoneisiin .....	22
	4.2 Dokumentaatioon .....	26
	4.3 Yrityksen toimintaan .....	27
5	POHDINTA .....	29
	LÄHTEET .....	31

**LYHENTEET JA TERMIT**

ANSI	American National Standards Institute
AWG	American Wire Gauge
CE	Conformité Européenne
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
NFPA	National Fire Protection Association
RCS	Reel Change System
UL	Underwriters Laboratories

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä tavoitteena oli tutustua NFPA 79 -sähköstandardiin ja selvittää, mitä muutoksia Octopus -käärintäkoneisiin tulisi tehdä, jotta standardin asettamat vaatimukset täyttyvät. Työn lopputuotteena oli tarkoitus tuottaa yritykselle dokumentti, joka toimii jatkossa ohjeena, kun halutaan toteuttaa lisää NFPA 79 -sähköstandardia noudattavia koneita.

Opinnäytetyö toteutettiin Signode Finland Oy:lle ja tarvittaessa heidän tiloissaan Maskun tehtaalla. Työn toteuttaminen mahdollistaa yritykselle valmiuden valmistaa NFPA 79 -sähköstandardia noudattavia koneita. Työ toteutettiin asiakassynnän vuoksi. NFPA 79 on sähköstandardi, joka painottaa erityisesti paloturvallisuutta. Standardi on käytössä lähinnä Yhdysvalloissa, eikä se ole Euroopan alueella kovinkaan tunnettu tai tiedetty.

Työssä esitellään alussa syvemmällä tasolla kyseinen standardi sekä tutustutaan hieman Signode Finland Oy:n valmistamiin Octopus -käärintäkoneisiin. Selviää tarkemmin mitä osa-alueita standardi erityisesti koskee ja millaisia vaatimuksia se yksinkertaisimmillaan asettaa. Käydään läpi lähes luku luvulta mitä standardi sisältää ja mitä mahdollisesti tulisi huomioida. Käärintäkoneisiin puolestaan on tärkeä tutustua, jotta voidaan ymmärtää paremmin, kuinka NFPA 79 todellisuudessa vaikuttaa koneisiin, niiden mahdolliseen rakenteeseen ja toimintaan, vai vaikuttaako millään tavalla.

Teoria osuuden jälkeen voidaan pohtia mitä vaikutuksia standardilla sitten on Octopus -käärintäkoneisiin ja millaisia muutoksia koneisiin tulee tehdä. Selvitetään vaatikko standardin toteuttaminen joidenkin osien vaihtamista eri mallisiin tai tyyppisiin. Lisäksi selvitetään mitä muita yleisiä muutoksia sähköstandardi aiheuttaa esimerkiksi suunnitteluvaiheessa tehtäviin dokumentteihin. Lisäksi pohditaan, kuinka sähköstandardin toteuttaminen mahdollisesti vaikuttaa yrityksen omaan toimintaan niin hetkellisesti kuin pidemmällä mittakaavalla. Kartoitetaan mitä yrityksen tulee tehdä tulevaisuudessa NFPA 79 -sähköstandardin eteen.

Työn pääasiallisena materiaalina ja lähdemateriaalina toimii vuoden 2018 NFPA 79 -sähköstandardista tehty kirja. Kirjan pohjalta määritetään tarvittavat muutokset ja huomioon otettavat asiat koneen suunnittelussa ja tuotantoprosessissa. Standardista tehdyn kirjan tukena käytetään NFPA 79 Handbook kirjaa, joka rapaisee hieman pintaa syvemmin joitakin standardin kohtia ja selittää niiden tarkoitusta.

## 2 YRITYS

Signode Finland Oy (ennen vuotta 2020 Oy M. Haloila Ab) on Yhdysvaltalaisomistuksessa oleva yritys, joka valmistaa automaattisia lavakäärintäkoneita ja tarjoaa niiden huoltopalveluita. Yrityksen päätoimipaikkana toimii Maskun tehdas. Lisäksi yrityksellä on toimipaikkoja Vantaalla ja Liljendalissa. Yritys toimii maailmanlaajuisesti (kuva 1.) ja se onkin toimittanut jo yli 7000 Octopus -käärintäkoneita yli sataan eri maahan. Yritys työllistää noin 180 henkilöä, joista noin 70 Maskun tehtaalla. (Signode Finland Oy n.d.)

Signode Finland Oy on osa Signode -konsernia. Konserni on perustettu Yhdysvalloissa 1913 ja siihen kuuluu nykypäivänä ympäri maailmaa yli sata yritystä, joista jokainen on erikoistunut pakkausalalle. Yritykset tuottavat tuotteita aina pakkausmateriaaleista kokonasiin pakkausjärjestelmiin. (Signode Industrial Group n.d.)

Signode Finland on valmistanut kohta jo neljän vuosikymmenen ajan Octopus käärintäkoneita, sillä ensimmäiset Octopus koneet esiteltiin jo vuonna 1983. Octopus käärintäkoneet kehitettiin alun perin asiakkaiden toiveisiin vastaamiseksi ja yritys toimiikin saman periaatteen mukaan vielä tänäkin päivänä. Koneet valmistetaan asiakkaiden toiveiden mukaan. (Signode Finland Oy n.d.)



KUVA 1. Signode Finland Oy toimii maailmanlaajuisesti (Signode Finland Oy n.d.)



### 3 TEORIA

NFPA tulee sanoista National Fire Protection Association. Organisaation tuottamia standardeja noudatetaan lähinnä Pohjois- ja Etelä-Amerikassa, ja ne pyrkivät erityisesti lisäämään palo- ja sähköturvallisuutta (NFPA n.d.). Tässä opinnäytetyössä keskitytään NFPA 79 -sähköstandardiin ja vielä tarkemmin niihin osiin, jotka vaikuttavat Octopus -käärintäkoneisiin.

#### 3.1 NFPA 79 -sähköstandardin sisältö

NFPA 79 on yhdysvaltalainen sähköstandardi, jonka perusta on erityisesti paloturvallisuudessa. Yleisesti sähköstandardin tarkoituksena on tarjota suojatoimia teollisuuskoneille. Näiden suojatoimien tarkoituksena on suojata käyttäjiä, laitteita ja tiloja tulipalo- ja sähkövaaroilta. Sähköstandardi käsittelee monia aihealueita, kuten asennusteknisiä asioita, johtimien valintaa, johdin- ja laitemerkintöjä, moottoreita ja dokumentaatiota. Listauksena sähköstandardissa käsiteltävät aiheet NFPA 79 vuoden 2018 painoksen sisällysluettelon mukaan:

- Yleiset vaatimukset ja käyttöolosuhteet
- Virrankatkaisutavat
- Sähköisiltä vaaroilta suojaus
- Laitteiston suojaus
- Maadoitus
- Ohjauspiirit ja ohjaustoiminnot
- Käyttöjärjestelmä ja ohjauslaitteet
- Ohjauslaitteiston sijainti, asennus ja kotelo
- Johtimet, kaapelit ja taipuisat johdot
- Johdotus
- Sähköiset moottorit
- Lisälaitteet ja valaistus
- Merkinnät ja turvallisuusmerkit
- Tekniset dokumentit
- Testaus

NFPA 79 -sähköstandardi ei ole kovin laaja tai kattava standardien mittakaavalla, se ei ole erityisen pitkä ja jättää monet asiat muiden standardien määriteltäviksi. Standardi ottaa kuitenkin kantaa moneen eri aiheeseen, koneiden laitteistoon ja työturvallisuuteen liittyen. Osa standardin kohdista ei ole edes koneenvalmistajan vaikutuksen alaisuudessa, kuten työpisteen koko ja siisteys, joista asiakas itse joutuu koneen asennuksen jälkeen ja sen yhteydessä ottamaan vastuun.

### **3.2 NFPA 79 -sähköstandardin vaatimukset**

Sähköstandardissa otetaan kantaa moniin osa-alueisiin, esimerkiksi käyttöolosuhteisiin. Käyttöolosuhteet koskevat koneen asennus ja käyttövaiheita. Standardi ottaa huomioon olosuhteet, kuten lämpötilan ja ilmanpaineen eli määrittelee, kuinka korkealla merenpintaan nähden koneiden tulee toimia. Mainitaan lisäksi kosteusolosuhteista. Kaikki olosuhdevaatimukset määrittävät vähimmäisvaatimuksia sille, missä olosuhteissa koneiden tulee toimia. Olosuhteiden lisäksi kohta määrittelee, millaisella jännitemäärän ylityksellä tai alituksella koneen tulee toimia vielä normaalisti. Samanlainen määritelmä tehdään taajuudelle. Käyttöolosuhteiden kohdalla mainitaan lisäksi, millaiset häiriöt laitteiston tulee vähintään kestää. Esimerkiksi koneen tulee toimia normaalisti, jos jännitehäviöt eivät ole yli 20 prosenttia huippujännitteeseen nähden yli yhden syklin ajan. (NFPA 2018, 14–15)

Toinen osa-alue johon NFPA 79 -sähköstandardissa otetaan kantaa ovat katkaisumenetelmät. Tämä kohta suosittelee esimerkiksi laitteiston toimimista vain yhdellä syöttöpiirillä, jos mahdollista. Katkaisumenetelmissä määritellään lisäksi sulakkeiden käyttö ja puhutaan paljon riviliittimien merkinnästä niin sähkökaapissa kuin sähkökuvissa. Puhutaan lisäksi maadoituksesta sekä siitä, kuinka syöttöpiiri tulee pystyä katkaisemaan. Lisäksi syöttöpiirin katkaisun merkinnöille ja katkaisijan sijainnille esitetään standardissa vaatimuksia. (NFPA 2018, 15–18)

Sähköisiin vaaroihin keskittyvässä kohdassa puhutaan esimerkiksi missä tilanteissa osat pitää kosketussuojata ja mikä kosketussuojaksi käy ja mikä ei. Esimerkiksi maalit ja lakat listataan pintakäsittelyiksi, jotka eivät suojaa sähköiskua

vastaan eivätkä siis käy kosketussuojauksesta. Lukitusjärjestelmien vaatimuksista ja vikasuojauksesta mainitaan tässä kohdassa. (NFPA 2018, 18–20)

NFPA 79 -sähköstandardissa käsitellään lisäksi suojauslaitteistoa. Näihin kuuluvat esimerkiksi ylivirtasuojat. Standardi puhuu paljon siitä, missä ylivirtasuojaus tarvitaan ja mitkä kriteerit suojauksen tulee täyttää missäkin yhteydessä. Lisäksi tämä kohta standardista puhuu esimerkiksi alijännitesuojauksesta ja moottoreiden ylinopeussuojauksesta. (NFPA 2018, 20–25)

Maadoitusten tärkeydestä ja toteuttamisesta puhutaan sähköstandardissa kaikissa kohdissa, mutta sille on oma kohtansa. Puhutaan maavioista ja esimerkiksi maadoitusjohtimien riviliittimien merkinnästä ja värikoodeista. Sähköstandardin mukaan esimerkiksi ohjauspiirien ei ole pakollista olla maadoitettuja. Standardin mukaan kaikki maadoitusjohtimet tulee suojata fyysiseltä vahingolta. (NFPA 2018, 25–27)

Ohjauspiireille asetetaan sähköstandardissa monia vaatimuksia aina jännitteistä pysäytystoimintoihin. Pysäytystoiminnoille erityisesti asetetaan paljon vaatimuksia, sillä koneen turvallinen pysähtyminen ja pysähdyksissä pysyminen on tärkeää. Lisäksi hätäseis -painikkeelle toimintona on asetettu vaatimuksia NFPA 79 -standardissa. (NFPA 2018, 27–31)

Standardi asettaa vaatimuksia käyttöliittymälle ja ohjauslaitteistolle. Ohjauslaitteiston valinnalle ja asentamiselle asetetaan vaatimuksia, esimerkiksi sijainti. Standardin mukaan ohjauslaitteistoa ei saa asentaa alle 0,6 m korkeuteen huoltotasoon nähden. (NFPA 2018, 31–34)

Puhuttaessa käyttöliittymästä standardi ottaa kantaa lisäksi suositeltuihin ja sallittuihin painikkeiden väreihin ja malleihin. Perinteisesti start -painike on vihreä ja stop -painike punainen. Mahdollinen reset -painike on ihanteelliselta väriltään sininen. Kaikille näille sallitaan väreiksi yhtä hyvin musta, valkoinen ja harmaa. Tämä kohta sähköstandardista ottaa kantaa lisäksi siihen, koska vilkkuvia valoja saa käyttää. (NFPA 2018, 31–34)

Sähköstandardi määrittelee, että sähkökeskuksen tulee noudattaa UL 508, UL 508A tai UL 50 -sähköstandardien asettamia vaatimuksia niin metallisille kuin ei metallisille keskuksille. Sähkökeskukselle asetetaan lisäksi muita vaatimuksia standardissa koskien esimerkiksi mahdollisten reikien sulkemista. Standardi puhuu laitteiston asentamisesta ja ylläpidon mahdollistamisesta. Laitteiden kiinnitykselle on omat säädöksensä ja esimerkiksi riviliittimet tulee ryhmitellä oikein. (NFPA 2018, 34–36)

Johtimien ja kaapeleiden oikea valitseminen erityisesti koon puolesta on standardissa tärkeää. Koska standardi on Yhdysvalloista, ilmoittaa se kaapelikoot AWG muodossa millimetrien sijaan. AWG eli American Wire Gauge on amerikkalainen standardi, joka määrittää johtimien paksuuden. Standardi esimerkiksi määrittää, että johtimien tulee olla kuparisia. Standardi listaa todella monta taulukkoa kaapelikokoihin liittyen. Jokaiseen tilanteeseen tulee valita kaapelit eri taulukon mukaan. Lisäksi valittujen kaapeleiden tulee olla tarpeeksi hyvin eristetty, jotta ne täyttäisivät standardin asettamat vaatimukset minimi eristyksen paksuudelle. Standardissa esitetty taulukko johtimien vaadituista ominaisuuksista on esitetty kuvassa 2. Kuvassa esitetyssä taulukossa ensimmäisessä sarakkeessa on johdon paksuus AWG koossa ja paksummilla johtimilla kcmil eli Circular mil koossa. Seuraava sarake esittää johtimien poikkileikkauksen paksuuden cm/mm<sup>2</sup> muodossa. Kolmas sarake esittää jännitteen johtoon aiheuttaman resistanssin ohmeina huoneenlämmössä. Resistanssi on annettu 1000 ft (jalkaa) johdin pituutta kohden, tämä vastaa noin 305 metriä. (NFPA 2018, 37–42)

Table 12.2.2 Single Conductor Characteristics

Wire Size (AWG or kcmil)	Cross-Sectional Area, Nominal (cm <sup>2</sup> /mm <sup>2</sup> )	DC Resistance at 25°C (77°F) (ohms/1000 ft)	Minimum Number of Strands		
			Nonflexing (ASTM Class)	Flexing (ASTM Class)	Constant Flex (ASTM Class/AWG Size)
22 AWG	640/0.324	17.2	7(')	7(')	19(M/34)
20	1020/0.519	10.7	10(K)	10(K)	26(M/34)
18	1620/0.823	6.77	16(K)	16(K)	41(M/34)
16	2580/1.31	4.26	19(C)	26(K)	65(M/34)
14	4110/2.08	2.68	19(C)	41(K)	41(K/30)
12	6530/3.31	1.68	19(C)	65(K)	65(K/30)
10	10380/5.261	1.060	19(C)	104(K)	104(K/30)
8	16510/8.367	0.6663	19(C)	(')	(-)
6	26240/13.30	0.4192	19(C)	(')	(-)
4	41740/21.15	0.2636	19(C)	(')	(-)
3	52620/26.67	0.2091	19(C)	(')	(-)
2	66360/33.62	0.1659	19(C)	(')	(-)
1	83690/42.41	0.1315	19(B)	(')	(-)
1/0	105600/53.49	0.1042	19(B)	(')	(-)
2/0	133100/67.43	0.08267	19(B)	(')	(-)
3/0	167800/85.01	0.06658	19(B)	(')	(-)
4/0	211600/107.2	0.05200	19(B)	(')	(-)
250 kcmil	- /127	0.04401	37(B)	(')	(-)
300	- /152	0.03667	37(B)	(')	(-)
350	- /177	0.03144	37(B)	(')	(-)
400	- /203	0.02751	37(B)	(')	(-)
450	- /228	0.02445	37(B)	(')	(-)
500	- /253	0.02200	37(B)	(')	(-)
550	- /279	0.02000	61(B)	(')	(-)
600	- /304	0.01834	61(B)	(')	(-)
650	- /329	0.01692	61(B)	(')	(-)
700	- /355	0.01572	61(B)	(')	(-)
750	- /380	0.01467	61(B)	(')	(-)
800	- /405	0.01375	61(B)	(')	(-)
900	- /456	0.01222	61(B)	(')	(-)
1000	- /507	0.01101	61(B)	(')	(-)

Notes:

(B), (C), (K): ASTM Class designation B and C per ASTM B8; Class designation K per ASTM B174.

('): A class designation has not been assigned to this conductor, but it is designated as 22-7 AWG in ASTM B286 and is composed of strands 10 mils in diameter (30 AWG).

('): Nonflexing construction shall be permitted for flexing service per the ASTM Class designation B174, Table 3.

(-): Constant flexing cables are not constructed in these sizes.

## KUVA 2. NFPA 79 -sähköstandardin mukaiset kaapeleiden ominaisuudet (NFPA 2018, 38)

Kaapelointiin itsessään on omat toimintatapansa standardissa. Standardin mukaan kaikki kaapelit pitää merkitä niin, että johtimeen liitetty tagi kestää ympäristön aiheuttamaa kulumaa. Tämän lisäksi esimerkiksi riviliittimet, joihin on liitetty useampi kuin yksi johdin tulee merkitä selkeästi. (NFPA 2018, 42–46)

Standardissa puhutaan lisäksi kaapeleiden tukemisesta ja siitä, mitä vapaille päille tulee tehdä. Mainitaan lisäksi kaapelit, jotka kokevat paljon fyysistä kulumaa tai jopa vahinkoa ja miten ne tulee suojata. Lisäksi esimerkiksi ylimitta kaapeleista tulee kiertää silmukoiksi. Kaapeloinnista puhuttaessa puhutaan lisäksi erilaisten kaapeleiden kohtelusta kuten joustavat kaapelit. Standardi määrittää lisäksi kuinka paljon kaapeleita saa taittaa ja millä välimatkalla taitoksia saa tapahtua. (NFPA 2018, 42–46)

NFPA 79 asettaa joitakin vaatimuksia esimerkiksi sähkömoottoreille. Sähkömoottoreille määritetään esimerkiksi mitoitus, kuinka ne tulee asentaa ja varmistetaan, että jokaisella moottorilla on kunnollinen jäähdytys, jotta lämpötilat pysyvät tarpeeksi alhaisina. Lisäksi moottoreiden merkintään otetaan kantaa standardissa. Merkintöjen tulee olla NFPA 70 -standardin kohdan 430.7 mukaiset (kuva 3. ja kuva 4.). Kuvista käy ilmi mitä tietoja NFPA 70 -standardin mukaan moottoreihin tulee olla merkittynä. Näihin tietoihin kuuluvat esimerkiksi valmistajan nimi ja nimellisa nopeus täydellä kuormalla. (NFPA 2018, 49)

#### **430.7 Marking on Motors and Multimotor Equipment.**

**(A) Usual Motor Applications.** A motor shall be marked with the following information:

- (1) Manufacturer's name.
- (2) Rated volts and full-load current. For a multispeed motor, full-load current for each speed, except shaded-pole and permanent-split capacitor motors where amperes are required only for maximum speed.
- (3) Rated frequency and number of phases if an ac motor.
- (4) Rated full-load speed.

KUVA 3. Moottoreiden merkitseminen osa 1 (NFPA 2020)

- (5) Rated temperature rise or the insulation system class and rated ambient temperature.
- (6) Time rating. The time rating shall be 5, 15, 30, or 60 minutes, or continuous.
- (7) Rated horsepower if  $\frac{1}{2}$  hp or more. For a multispeed motor  $\frac{1}{2}$  hp or more, rated horsepower for each speed, except shaded-pole and permanent-split capacitor motors  $\frac{1}{2}$  hp or more where rated horsepower is required only for maximum speed. Motors of arc welders are not required to be marked with the horsepower rating.
- (8) Code letter or locked-rotor amperes if an alternating-current motor rated  $\frac{1}{2}$  hp or more. On polyphase wound-rotor motors, the code letter shall be omitted.

Informational Note: See 430.7(B).

- (9) Design letter for design B, C, or D motors.

Informational Note: Motor design letter definitions are found in ANSI/NEMA MG 1-1993, *Motors and Generators, Part 1, Definitions*, and in IEEE 100-1996, *Standard Dictionary of Electrical and Electronic Terms*.

- (10) Secondary volts and full-load current if a wound-rotor induction motor.
- (11) Field current and voltage for dc excited synchronous motors.
- (12) Winding — straight shunt, stabilized shunt, compound, or series, if a dc motor. Fractional horsepower dc motors 175 mm (7 in.) or less in diameter shall not be required to be marked.
- (13) A motor provided with a thermal protector complying with 430.32(A)(2) or (B)(2) shall be marked "Thermally Protected." Thermally protected motors rated 100 watts or less and complying with 430.32(B)(2) shall be permitted to use the abbreviated marking "T.P."
- (14) A motor complying with 430.32(B)(4) shall be marked "Impedance Protected." Impedance-protected motors rated 100 watts or less and complying with 430.32(B)(4) shall be permitted to use the abbreviated marking "Z.P."
- (15) Motors equipped with electrically powered condensation prevention heaters shall be marked with the rated heater voltage, number of phases, and the rated power in watts.

**(B) Locked-Rotor Indicating Code Letters.** Code letters marked on motor nameplates to show motor input with locked rotor shall be in accordance with Table 430.7(B).

The code letter indicating motor input with locked rotor shall be in an individual block on the nameplate, properly designated.

- (1) **Multispeed Motors.** Multispeed motors shall be marked with the code letter designating the locked-rotor kilovolt-ampere (kVA) per horsepower (hp) for the highest speed at which the motor can be started.

*Exception: Constant horsepower multispeed motors shall be marked with the code letter giving the highest locked-rotor kilovolt-ampere (kVA) per horsepower (hp).*

- (2) **Single-Speed Motors.** Single-speed motors starting on wye connection and running on delta connections shall be marked with a code letter corresponding to the locked-rotor kilovolt-ampere (kVA) per horsepower (hp) for the wye connection.

- (3) **Dual-Voltage Motors.** Dual-voltage motors that have a different locked-rotor kilovolt-ampere (kVA) per horsepower

**Table 430.7(B) Locked-Rotor Indicating Code Letters**

Code Letter	Kilovolt-Amperes per Horsepower with Locked Rotor
A	0–3.14
B	3.15–3.54
C	3.55–3.99
D	4.0–4.49
E	4.5–4.99
F	5.0–5.59
G	5.6–6.29
H	6.3–7.09
J	7.1–7.99
K	8.0–8.99
L	9.0–9.99
M	10.0–11.19
N	11.2–12.49
P	12.5–13.99
R	14.0–15.99
S	16.0–17.99
T	18.0–19.99
U	20.0–22.99
V	22.4 and up

(hp) on the two voltages shall be marked with the code letter for the voltage giving the highest locked-rotor kilovolt-ampere (kVA) per horsepower (hp).

- (4) **50/60 Hz Motors.** Motors with 50- and 60-Hz ratings shall be marked with a code letter designating the locked-rotor kilovolt-ampere (kVA) per horsepower (hp) on 60 Hz.

- (5) **Part-Winding Motors.** Part-winding start motors shall be marked with a code letter designating the locked-rotor kilovolt-ampere (kVA) per horsepower (hp) that is based on the locked-rotor current for the full winding of the motor.

- (C) **Torque Motors.** Torque motors are rated for operation at standstill and shall be marked in accordance with 430.7(A), except that locked-rotor torque shall replace horsepower.

- (D) **Multimotor and Combination-Load Equipment.**

- (1) **Factory-Wired.** Multimotor and combination-load equipment shall be provided with a visible nameplate marked with the manufacturer's name, the rating in volts, frequency, number of phases, minimum supply circuit conductor ampacity, and the maximum ampere rating of the circuit short-circuit and ground-fault protective device. The conductor ampacity shall be calculated in accordance with 430.24 and counting all of the motors and other loads that will be operated at the same time. The short-circuit and ground-fault protective device rating shall not exceed the value calculated in accordance with 430.53. Multimotor equipment for use on two or more circuits shall be marked with the preceding information for each circuit.

- (2) **Not Factory-Wired.** Where the equipment is not factory-wired and the individual nameplates of motors and other loads are visible after assembly of the equipment, the individual nameplates shall be permitted to serve as the required marking.

## KUVA 4. Moottoreiden merkistseminen osa 2 (NFPA 2020)

Lisälaitteisiin ja valaistukseen otetaan lisäksi lyhyesti kantaa standardissa. Esi-merkiksi valaistus piirin jännitteet eivät saa ylittää 150 voltia ja valaistus piirillä tulee olla ylivirtasuojaus toteutettuna standardin mukaisesti. (NFPA 2018, 49–50)

Merkinnät ja turvallisuusmerkit ovat tärkeitä koneen yleisen turvallisuuden takia ja ne kertovat paljon koneen käyttäjälle. Turvallisuusmerkit varoittavat koneen

käyttäjää sen mahdollisista vaaroista ja ohjeistavat oikeaoppiseen toimintatapaan. Sähköiset laitteet tulee olla merkitty toimittajan nimellä tai muulla identifioivalla merkillä. Turvallisuusmerkkien tulee olla näkyvällä paikalla sähkökeskuksen ovessa ja niiden tulee olla ANSI Z535 sarjan mukaiset. Käyttöliittymässä toimintojen tulee olla selkeästi ja kestävästi merkattu. (NFPA 2018, 50–51)

Dokumentaatioon liittyen standardi määrittää esimerkiksi mitä informaatiota koneen mukana lähetetyn dokumentaation tulee sisältää. Yleiset tekniset tiedot, asennuskaavio, piirikaaviot, manuaali sekä osalista kuuluvat näihin dokumentteihin, jotka koneen valmistajan tulee lähettää asiakkaalle koneen yhteydessä. (NFPA 2018, 51–53)

Standardin mukainen testaus on oleellista ja standardi listaakin mitä tulee olla testattuna ja minkä asioiden toiminta tulee olla vahvistettu. Yleisestikin koneen testaus ennen asiakkaalle lähettämistä on tärkeää ja kaikkien osien oikea toiminta tulee tarkistaa. Standardi kuitenkin haluaa kiinnittää erityistä huomiota muutamiin asioihin testauksessa. (NFPA 2018, 53)

### **3.3 Octopus -käärintäkoneiden teoria**

Octopus käärintäkoneet ovat Signode Finland Oy:n pääasiallinen tuote ja niitä on valmistettu Suomessa Maskussa jo useampi vuosikymmen. Käärintäkoneet ovat täysautomatisoituja ja niitä on myyty ympäri maailmaa. Päämarkkina-alueet sijaitsevat kuitenkin Euroopassa ja Yhdysvalloissa. Koneilla on CE-merkintä, joten ne täyttävät Euroopan markkinoiden velvoittavat standardit sekä konedirektiivin.

Käärintäkoneen toiminta ja funktio on itsessään hyvin yksinkertainen. Koneeseen tuodaan lava, lähtökohtaisesti kuljettimella. Monet eri sensorit määrittävät lavan sijainnin tarkistaen, että se on keskellä konetta. Kaikissa Octopus -käärintäkoneissa on kehä, jossa käärintämuovia kuljettava ja syöttävä kelkka on kiinni. Lavan ollessa keskellä kehä laskeutuu ja käärintämuovia voidaan alkaa syöttämään kelkasta ja se kääritään lavan ympärille. Kierrokset, muovin kireyden sekä monia muita asetuksia pystyy säätämään koneen käyttöjärjestelmästä. Kun lava on



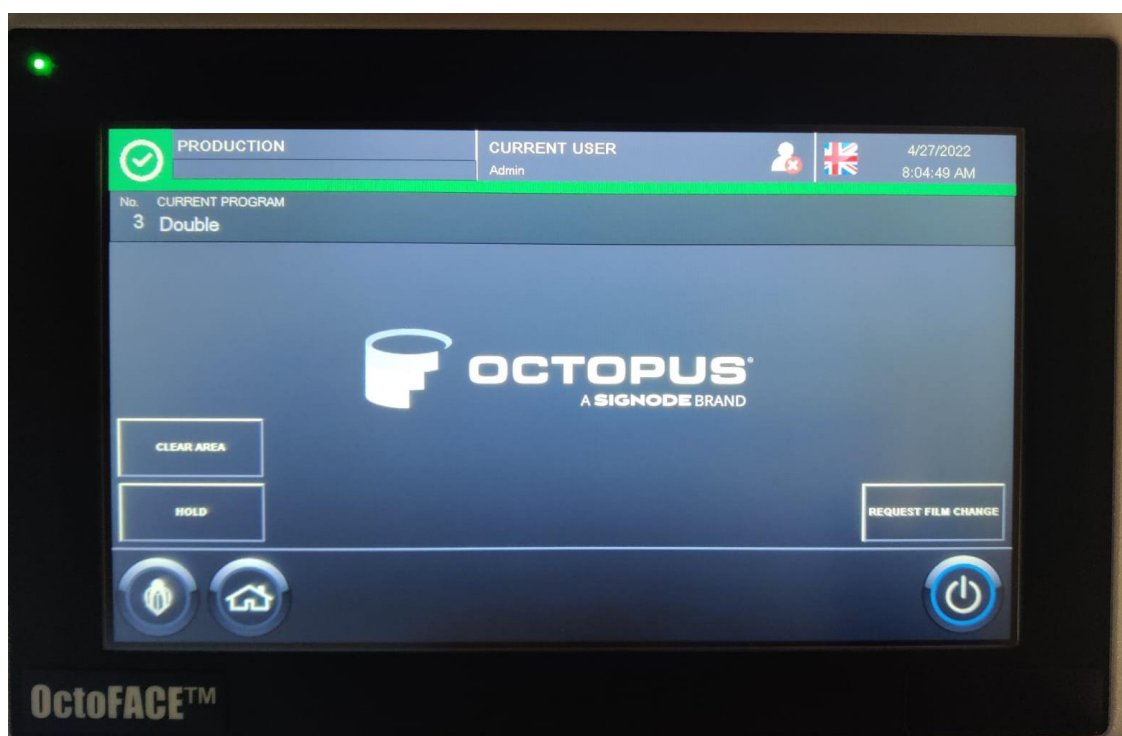
kääritty, saumataan muovin pää kiinni, jotta muovikääre ei lähde purkautumaan ja lähetetään lava ulos koneesta. Pääasiallinen tavoite on kääriä lavallinen tuotetta siististi ja kuljetusta kestävästi.

Koneita on saatavilla niin Siemensin kuin Allen Bradley'n logiikoilla. Siemens-logiikalla toteutetut koneet myydään pääasiassa Eurooppaan ja Yhdysvaltoihin puolestaan menee pääasiassa Allen Bradley'n logiikalla varustettuja koneita. Koneet ohjelmoidaan ja testataan yrityksen tehtaalla Maskussa.

Koneet halutaan usein osaksi isompaa tuotantolinjaa ja käärintäkone monesti toimii hyvin tuotantolinjan loppupäässä, sillä lavan käärintä mahdollistaa tuotteiden turvallisen kuljetuksen varastolle ja kauppaan. Käärintäkoneet tehdään pitkälti asiakkaiden vaatimusten mukaan ja niihin on saatavilla paljon erilaisia lisälaitteita, joiden tarpeellisuus riippuu käärittävän lavan tyypistä.

Koneisiin on saatavilla lisäksi paljon lisälaitteita, kuten automaattinen kalvorullanvaihto (RCS), joka vaihtaa käärintäkalvorullan itse, kun edellinen rulla loppuu. Muita vaihtoehtoja ovat esimerkiksi päällikalvo käärittäville lavoille, joka suojaavaa lavaa sen päältä lisäämällä yhden kerroksen muovia lavan päälle ennen käärintän aloittamista ja kulmatukilaite, joka lisää lavan kulmiin lisätuet. Lisätuet sekä suojaavat kulmia, että parantavat lavan vakautta. Asiakas voi halutessaan valita lisäksi muita lisäpalveluja koneeseensa kuten OctoMAX eli reaaliaikainen monitorointipalvelu, joka ennakoii huollot, mittaa suoritustasoa ja optimoi pakkaamista (Signode Finland Oy n.d.).

Koneet käyttävät yrityksen itse kehittämää OctoFace 2.0 käyttöjärjestelmää (kuva 5.), jonka avulla koneiden pääasiallinen ohjaaminen tapahtuu. Käyttöjärjestelmän kautta voidaan käynnistää ja sammuttaa kone, valita käärintäohjelma tai esimerkiksi ohjata koneita manuaalisesti tarpeen tullen. Käyttöliittymässä on mahdollista valita mitä koneen osaa ohjataan manuaalisesti ja mihin suuntaan. Jokaiselle koneen osalle on oma ohjauksensa niin päälaitteille kuin mahdollisille lisälaitteille.



KUVA 5. OctoFace 2.0 käyttöjärjestelmän aloitusnäyttö

Käyttöjärjestelmään on valmiiksi luotu muutamia käärintäohjelmia ja asiakas voi halutessaan itse luoda järjestelmään uusia tarpeidensa mukaisia käärintäohjelmia. Käärintäohjelma määrittää siis tavan, jolla kone käärii lavan. Ohjelmaan voidaan siis määrittää, kuinka monta kierrosta muovia kääritään ja millä kalvonkiereydellä. Lisäksi muita käärintään liittyviä asetuksia on mahdollista säätää käärintäohjelmaa tehtäessä.

Octopus -käärintäkoneet pystytään yhdistämään lähes poikkeuksetta minkä tahansa kuljetinvalmistajan kuljettimiin, mutta Signode Finland Oy tarjoaa lisäksi mahdollisuuden ostaa omia kuljettimiaan koneen yhteyteen. Kuljettimilla haluttu lava tuodaan ja poistetaan koneesta. Asiakkaan on mahdollista koneiden mukana ostaa lisäksi turvaverkot koneen yhteydessä, mutta voi hankkia ne myös kolmannen osapuolen kautta. Turvaverkot ovat pakolliset käärintäkoneen turvallisuuden takaamiseksi. Turvaverkko rajaa käärintäkoneen ympärille turva-alueen johon käynti käy portin kautta. Portti ei aukea, jos käärintäkone on päällä, eikä kone käynnisty, jos portti ei ole kiinni ja lukossa. Käärintäkoneen tulee aina olla turvaverkkojen sisällä.

Koneen turva-alueelle meneviä lavoja ja muita mahdollisia ei haluttuja esineitä tarkkaillaan valokennoilla. Valokenno havaitsee, jos lava kulkee siitä ohi ja logiikka määrittää onko lava haluttu vai ei. Jos lava on menossa koneeseen väärään aikaan, pysäytetään sitä kuljettava kuljetin. Valokenno pysäyttää käärintäkoneen, jos se havaitsee ei halutun asian tai esineen menevän koneen turva-alueelle. Valokennojen yhteydessä olevat muting sensorit pystyvät erottamaan henkilöt ja materiaalit toisistaan sallien vain materiaalien pääsyn turva-alueelle. Muting -toiminnolla lisäksi sallitaan lavan siirtäminen turva-alueelle. Turvallisuuden lisäämiseksi valokennot ovat myös koneen poistopuolella.

### 3.4 Octopus -käärintäkonemallit

Kuvassa 6. on esitetty kaksi Octopus konesarjan pienempää mallia: Compact sekä B-sarjan koneet. Koneita valmistetaan niin alumiini- ja teräsrunkoisina. Pienemmät, kevyemmän sarjan koneet ovat alumiinirukoisia. Compact ja B-sarjan koneet soveltuvat paremmin pienempien lavojen käärintään, lisäksi koneiden käärintäkapasiteetti eli kuinka monta lavaa ne pystyvät käärimään tunnissa, on jonkin verran alhaisempi kuin isommilla teräsrunkoisilla koneilla. Osittain johtuen alumiinin rajoittavista tekijöistä kevyenä runkomateriaalina. Pienemmän sarjan koneisiin on saatavilla vähemmän lisälaitteita isompiin koneisiin verrattuna.



KUVA 6. Compact ja B-sarjan Octopus käärintäkoneita (Signode Finland Oy n.d.)

Isoin ero Compact koneella muihin Octopus -käärintäkoneisiin verrattuna ilmenee sen sähkökeskuksessa. Koska kyseessä on kevyen luokan kone, on siinä täysikokoisen sähkökaapin sijaan käytetty pulpettimallista sähkökeskusta. Compact sarjan koneet ovat ainoita, joissa on ohjauspainikkeet Siemensin logiikalla toteutetuissa koneissa. Kaikki muut konemallit Siemens logiikalla varustettuna turvautuvat vain sähkökaapin oveen sijoitetun kosketusnäytön kautta tapahtuvaan ohjaukseen. Compact sarjan koneet soveltuvat hyvin matalan kapasiteetin tuotantoon ja B-sarjan koneet matalan ja keskitason tuotantovolyymille. (Signode Finland Oy n.d.)

Kuvassa 7. esitetään puolestaan Octopus käärintäkoneista isommat, teräsrunkoiset versiot eli S-sarjan ja T-sarjan koneet. Tukevampi teräsrunko mahdollistaa koneiden nopeamman pyörimisen, kun rungon kestävyys ja vakaus ei ole enää rajoittava tekijä. Kun kone pystyy pyörimään nopeammin, mahdollistaa se samalla lavojen nopeamman käärimisen ja nostaa koneen tunnissa käärimien lavojen määrää. Teräsrunkoiset koneet ovat lisäksi korkeampia, joka mahdollistaa korkeiden lavojen käärimisen. S-sarjan koneet muistuttavat pitkälti B-sarjan koneita rungon rakennetta lukuun ottamatta. S-sarjan koneisiin on saatavilla lisäksi useampia lisälaitteita.



KUVA 7. S- ja T-sarjan Octopus käärintäkoneita (Signode Finland Oy n.d.)

T-sarjan koneet eroavat hieman enemmän muista Octopus -käärintäkoneista. T-sarja eli Twin sarja saa nimensä kaksikelkkaisuudesta. Koneessa on siis kaksi käärintämuovia syöttävää yksikköä. Kaksi muovin syöttöyksikköä lisää entisestään koneen käärintänopeutta. Yksiköt pyörivät kehää ympäri samanaikaisesti sen vastakkaisilla puolilla. S- ja T-sarjan koneet ovat parempia keski- ja korkean kapasiteetin tuotannon tarpeisiin. (Signode Finland Oy n.d.)

NFPA 79 -sähköstandardin toteuttamisen osalta koneissa ei ole isoa eroa. Koneissa on pitkälti sama toteutus periaate ja osalista. Isommissa koneissa on luonnollisesti enemmän osia ja tätä kautta enemmän johtimia, joten niiden kanssa isommissa käärintäkoneissa tulisi olla entistäkin tarkempi sähköstandardin vaatimuksia toteutettaessa. Koska koneissa ei lähtökohtaisesti ole isoja eroja sähkökaapin koossa, voi asennuksissa johtojen sijoittelussa ja kaapeliväylien täyttöprosentteissa ilmetä joitakin ongelmia teräsrunkoisten koneiden kohdalla, kun sähkökaappi on lähtökohtaisesti täydempi.

## 4 VAIKUTUKSET

NFPA 79 -sähköstandardi vaikuttaa moneen vaiheeseen Octopus -käärintäkoneen tuotannossa ja toimituksessa asiakkaalle. Sen vaikutukset näkyvät aina koneiden suunnittelusta niiden mukana asiakkaalle lähteviin dokumentteihin sekä yleisellä tasolla yrityksen toimintatapoihin NFPA 79 -sähköstandardia noudattavien koneiden tuotannossa.

### 4.1 Octopus käärintäkoneisiin

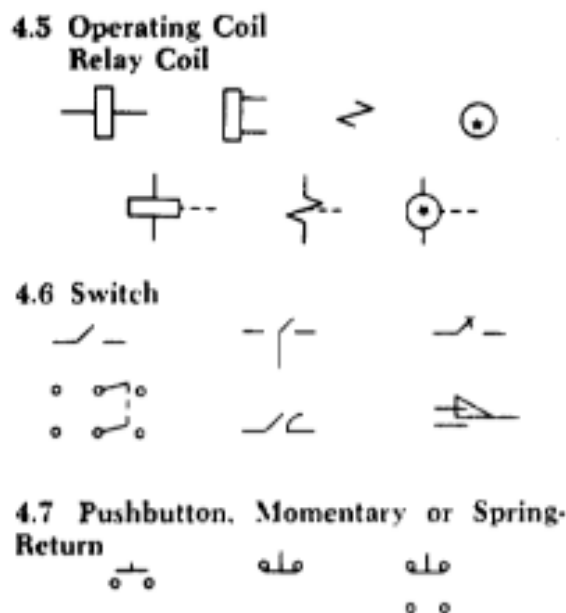
Octopus käärintäkoneisiin ei tarvitse soveltaa jokaista kohtaa NFPA 79 -sähköstandardista. Koneita tehdään jo UL-standardin mukaisesti, joten osaa NFPA 79 -sähköstandardin kohdista noudatetaan jo valmiiksi yrityksen tuottamissa Yhdysvaltoihin myydyissä koneissa. Monet vaatimukset olivat yleisen hyvän käytännön mukaisia, joten niitä sen puolesta noudatetaan jo valmiiksi käärintäkoneissa. Standardin vaikutukset Octopus -käärintäkoneisiin:

- Johdotus ja johdot
- Suunnittelussa käytettävät symbolit
- Asennukset
- Varoituskyltit
- Signaalivalojen tarkistus
- Sähkökuvien piirtotavan vahvistus asiakkaalta

Kartoituksen jälkeen pääasialliset painopisteet Octopus -koneiden kohdalla ovat suunnittelussa NFPA 79 -sähköstandardia toteutettaessa. Kaapeleiden paksuudet eli AWG arvot tulee tarkastaa ja tarvittaessa vaihtaa standardin mukaisiksi. Standardi sisältää monta taulukkoa kaapeleiden paksuuksiin liittyen ja niitä on moniin eri tilanteisiin. Jokaiseen erilaiseen tilanteeseen ja vaiheeseen tulee valita oikean paksuiset johdot yksilöllisesti. Tämä tulee koneen sähkösuunnittelijan toteuttaa standardin taulukoiden mukaisesti suunnitteluvaiheessa.

Suunnittelussa tulee käyttää sähköstandardissa määrättyjä symboleita, jotka ovat IEEE 315 standardin mukaisia. Kuvassa 8. esitetään muutamia esimerkkejä IEEE 315 standardin mukaisista symboleista. Halutessaan yritys voi

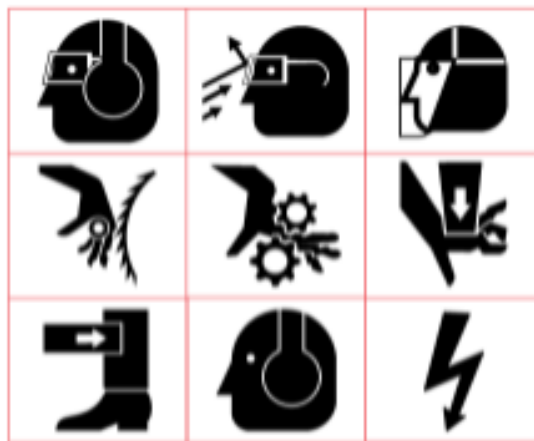
vaihtoehtoisesti taulukoida selkeästi projektissa käytetyt symbolit ja selittää niiden merkitykset yksiselitteisesti, jos IEEE 315 standardin mukaisia symboleita ei projektin sähkökuvilla käytetä. Octopus -käärintäkoneiden kohdalla todettiin, ettei käytettyjä symboleita lähdetä sähkökuvilla vaihtamaan, vaan parempi vaihtoehto on taulukoida ja listata yrityksen itse käyttämät symbolit sähkökuva tiedoston alkuun. Tähän tulokseen tultiin, koska kaikki koneprojektit ja niiden kuvat halutaan pitää yhdenmukaisina, lisäksi IEEE 315 on hyvin vanha standardi vuodelta 1975, joten sen mukaisia symboleita on hankala löytää valmiiksi mihinkään nykyaikaiseen suunnitteluohjelmaan ja kaikkien symbolien tekeminen itse veisi paljon aikaa ja resursseja.



KUVA 8. IEEE 315 standardin mukaisia symboleita (iProcesSmart n.d.)

Asennuksiin liittyvät seikat tulee lisäksi ottaa huomioon. NFPA 79 -sähköstandardi ottaa kantaa esimerkiksi kaapeleiden taittoprosentteihin ja siihen kuinka pitkä välimatka kahden taitoksen välissä tulee minimissään olla. Sähköstandardi ottaa kantaa kaapeliväylien täyttöprosentteihin. Koska nämä vaiheet tapahtuvat kaapin kokoamisvaiheessa, jonka toteuttaa yksi yrityksen alihankkijoista, tulee yrityksen keskustella näistä vaatimuksista yhdessä alihankkijan kanssa ja pohtia yhdessä, kuinka nämä asennuksiin liittyvät vaatimukset saadaan parhaiten toteutettua.

Koska standardi ottaa lisäksi paljon kantaa varoituskyltteihin tulee huomioida ja tarvittaessa lisätä standardin haluamat ja sen mukaiset varoituskyltit. NFPA 79 - sähköstandardin mukaan varoituskylttien tulee olla ANSI Z535 sarjaa. Samoin ANSI on organisaatio, joka on tehnyt lukuisia eri standardeja ja jonka standardit pääasiassa tunnetaan Yhdysvalloissa, mutta niitä käytetään yhtä lailla maailmalla. Varoituskyltit kertovat koneen käyttäjälle, sekä muille henkilöille, jotka ovat koneiden kanssa tekemisissä, mahdollisista koneeseen liittyvistä vaaroista ja riskeistä. Varoituskyltit ideaalisesti ehkäisevät tai jopa poistavat riskikäyttäytymistä koneisiin liittyen ja niiden ympärillä. Kuvassa 9. on esitetty esimerkkejä ANSI Z535:n mukaisista symboleista.



ANSI Z535  
Safety Symbols

KUVA 9. ANSI Z535 mukaisia symboleita  
(SafetySign n.d.)

Standardia noudattaessa tarkistettiin lisäksi painikkeiden oikeellisuus tyypin ja värin puolesta. Tarkistus osoitti painikkeiden ja värien olevan standardin mukaiset. Standardissa on taulukoitu eri signaalivalojen värien vaadittu merkitys, joten samoin signaalivalojen värit ja merkitykset tarkistettiin vastaamaan standardia. Standardissa punaiselle, keltaiselle, vihreälle ja siniselle signaalivalolle on annettu määrätty merkitykset. Muun värisille valoille ei ole määrättyä merkitystä standardissa. Standardissa esitetty taulukko signaalivaloista ja niiden vaadituista merkityksistä on esitetty kuvassa 10.



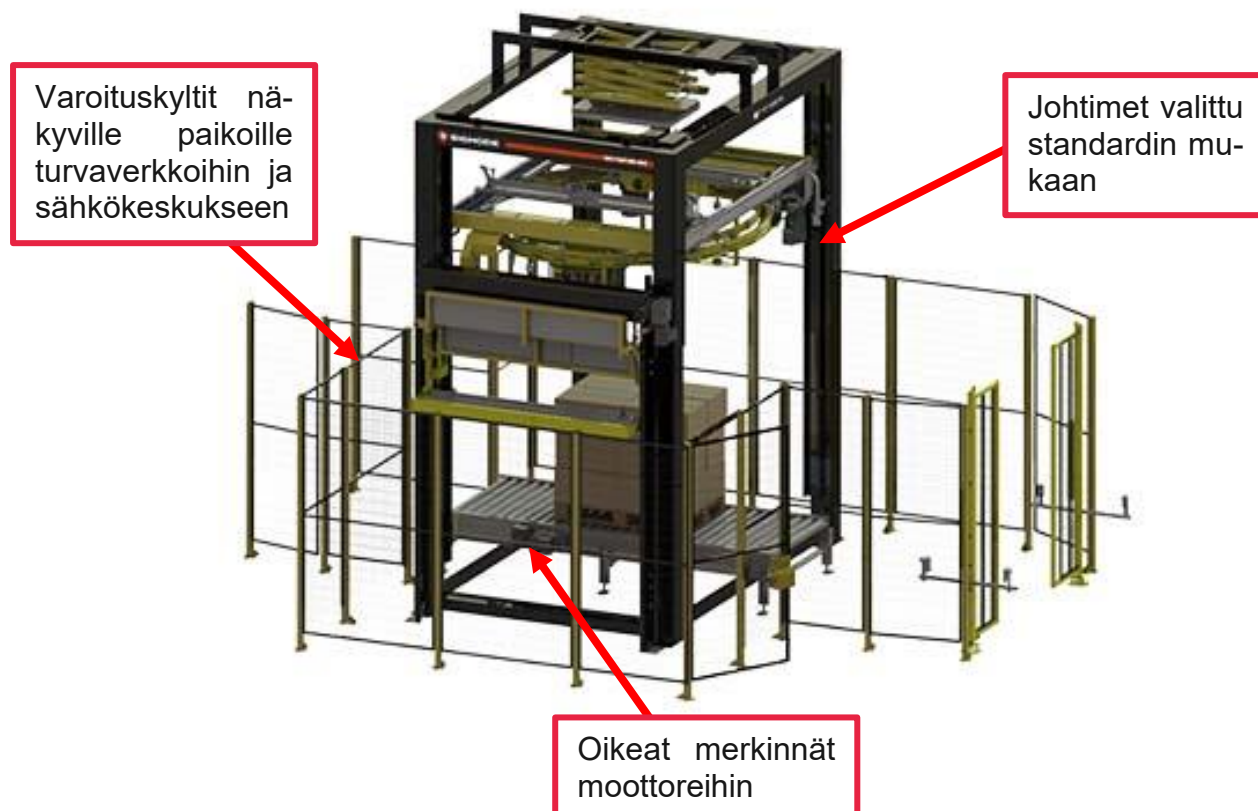
**Table 10.3.3 Machine Indicator Lights and Icons**

Color	Purposes		
	Safety of Persons or Environment	Condition of Process	State of Equipment
RED	Danger	Emergency	Faulty
YELLOW (AMBER)	Warning/ Caution	Abnormal	Abnormal
GREEN	Safe	Normal	Normal
BLUE	Mandatory action		
CLEAR WHITE GRAY BLACK	No specific meaning assigned		

KUVA 10. Taulukko signaalivalojen merkityksistä (NFPA 2018, 33)

Komponentti muutoksia koneisiin ei oikeastaan NFPA 79 -sähköstandardin pohjalta tarvitse tehdä. Koska koneita on aikaisemmin tuotettu hyvin samankaltaisen UL-standardin mukaan, ovat monet osista jo valmiiksi NFPA 79 -standardin mukaiset. Lähtökohtaisesti sähköstandardi esitti hyvin vähän itse koneen osiin liittyviä vaatimuksia, eivätkä esitetyt vaatimukset yleisestikään sattuneet vaikuttamaan Octopus -käärintäkoneisiin, sillä ei niissä kyseisen tyyppisiä osia ole.

Kuvassa 11 on annettu muutama konkreettinen esimerkki standardin vaikutuksista käärintäkoneisiin. Monet sähköstandardin aiheuttamista muutoksista eivät näy koneesta ulospäin, sillä monet muutoksista tapahtuvat koneen suunnitelmassa tai sähkökeskuksessa.



KUVA 11. Sähköstandardin vaikutukset Octopus -käärintäkoneisiin

## 4.2 Dokumentaatioon

Koneen suunnitteluvaiheessa on jo hyvä varmistaa dokumentaatioon liittyviä asioita, kun kyseessä on NFPA 79 -sähköstandardi. Standardin mukaan sähkökuvat tulee piirtää yhdysvaltalaiseen tapaan niin, että niitä voidaan lukea oikealta vasemmalle. Asiakkaalta voidaan kuitenkin pyytää hyväksyntä kuvien eurooppalaiseen piirtotapaan, eli ylhäältä alas. Lisäksi Octopus -käärintäkoneiden kanssa tullaan pyytämään asiakkaalta lupa piirtää kuvat ylhäältä alas NFPA 79 -standardia noudattavien koneiden kohdalla

Standardin mukaiset ja siinä vaaditut dokumentit lähtökohtaisesti yrityksen puolesta lähetetään asiakkaalle koneen mukana, joten sen suhteen dokumentaatioon ei tapahdu standardin toteuttamisen puolesta muutoksia.

### 4.3 Yrityksen toimintaan

NFPA 79 -sähköstandardin toteutus Signode Finlandin koneissa vaatii yritykseltä tiivistä kommunikaatiota työntekijöiden sekä alihankkijoiden kanssa. Olettaen, ettei sähköstandardi ole kaikille alihankkijoille tuttu, tulee heidän kanssaan käydä keskustelu sähköstandardin vaatimuksista ja pohtia yhdessä niiden vaikutuksista yritysten yhteistyöhön.

Joiltain osin sähköstandardin toteuttaminen vaatii lisäksi kommunikaatiota asiakkaan kanssa, sillä yritys ei pysty ottamaan täyttä vastuuta kaikista standardiin liittyvistä kohdista. Osa kohdista käsittelee esimerkiksi työpisteen siisteyttä ja työpisteen minimikokoa, joista asiakkaan tulee ottaa vastuu, sillä yritys itse ei voi niitä olla asiakkaan tiloissa valvomassa. Sähköstandardissa esitetään taulukko, joka näkyy kuvassa 12 (NFPA 2018, 36). Taulukko listaa vaadittavan työpisteen syvyyden suhteessa olosuhteisiin, jota asiakkaan tulee omissa tiloissaan noudattaa.

**Table 11.5.1.1 Working Space Depth**

Nominal Voltage to Ground	Minimum Clear Distance		
	Condition 1	Condition 2	Condition 3
0–150	900 mm (3 ft)	900 mm (3 ft)	900 mm (3 ft)
151–600	900 mm (3 ft)	1.0 m (3½ ft)	1.2 m (4 ft)
601–1000	900 mm (3 ft)	1.2 m (4 ft)	1.5 m (5 ft)

Note: Where the conditions are as follows:

**Condition 1** — Exposed live parts on one side and no live or grounded parts on the other side of the working space, or exposed live parts on both sides effectively guarded by insulating materials. Insulated wire or insulated busbars operating at not over 300 volts to ground shall not be considered live parts.

**Condition 2** — Exposed live parts on one side and a grounded surface on the other side. Concrete, brick, or tile walls shall be considered as grounded.

**Condition 3** — Exposed live parts on both sides of the working space (not guarded as provided in Condition 1) with the operator between.

KUVA 12. Taulukko työpisteen syvyydestä (NFPA 2018, 36)

Asiaankuuluvaa henkilöstöä tulee informoida asiasta ja tehdä selkeä kaava, jonka mukaan toimitaan, jos NFPA 79 -sähköstandardin mukaisia koneita suunnitellaan tai kokoonpannaan yrityksen toimesta tulevaisuudessa. Kun kaikki tietävät mitä tulee tehdä ja miten sähköstandardin suhteen tulee toimia, sujuu työnteko ja muutos NFPA 79 -sähköstandardin toteutukseen sujuvammin.

Yrityksen halutessa jatkaa sähköstandardin tarjoamista asiakkailleen vielä vuosien päästä, vaatii se jatkuvaa työtä. Standardin päivittyessä muutaman vuoden välein, pitää yrityksen olla valmis muuttamaan omaa toimintaansa sähköstandardin suhteen. Yrityksen tulee jatkossa tutustua standardissa tapahtuneisiin muutoksiin ja arvioida vaativatko muutokset heidän osaltaan sopeutumista.

Yritys joutuu lisäksi käyttämään ulkopuolisia tahoja tarkistamaan ja hyväksyttämään koneet NFPA 79 -standardin mukaisiksi. Näiden tahojen kanssa hyvä ja kattava kommunikointi on kannattavaa. Ulkopuolinen taho kuitenkin pystyy antamaan jopa tärkeitä näkemyksiä ja mielipiteitä NFPA 79 -sähköstandardiin liittyen, sillä heidän osaamiseensa kuuluu tuntea standardi läpikotaisin.

## 5 POHDINTA

Koska työ on luonteeltaan teoreettinen, siinä ei kohdattu merkittäviä ongelmia. Englanninkielinen standardin teksti tuotti paikoin tulkinnallisia vaikeuksia, sillä kaikkia kohtia ei ollut selitetty täysin yksiselitteisesti. Standardin kieli on vaikeasti ymmärrettävää ja saattaa tuottaa vaikeuksia jopa äidinkielenään englantia puhuvalle henkilölle.

Moni asia voi mahdollisesti mennä pieleen sähköstandardia sovitettaessa jo olemassa olevaan tuotteeseen. Tässä tapauksessa yrityksen valmistamia koneita oli valmistettu jo ennen UL-sähköstandardin mukaan, joka teki NFPA 79 -sähköstandardin koneeseen sovittamisesta huomattavasti helpompaa.

Kaiken kaikkiaan työ sujui hyvin ja etenemisprosessi tapahtui lähes ajallaan. Eniten aikaa opinnäytetyön aikana meni sähköstandardin lukemiseen ja sen sisällön sisäistämiseen ja uusiin asioihin tutustumiseen. Standardien yleinen ymmärtäminen on yksi hyvä taito, joka opinnäytetyöstä on varmasti jäänyt käteen. Standardien teksti, rakenne ja kielikuva ei ole helpoimmasta eikä kevyimmästä päästä ymmärtää.

Verrattaessa eurooppalaisiin standardeihin puhutaan NFPA 79 -sähköstandardissa Yhdysvalloissa käytössä olevista jännitteistä ja taajuuksista. Esimerkiksi Suomessa verkkovirta on 230 V 50 Hz taajuudella, kun taas Yhdysvalloissa verkkovirta on 120 V 60 Hz taajuudella. Toinen iso ero eurooppalaisten ja yhdysvaltalaisien standardien välillä käy ilmi puhuttaessa pistorasioista. Muissa sähköstandardeissa saattaa olla muitakin eroavaisuuksia esimerkiksi sähkön jakelussa, mutta puhuttaessa sähköstä näin pienellä tasolla, ei tällaisia eroavaisuuksia Euroopan ja Yhdysvaltojen välillä tarvitse huomioida. (Holland 2020)

NFPA 79 -sähköstandardi ei ole sisällöllisesti kovin laaja. Jos se kuitenkin lisätään Ocopus -käärintäkoneisiin, muutama standardin mukainen muutos parantaa koneiden soveltuvuutta Yhdysvaltojen markkinoille. Erityisesti juuri NFPA 79 -sähköstandardin ajaman paloturvallisuuden näkökulmasta koneista saadaan standardin myötä turvallisempia. Vaikutusten näkemiseen voi mennä aikaa,

mutta hyvässä tilanteessa laitteiden elinikä pitenee NFPA 79 -sähköstandardin noudattamisen takia. On mahdollista, etteivät vaikutukset ole kovin näkyviä vuosienkaan päästä, mutta ehdottomasti sähköstandardin lisääminen koneisiin on ennen kaikkea hyvä ja positiivinen asia.

Muutokset, jotka opinnäytetyössä on havaittu tarpeellisiksi, lisätään jatkossa koneisiin, jotka asiakkaille on myyty NFPA 79 -sähköstandardin mukaisina. Yrityksellä on ollut asiakkaiden puolelta kysyntää kyseistä sähköstandardia noudattavista koneista ja tämäkin opinnäytetyö toteutettiin yritykselle koneprojektin toteuttamista varten.

## LÄHTEET

NFPA. n.d. Verkkosivut. Viitattu 18.1.2022

<https://www.nfpa.org>

NFPA. 2018. NFPA 79 Electrical Standard for Industrial Machinery.

NFPA. 2018. NFPA 79 Electrical Standard for Industrial Machinery Handbook.

Signode Finland Oy. n.d. Verkkosivu. Viitattu 18.1.2022

<https://signodestretchwrapping.com>

Signode Industrial Group. n.d. Verkkosivu. Viitattu 18.1.2022

<https://www.signode.fi/koti/>

Holland, S. 2020. The Major Differences in Electrical Standards Between the U.S. and Europe. Electronicspoint 2020. Viitattu 15.4.2022

<https://www.electronicpoint.com/opinion/the-major-differences-in-electrical-standards-between-the-u.s.-and-europe/>

Tatum, M. 2022. What is the Difference Between American and European Electrical Outlets? EasyTechJunkie. Viitattu 15.4.2022

<https://www.easytechjunkie.com/what-is-the-difference-between-american-and-european-electrical-outlets.htm>

SafetySign. n.d. Verkkosivut. Viitattu 26.4.2022

<https://www.safetySign.com/ansi-safety-labels>

NEMA. n.d. Verkkosivut. Viitattu 26.4.2022

<https://www.nema.org>

IEEE. n.d. Verkkosivut. Viitattu 26.4.2022

<https://www.ieee.org>

iProcesSmart. n.d. Verkkosivut. Viitattu 26.4.2022

<http://www.iprocesmart.com/techsmart/elecsymbols.htm>

NFPA. 2020. NFPA 70 National Electrical Code.