

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

2025

Mandi Seppälä

OCTOPUS-  
KÄÄRINTÄKONEIDEN  
TURVALAITTEISIIN LIITTYVÄT  
MÄÄRÄYKSET JA NIIDEN  
SOVELTAMINEN  
KÄYTÄNNÖSSÄ

Mandi Seppälä

# OCTOPUS-KÄÄRINTÄKONEIDEN TURVALAITTEISIIN LIITTYVÄT MÄÄRÄYKSET JA NIIDEN SOVELTAMINEN KÄYTÄNNÖSSÄ

Tämän opinnäytetyön aiheena oli kartoittaa niitä käytännön keinoja, miten koneturvallisuuteen liittyviä standardeja tulkitaan ja käytetään Signode Finland Oy:ssä automaattisten käärintäkoneiden suunnittelutyössä. Työn tavoitteena on laatia standardeista ja niiden soveltamisesta yhteenveto, joka selventää niiden tulkintaa. Työn tulosta voidaan hyödyntää yrityksen sisäisessä käytössä apuna suunnittelutyössä.

Tekstissä kuvataan toimeksiantajaa yrityksenä ja käydään läpi yrityksen yleisimmät ja työn kannalta olennaisimmat laitesovellukset. Tämän jälkeen siirrytään varsinaiseen turvallisuusosioon, jossa kartoitetaan koneturvallisuuteen liittyvät standardit ja niiden soveltaminen käytännössä. Käsiteltävät standardit ovat Euroopan unionin konedirektiivi 2006/42/EY, SFS-EN 415-6: Safety of packaging machines. Part 6: Pallet wrapping machines ja SFS-EN ISO 13857: Koneturvallisuus, turvaetäisyydet yläraajojen ja alaraajojen ulottumisen estämiseksi vaaravyöhykkeille.

Opinnäytetyössä tutustuttiin kattavasti konedirektiiviin ja aiheeseen liittyviin standardeihin sekä käärintäkoneisiin liittyviin turvallisuusnäkökohtiin. Työn tuloksena syntyi kattava tiivistelmä käärintäkoneiden keskeisistä turvalaitteista ja niihin liittyvien määräysten soveltamisesta. Työ on helposti luettavissa oleva ja selkeä kokonaisuus, jota suunnittelija voi hyödyntää työssään.

## ASIASANAT:

koneturvallisuus, konedirektiivi, standardit, pakkauskone

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical engineering

2025 | 41 pages

Mandi Seppälä

# SAFETY RELATED STANDARDS AND THEIR PRACTICAL APPLICATIONS IN OCTOPUS WRAPPING MACHINES

The purpose of this thesis was to investigate how the standards related to machine safety are interpreted and used at Signode Finland Oy. The aim of the thesis was to prepare a summary of the standards and their usage to clarify their interpretation. As a result, the thesis can be used internally in the company as an auxiliary tool for designers and sales.

The study describes the company and reviews its most common and relevant device applications. Next, the actual safety section describes the standards related to machine safety. The standards in question are the European Union machinery directive 2006/42/EC, SFS-EN 415-6: Safety of packaging machines. Part 6: Pallet wrapping machines and SFS-EN ISO 13857: Machine safety, safety distances to prevent upper and lower limbs from reaching danger zones.

The thesis provides a comprehensive overview of the machinery directive and the related standards, as well as the safety aspects of the wrapping machines. The result of the thesis was a summary of the key safety devices and the application of the related regulations. The thesis is an easily readable and clear entity that can be utilized in engineering.

## KEYWORDS:

safety of machinery, machine directive, standards, packaging machine

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO</b>	<b>7</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>8</b>
<b>2 TIETOA TOIMEKSIANTAJASTA</b>	<b>9</b>
2.1 Signode Industrial Group ja Crown Holdings	9
2.2 Signode Finland Oy	9
<b>3 AUTOMAATTISET OCTOPUS-KÄÄRINTÄKONEET</b>	<b>10</b>
3.1 Mekaaninen rakenne ja toimintaperiaate	10
3.2 Käärintäkonemallit	12
3.3 Käärintäkoneiden lisälaitteet	14
3.3.1 Kuormanvakain	14
3.3.2 Automaattinen kalvorullanvaihtaja	15
3.3.3 Päällikalvolaite	17
3.3.4 Kuljettimet ja lavanostin	18
<b>4 OCTOPUS-KÄÄRINTÄKONEISSA SOVELLETTAVAT TURVALLISUUTEEN LIITTYVÄT STANDARDIT JA LAINSÄÄDÄNTÖ</b>	<b>19</b>
4.1 Konedirektiivi ja standardit	19
4.1.1 Konedirektiivin liite I	20
4.1.2 CE-merkintä ja vaatimustenmukaisuusvakuutus	21
4.1.3 Koneasetus 1230/2023	22
4.2 Standardit	22
4.2.1 Standardityypit	23
4.2.2 Työssä käsiteltävät standardit	24
<b>5 RISKIEN ARVIOINTI JA KÄÄRINTÄKONEIDEN MEKAANISET TURVALLISUUSRISKIT</b>	<b>25</b>
5.1 Riskien arviointi	25
5.1.1 Liikkuvat osat	27
5.1.2 Painovoiman aiheuttama vaara, putoavat objektit	27
5.1.3 Kuljettimien aiheuttama vaara	27
5.2 Koneen raja-arvot	27

<b>6 KÄÄRINTÄKONEIDEN TURVALAITTEET JA NIITÄ OHJAAVAT STANDARDIT</b>	<b>29</b>
6.1 Suojaverkot	31
6.1.1 Suojaverkkojen sijoittelu ja turvaetäisyydet	31
6.1.2 Automaattisen kalvorullan vaihtajan oviluukku	35
6.2 Valoverhot	36
6.2.1 Valoverhojen sijoittelu	37
6.3 Häätäpysäytys	38
6.4 Jäännösriskeistä ilmoittaminen	38
<b>7 LOPUKSI</b>	<b>40</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>41</b>

## KUVAT

Kuva 1. Octopus 1800B osana linjastoa.	10
Kuva 2. Vastesaumain.	11
Kuva 3. Kalvonjakokelkka. Kalvonjakokelkka syöttää moottorin avulla kalvorullasta kalvoa tuotteen ympärille.	12
Kuva 4. Octopus-konemallit käärintäkehän pyörimisnopeuden mukaan jaoteltuina. (Signode Finland Oy, sisäinen materiaali.)	13
Kuva 5. Saksitoiminen kuormanvakain.	14
Kuva 6. Pneumaattinen kuormanvakain.	15
Kuva 7. Automaattinen kalvorullanvaihtaja.	16
Kuva 8. Kasettimakasiini.	16
Kuva 9. Käärintäkone kalvorullan vaihtajalla, päällikalvolaitteella ja kuormanvakaimella varustettuna.	17
Kuva 10. Standardien rooli vaatimustenmukaisuusolettaman todentamisessa. (METSTA: Koneturvallisuuden standardit.)	20
Kuva 11. CE-merkintä.	21
Kuva 12. Ohjeita suojusten ja turvalaitteiden valitsemiseksi liikkuvien osien aiheuttamia vaaroja vastaan. (SFS-EN ISO 12100, 6.3.2.)	30
Kuva 13. Esimerkki passivointijärjestelystä. (SFS-EN 415-6.)	36

## TAULUKOT

Taulukko 1. Riskimatriisi.	26
Taulukko 2. SFS-EN ISO 13857, taulukko 2. Suojaverkkojen korkeus ja etäisyys vaaravyöhykkeestä.	32
Taulukko 3. SFS-EN ISO 13857, taulukko 7.	33
Taulukko 4. Ulottuminen aukkojen läpi. (SFS-EN ISO 13857.)	35

## KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

<b>Jäännösriski</b>	Suojaustoimenpiteiden toteuttamisen jälkeen jäljelle jäävä riski
<b>Kiristekalvo</b>	Pakkauksen ympärille vedettävä elastinen muovikalvo
<b>Kiristekäärintä</b>	Käärintäprosessi, jossa kiristekalvo kääritään pakkauksen ympärille
<b>Kone</b>	Toisiinsa liitettyjen osien tai komponenttien yhdistelmä, jossa on tai joka on tarkoitettu varustettavaksi voimansiirtojärjestelmällä ja jossa ainakin yksi osa tai komponentti on liikkuva ja joka on kokoonpantu erityistä toimintoa varten
<b>Riittävä riskin pienentäminen</b>	Vähintään lakisääteisten vaatimusten mukainen riskin pienentäminen ottaen huomioon sen hetkinen tekniikan taso
<b>Riski</b>	Vahingon esiintymistodennäköisyyden ja kyseisen vahingon vakavuuden yhdistelmä
<b>Riskianalyysi</b>	Koneen raja-arvojen määrittelyn, vaarojen tunnistamisen ja riskin suuruuden arvioinnin muodostama kokonaisuus
<b>Riskien arviointi</b>	Riskianalyysin ja riskien merkityksen arvioinnin käsittävä kokonaisprosessi
<b>Riskin suuruuden arviointi</b>	Vahingon todennäköisen vakavuuden ja sen esiintymistodennäköisyyden määrittäminen
<b>Vaaravyöhyke</b>	Koneessa tai sen ympärillä oleva alue, jossa henkilöön kohdistuu turvallisuusriski

# 1 JOHDANTO

Koneturvallisuus nousee jatkuvasti yhä keskeisemmäksi aiheeksi teollisuudessa, ja turvallisuutta koskeva lainsäädäntö kehittyy ja tarkentuu koko ajan tekniikan kehittyessä. Koneturvallisuus liittyy keskeisesti työturvallisuuteen ja vaikuttaa siten niin konevalmistajien kuin koneiden käyttäjien jokapäiväiseen toimintaan. Turvallisuusnäkökulmat on otettava huomioon yhä tarkemmin koneita suunniteltaessa ja valmistettaessa. Konevalmistajan on huomioitava koneiden aiheuttamat riskit ja pyrittävä minimoimaan ne joko erilaisin suojauksin tai jo suunnitteluvaiheessa pyrkimällä turvallisuuden huomioivaan suunnittelutapaan. Koneturvallisuutta säädellään lakien ja standardien avulla.

Opinnäytetyön tilaaja Signode Finland Oy on valmistanut automaattisia käärintäkoneita jo usean vuosikymmenen ajan. Tänä aikana turvallisuuteen on alettu kiinnittää yhä enemmän huomiota, ja turvallisuusnäkökulmista on tullut osa niin suunnittelijoiden kuin tuotannon henkilöstön päivittäistä työtä. Tässä työssä keskitytään Signode Finland Oy:ssä sovellettaviin koneturvallisuuteen liittyviin ensisijaisesti mekaanisia suojauksia koskeviin standardeihin.

## 2 TIETOA TOIMEKSIANTAJASTA

### 2.1 Signode Industrial Group ja Crown Holdings

Opinnäytetyön tilaaja Signode Finland Oy on osa yhdysvaltalaisista Signode Industrial Group -konsernia, johon kuuluu globaalisti yli 100 yritystä. Signode perustettiin Yhdysvalloissa vuonna 1913, ja nykyään se työllistää yli 7000 henkilöä yli 80 toimipisteessä ympäri maailman. Signoden emo-organisaatio on vuodesta 2018 lähtien ollut yhdysvaltalainen Crown Holdings, joka on keskittynyt erilaisten metallisäiliöiden, kuten alumiinitölkkien, ja kuljetuspakkausten valmistukseen. Crown Holdings on perustettu vuonna 1892 ja vuonna 2020 se työllisti yli 33 000 henkilöä 39 maassa. Crownin tunnetuin tuote lienee juomapulloissa käytettävä kruununkorkki, jonka kehitti ja patentoi irlantilaisyyntyinen keksijä William Painter vuonna 1892. (<https://www.crowncork.com/>, <https://www.signode.com/en-us/about-us/>)

### 2.2 Signode Finland Oy

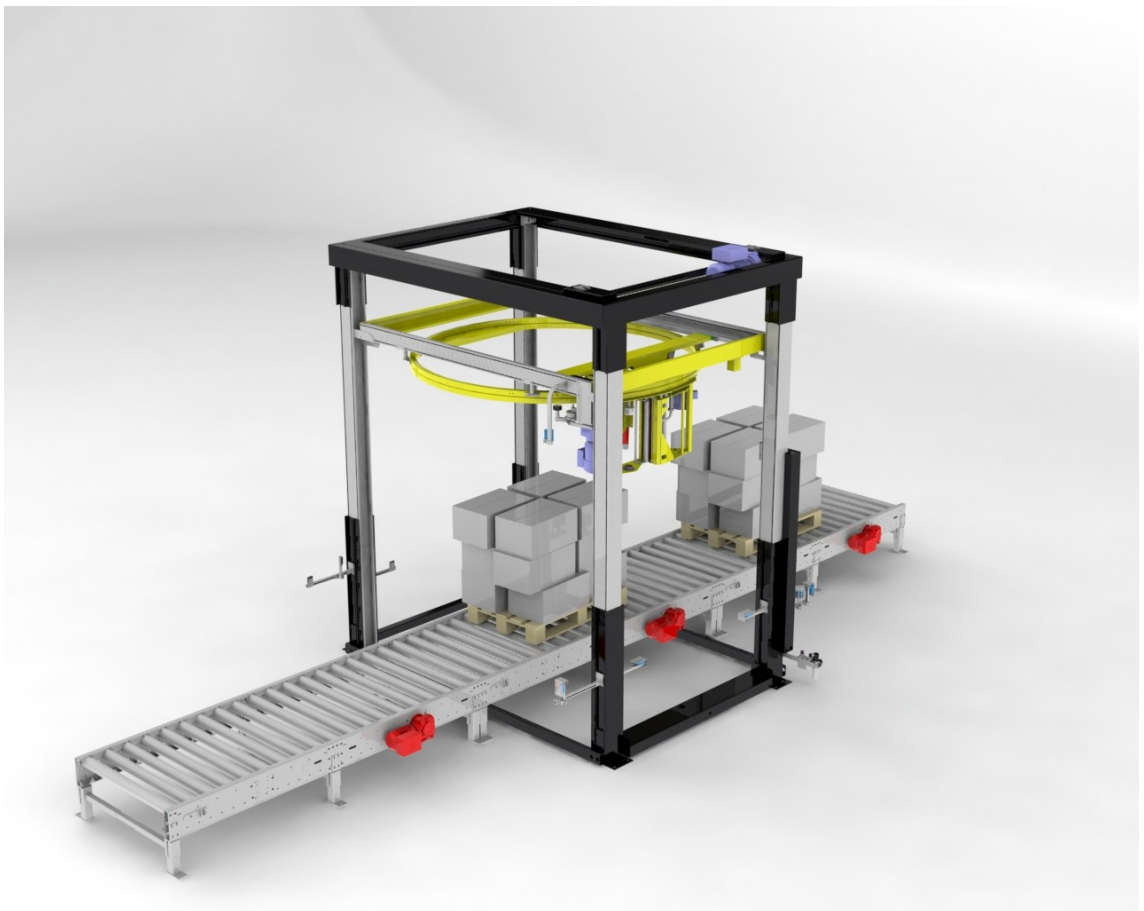
Signode Finland Oy:n muodostavat automaattisia lavakäärintäkoneita valmistava Maskun yksikkö ja teräsvannetta valmistava Liljendalin yksikkö. Signode Finland Oy on osa konsernin Global Wrapping -osastoa, johon kuuluvat myös Tanskan Sonderborgissa sijaitseva huppukoneita valmistava Signode Denmark ApS sekä Bulgariassa sijaitseva puoliautomaattisia käärintäkoneita valmistava Signode Bulgarian toimipiste. (Signode.)

Tämä opinnäytetyö käsittelee Signode Finland Oy:n Maskun yksikössä valmistettavia automaattisia käärintäkoneita. Maskun yksikön juuret ovat suomalaisessa Oy M. Haloila Ab -yrityksessä, joka perustettiin vuonna 1972. Ensimmäinen Octopus-kone valmistui vuonna 1983, ja vuoteen 2024 mennessä koneita on valmistettu yli 7000. Vuonna 2014 Haloilasta tuli osa Signodea. Signode Finland työllistää Suomessa 122 henkilöä, joista Maskussa työskentelee 101 henkilöä ja Liljendahlissa 21 henkilöä. Maailmanlaajuisesti Signode Finland työllistää 180 henkilöä. Maskun yksikössä tehdään sekä koneiden suunnittelu että kokoonpano. Konepajatoimintaa Maskussa ei ole, vaan osat tulevat ali-hankkijoilta valmiina kokoonpantavaksi. (Signode: Our brands.)

## 3 AUTOMAATTISET OCTOPUS-KÄÄRINTÄKONEET

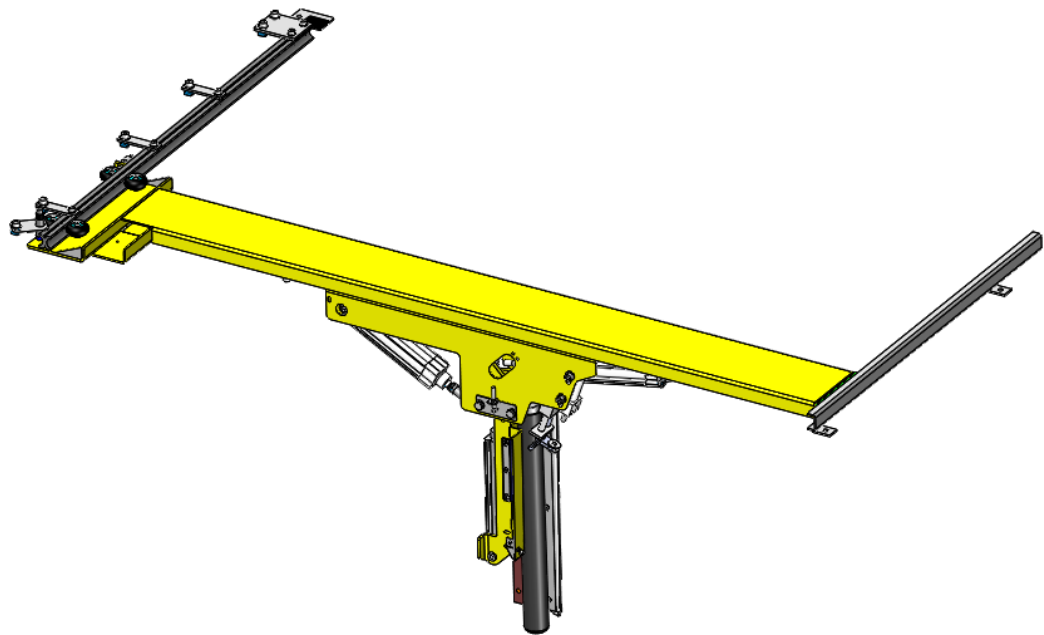
### 3.1 Mekaaninen rakenne ja toimintaperiaate

Ensimmäinen Octopus-käärintäkone valmistettiin vuonna 1983. Se oli maailman ensimmäinen täysautomaattinen käärintäkone, joka teki silloisesta Haloilasta (nyk. Signode) erään pakkausalan tunnetuimmista brändeistä. Octopus-käärintäkoneet valmistetaan Maskun toimipisteessä. Niillä kääritään pääasiassa lavakuormia teollisuudessa.



Kuva 1. Octopus 1800B osana linjastoa.

Octopus-käärintäkone on kehärakenteeseen perustuva kiristekalvokäärintäkone. Neljällä jalalla seisovaan runkoon liitetään käärintäkelkka, jossa oleva käärintäkehä pyörii horisontaalisesti samalla käärien kiristekalvoa koneen keskellä olevan tuotteen ympärille. Kalvorulla on sijoitettu kehällä olevaan kalvonjakokelkkaan, josta kalvoa syötetään. Käärintäkelkkaan on kiinnitetty tarrain-saumain, joka katkaisee ja saumaa kalvon käärintän loputtua. Saumaustapa riippuu tarrainen mallista. Yleisin tapa on saumata kalvo lämmittämällä niin sanotulla vastesaumaimella.



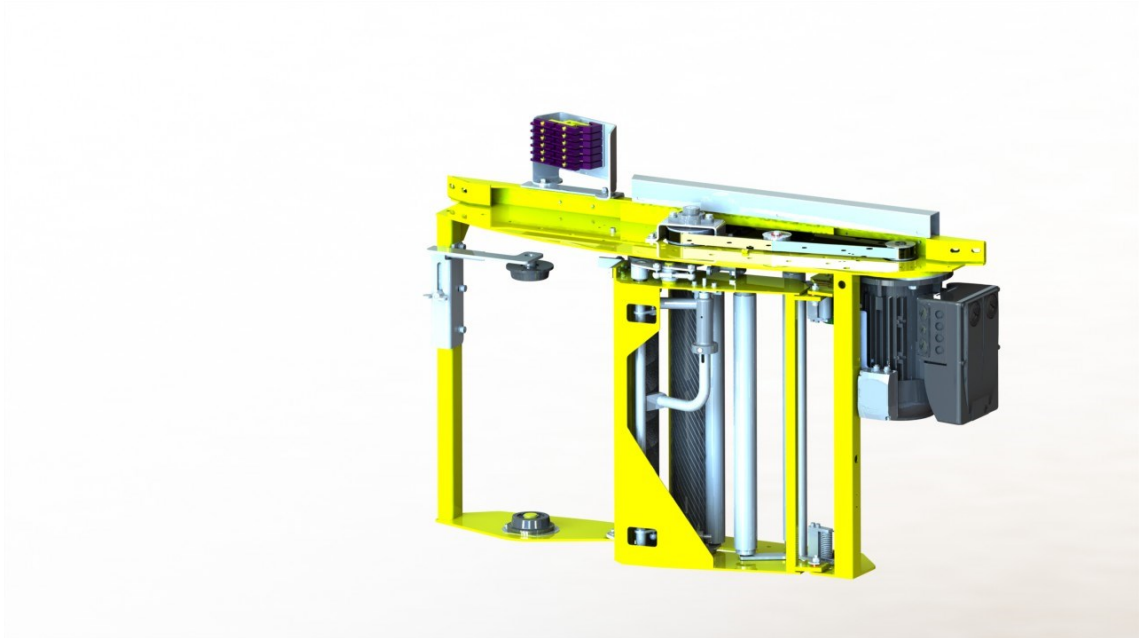
Kuva 2. Vastesaumain.

Erilaisia käärintätapoja on useita, ja sopiva käärintätapa valitaan käärittävän tuotteen ja asiakkaan linjan vaatimusten perusteella. On mahdollista esimerkiksi aloittaa käärintä ylhäältä tai alhaalta, saumata kalvo tiettyyn paikkaan, kääriä tuote pantakäärinnällä ja niin edelleen.

Octopus-käärintäkoneeseen on saatavilla lukuisia lisälaitteita, joilla voidaan parantaa esimerkiksi tuotannon tehokkuutta ja koneen käytettävyyttä. Lisälaitteisiin palataan myöhemmin tässä luvussa.

Octopus-käärintäkoneiden kalvonsyöttö perustuu esikiristykseen, jossa käärintäkalvoa venytetään vain muutaman mikromillimetrin paksuiseksi, kun kalvon alkuperäinen paksuus voi olla kalvotyypistä riippuen jopa 30 mikromillimetriä. Näin kalvo saadaan

venymään jopa kolminkertaiseksi alkuperäiseen pituuteen nähden, jolloin kalvon kulutus saadaan pienemmäksi. Tuotteen ympärille kiristetty kalvo tukee käärittyä tuotetta, koska se pyrkii palautumaan alkuperäiseen mittaansa. Näin varmistetaan kuorman pysyminen koossa.



Kuva 3. Kalvonjakokelkka. Kalvonjakokelkka syöttää moottorin avulla kalvorullasta kalvoa tuotteen ympärille.

### 3.2 Käärintäkonemallit

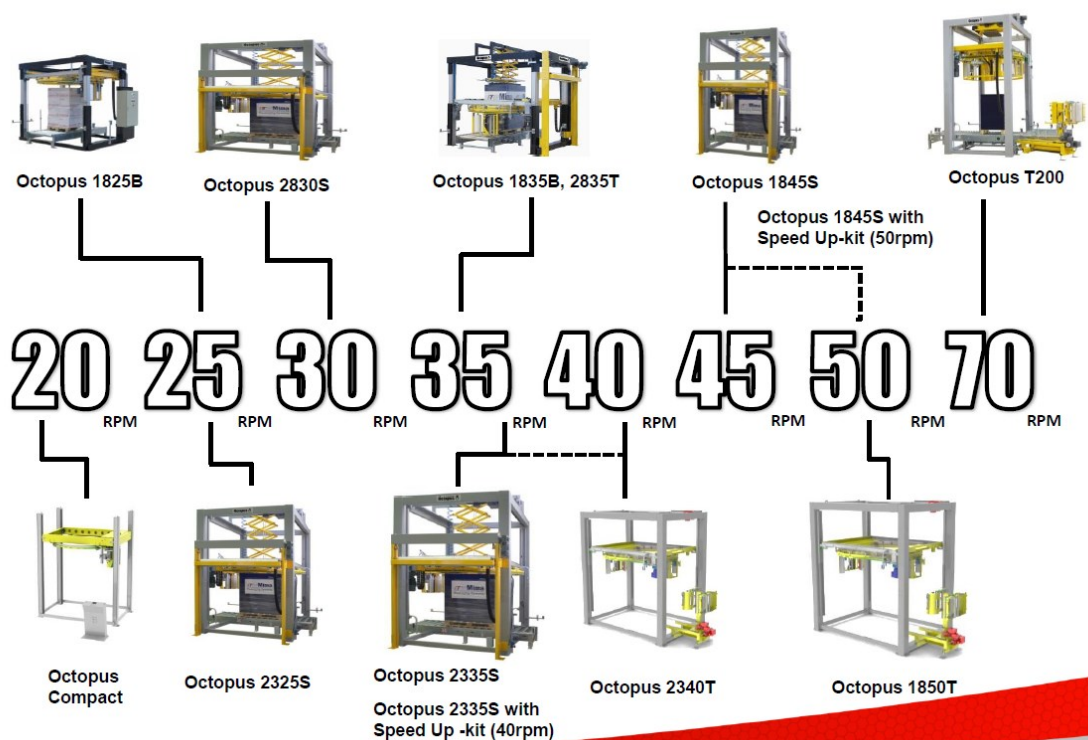
Octopus-käärintäkoneet jaotellaan sarjoihin rungon materiaalin ja käärintäkehän pyörimisnopeuden perusteella. Eri runkomateriaaleja ovat teräs ja alumiini. Teräsrunkoiset koneet ovat suuremman kapasiteetin ja suuremman kehähalkaisijan koneita, sillä niiden runkorakenne on vakaampi ja ne kestävät materiaalinsa ansiosta suurempaa kuormitusta, jonka pyörivä käärintäkehä aiheuttaa. Lisäksi koneet voidaan jaotella kalvonjakokelkkojen lukumäärän perusteella: Octopus-käärintäkoneissa on joko yksi tai kaksi kalvoa syöttävää kalvonjakokelkkaa. Tyypillisesti koneissa on yksi kalvonjakokelkka. T-sarjan koneissa eli Twin-koneissa on kaksi kalvonjakokelkkaa, mikä tekee käärinnästä nopeampaa ja tehokkaampaa. Nopein, T200-mallin käärintäkone pystyy käärimään jopa 200 lavaa tunnissa.

Octopus-käärintäkonemallit:

- B-sarja
- S-sarja
- T-sarja
- C-sarja

Konemallit on nimetty rungon materiaalin, kehän läpimitan ja kehän pyörimisnopeuden perusteella. Sopiva konemalli ja tarvittavat lisälaitteet valitaan asiakkaan tarpeiden perusteella.

### Automatic pallet wrapping solutions – Global platform



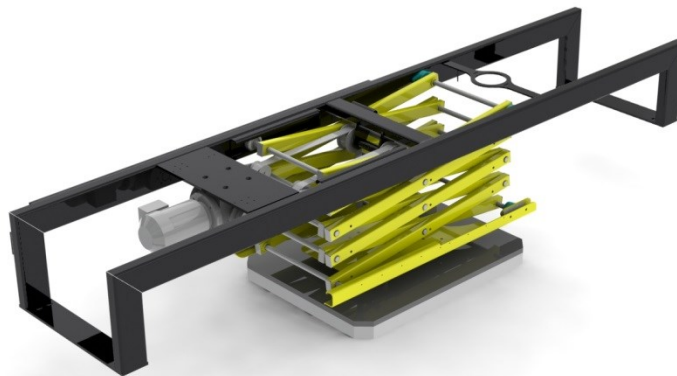
Kuva 4. Octopus-konemallit käärintäkehän pyörimisnopeuden mukaan jaoteltuina. (Signode Finland Oy, sisäinen materiaali.)

### 3.3 Käärintäkoneiden lisälaitteet

Octopus-käärintäkoneisiin on saatavilla lukuisia lisälaitteita, jotka lisäävät käärintämahdollisuuksia, parantavat koneen käytettävyyttä sekä kasvattavat tuotannon tehokkuutta nopeuttamalla esimerkiksi kalvorullan vaihtoa. Lisälaitteiden valinta riippuu myös käärittävästä tuotteesta. Tässä työssä selvitetään yleisimmin käytetyt lisälaitteet.

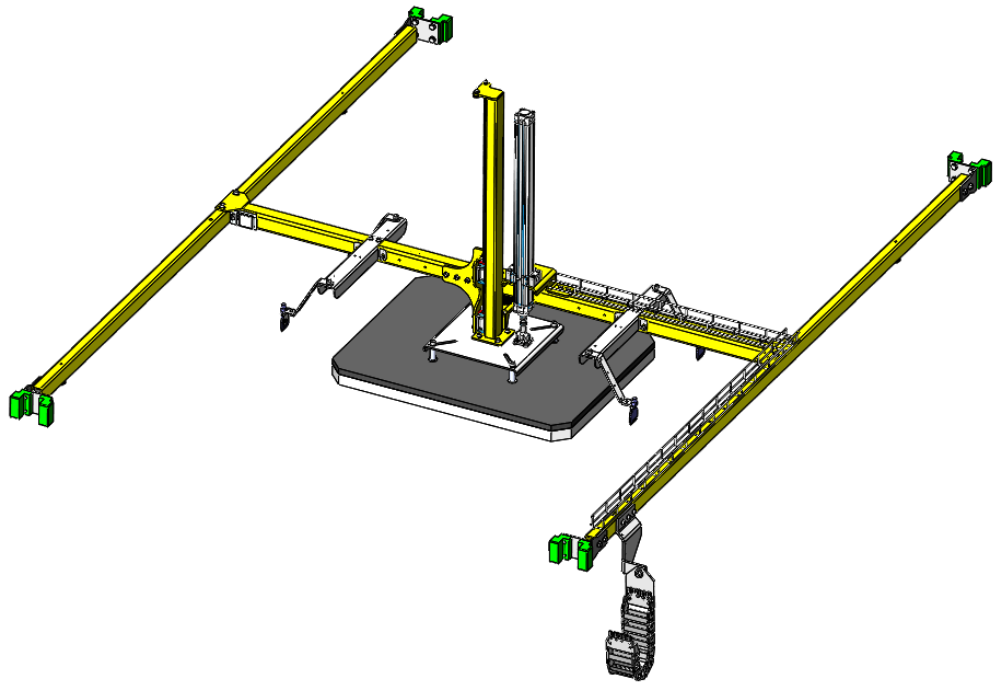
#### 3.3.1 Kuormanvakain

Yksi yleisimmistä optiolaitteista on kuormanvakain, joka lasketaan käärinnän ajaksi tuotteen päälle tukemaan tuotetta. Kuormanvakaimen puristinlevy painetaan käärittävää tuotetta vastaan. Näin saadaan lavalla olevat tuotteet pysymään paikallaan käärinnän aikana. Kuormanvakain toimii moottorin avulla. Saksimekanismi avautuu ja puristinlevy laskeutuu käärittävän tuotteen päälle painaen sitä. Kuormanvakain kiinnitetään koneen ylärunkoon.



Kuva 5. Saksitoiminen kuormanvakain.

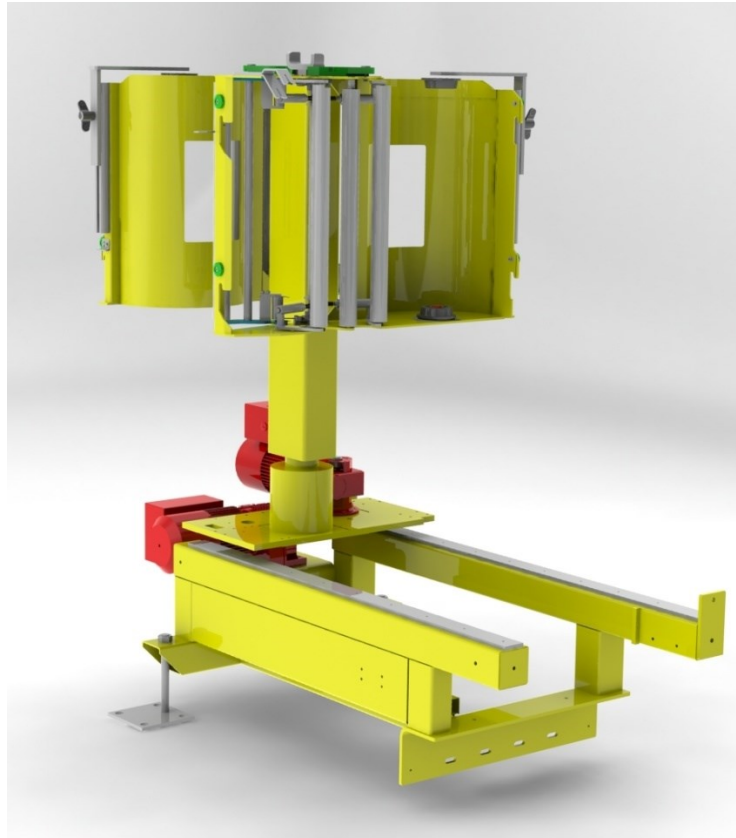
C-sarjan koneissa kuormanvakain on painovoimatoiminen tai pneumaattinen, jolloin puristinlevy lasketaan alas paineilmasylinterin avulla.



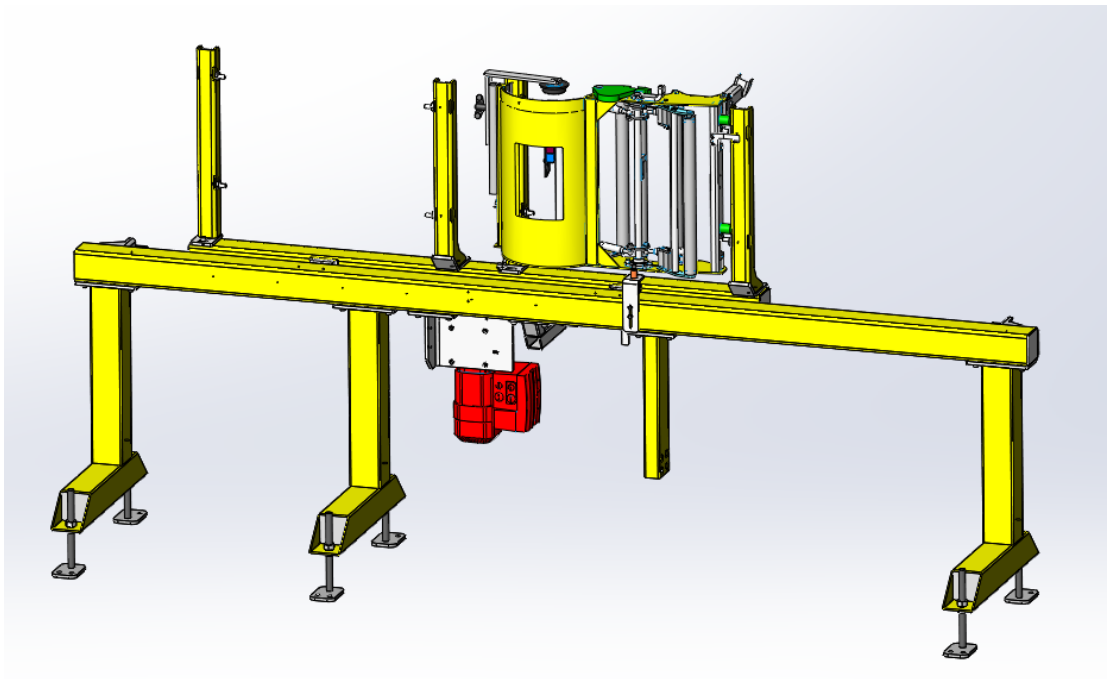
Kuva 6. Pneumaattinen kuormanvakain.

### 3.3.2 Automaattinen kalvorullanvaihtaja

Toinen usein käytetty optiolaite on automaattinen kalvorullanvaihtaja. Sen avulla tyhjä kalvorulla vaihtuu automaattisesti uuteen. Sovelluksesta riippuen valmiita kalvorullakasetteja on makasiinissa 2 – 5. Automaattinen kalvorullanvaihtaja parantaa tuotannon kapasiteettia, koska käärintäkonetta ei tarvitse pysäyttää joka kerta, kun kalvo loppuu. Kun käärintäkellkassa oleva kalvorulla tyhjenee, kone pysähtyy ja kalvorullan vaihtaja lähtee automaattisesti hakemaan tyhjää kasettia pois kalvonjakokelkasta vieden samalla täyden kasetin tilalle.



Kuva 7. Automaattinen kalvorullanvaihtaja.

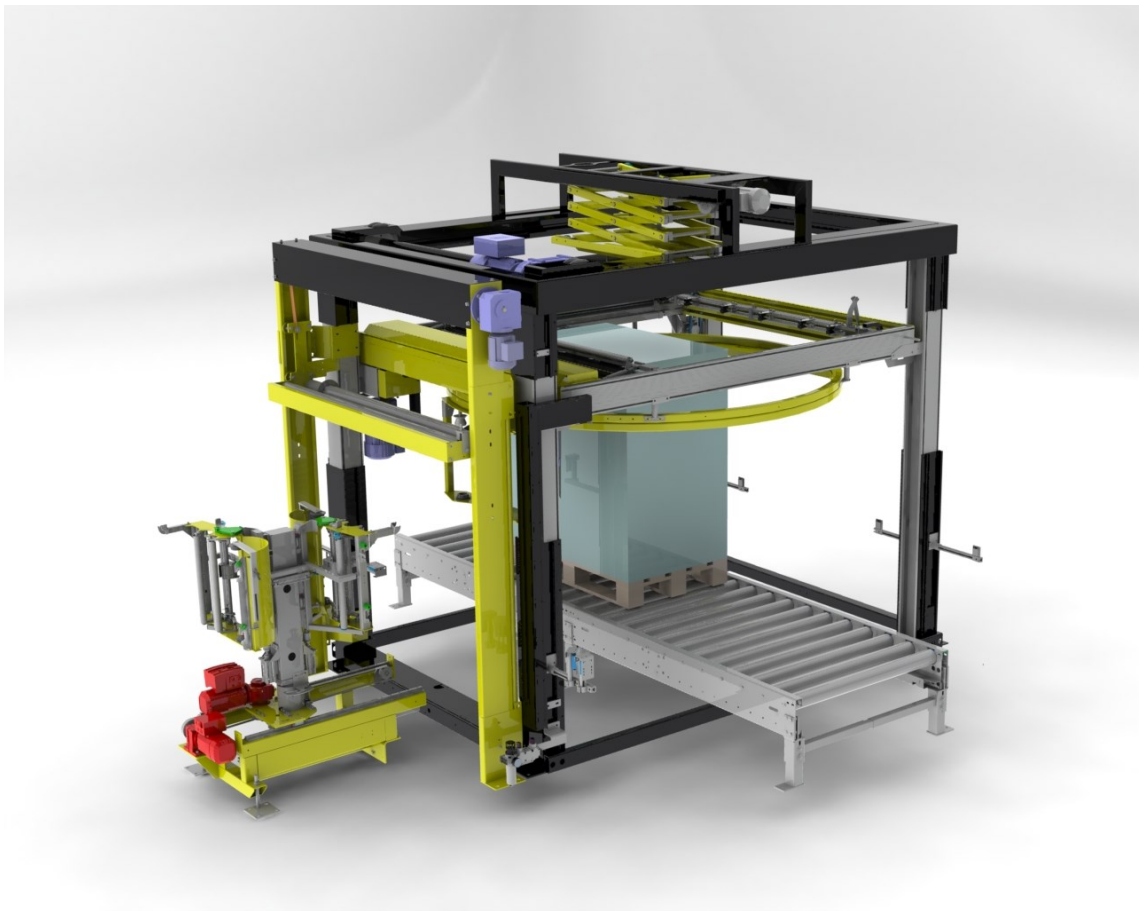


Kuva 8. Kasettimakasiini.

### 3.3.3 Päällikalvolaite

Päällikalvolaite koostuu päällikalvorullan nostimesta ja vetimestä. Päällikalvoa käytetään, kun halutaan suojata käärittävää tuotetta esimerkiksi pölyltä tai kosteudelta.

Päällikalvon vedin kiinnitetään käärintäkelkkaan ja päällikalvon nostin koneen runkoon. Vedin vetää päällikalvon käärittävän tuotteen päälle. Nostimen avulla kalvorullan asettaminen paikalleen on helpompaa. Kun päällikalvorulla vaihdetaan, käärintäkelkka ajetaan alas työskentelykorkeudelle. Nostimessa oleva porras laskeutuu alas ja operaattori pystyy helpommin asettamaan uuden kalvorullan paikalleen.



Kuva 9. Käärintäkone kalvorullan vaihtajalla, päällikalvolaitteella ja kuormanvakaimella varustettuna.

### 3.3.4 Kuljettimet ja lavanostin

Signode Finland Oy valmistaa myös kokonaisia linjaratkaisuja, joissa käärintäkoneen lisäksi asiakkaalle toimitetaan myös kuljettimet. Vakioratkaisuja ovat rullakuljettimet ja ketjukuljettimet, joiden korkeutta ja leveyttä voidaan räätälöidä asiakkaan tarpeiden mukaisesti.

Käärintätulosta parantamaan voidaan käyttää lavanostinta, joka asetetaan käärintäpaikalle koneen keskelle kuljettimen alle. Lavanostin nostaa käärittävän tuotteen ylöspäin, jolloin kalvoa saadaan tuotua lähemmäs lavan alareunaa.

## **4 OCTOPUS-KÄÄRINTÄKONEISSA SOVELLETTAVAT TURVALLISUUTEEN LIITTYVÄT STANDARDIT JA LAINSÄÄDÄNTÖ**

### 4.1 Konedirektiivi ja standardit

Konedirektiivi on Euroopan unionin vuonna 2006 laatima EU:n jäsenmaita velvoittava direktiivi. Siinä kuvataan koneita koskevat olennaiset ja yleiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset. Ennen koneen markkinoille saattamista valmistajan on varmistuttava, että se on konedirektiivin mukainen. Direktiivin yleisluontoisuuden vuoksi sitä selventämään on laadittu lukuisia ala- ja konekohtaisia standardeja, jotka havainnollistavat ja yhtenäistävät kussakin konetyypissä noudatettavia menettelyjä. Standardien noudattaminen on vapaaehtoista, mutta tiettyä standardia noudattamalla valmistaja tai koneen käyttäjä voi varmistua siitä, että kone on direktiivin mukainen eli kone täyttää vaatimustenmukaisuusosolettamuksen. Hyväksytyt standardit ovat virallisen standardointielimen valmistelemat standardit, joiden viite tai viitetiedostot on julkaistu EU:n virallisessa lehdessä. Kone on mahdollista valmistaa standardeja noudattamatta, mutta tällöin valmistajan on kyettävä muilla keinoin todistamaan vaatimustenmukaisuus. (Konedirektiivi, L157/25, L157/28, L157/29.)



Kuva 10. Standardien rooli vaatimustenmukaisuusolettaman todentamisessa. (METSTA: Koneturvallisuuden standardit.)

#### 4.1.1 Konedirektiivin liite I

Konedirektiivin liite I määrittää koneensuunnittelun yleiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset. Koneensuunnittelijan on syytä tutustua vähintään liitteen kohtiin ”Yleiset periaatteet” ja ”1.1.2. Turvallistamisen periaatteet”. Yleiset periaatteet määrittävät valmistajan velvollisuuden arvioida ja tunnistaa koneeseen liittyvät riskit sekä pienentää niitä suorittamalla riskien arviointi, jota kuvataan iteratiivisena prosessina. Riskien arviointiin palataan myöhemmin tarkemmin tässä työssä.

Kohta 1.1.2. Turvallistamisen periaatteet velvoittaa koneenvalmistajaa varmistumaan siitä, että koneen koko elinkaaren aikana on mahdollista välttyä henkilövahingoilta. Valmistajan on huomioitava myös kohtuudella ennakoitavissa oleva väärinkäyttö. Mahdolliset vaaratekijät on poistettava tai pienennettävä seuraavassa järjestyksessä: riskien poistaminen suunnittelulla tai koneen rakenteella; suojaustoimenpiteiden toteuttaminen, kun riskiä ei voida poistaa; jäännösriskeistä tiedottaminen. (Konedirektiivi, liite I, L157/36.)

#### 4.1.2 CE-merkintä ja vaatimustenmukaisuusvakuutus

CE-merkintä on valmistajan vakuutus siitä, että tuote täyttää sitä koskevat Euroopan unionin säädösten vaatimukset. Niitä tuotteita, joissa CE-merkintä on pakollinen, ei saa myydä EU:n alueella ilman merkintää. Tuotteelle voi saada CE-merkinnän tuotteesta riippuen joko valmistajan itse määrittelemänä tai niin sanotussa ilmoitetussa laitoksessa suoritettujen arviointien jälkeen. CE-merkintä on ainoa merkintä, jolla taataan, että kone on valmistettu konedirektiivin mukaisesti. CE-merkintä on merkittävä koneeseen siten, että se on valmistajan tai valtuutetun edustajan nimen vieressä, jottei synny erehtymisen vaaraa onko merkintä koneessa vai jossakin sen komponentissa. (Konedirektiivi, L157/26.)



Kuva 11. CE-merkintä.

Valmistajan tulee toimittaa koneen mukana vaatimustenmukaisuusvakuutus. Vaatimustenmukaisuusvakuutuksesta tulee käydä ilmi vähintään seuraavat asiat:

- Valmistajan toiminimi, osoite ja tarvittaessa edustaja
- Sen henkilön nimi ja osoite, joka kokoaa tarvittaessa teknisen rakennetiedoston
- Koneen kuvaus ja yksilöity malli- tai vastaava numero
- Vakuutus siitä, että kone täyttää konedirektiivin vaatimukset
- Vakuutuksen aika ja paikka
- Sen henkilön nimi ja allekirjoitus, jolla on valtuutus laatia kyseinen vakuutus.

Vaatimustenmukaisuusvakuutusta koskee samat kielisäännökset ja periaatteet kuin muitakin koneen mukana toimitettavia ohjeita.

Koneen valmistajan tulee säilyttää alkuperäinen vaatimustenmukaisuusvakuutus vähintään kymmenen vuoden ajan koneen valmistuspäivästä. (Konedirektiivi, liite II.)

Signode Finland Oy määrittää itse käärintäkoneille CE-merkinnän, eli ulkopuolista arviointia ei tarvita. Yritys siis varmistaa itse, että kone on määräysten mukainen. Koneen

CE-merkki kiinnitetään sen sähkökeskukseen. Lisäksi koneen mukana toimitetaan vaatimustenmukaisuusvakuutus englannin kielellä ja kohdemaan virallisella kielellä.

#### 4.1.3 Koneasetus 1230/2023

EU:n komissio julkaisi vuonna 2023 uuden koneasetuksen, joka tulee korvaamaan kone-direktiivin. Uusi asetus tulee voimaan tammikuussa 2027, minkä takia sitä ei huomioida tässä työssä.

#### 4.2 Standardit

Standardit voivat olla maailmanlaajuisia, eurooppalaisia tai kansallisia. ISO-standardit ovat maailmanlaajuisia. EN-tunnus viittaa eurooppalaiseen standardiin ja SFS-tunnus suomalaiseen standardiin. Standardin tunnuksen kirjainyhdistelmä kertoo sen, millä alueilla standardi on voimassa. Suomessa standardoinnin keskusjärjestönä toimii SFS, ja standardit laaditaan eri toimijoista koostuvissa asiantuntijaryhmissä.



Kuva 12. Standardin nimeäminen. (SFS.)

	Sähköala	Muut alat	Teleala
<b>Maailmanlaajuinen taso</b> 	IEC International Electrotechnical Commission	ISO International Organization for Standardization	ITU International Telecommunication Union
<b>Eurooppalainen taso</b> 	CENELEC European Committee for Electrotechnical Standardization	CEN European Committee for Standardization	ETSI European Telecommunications Standards Institute
<b>Kansallinen taso</b> 	SESKO Sähkötekniinen ala	SFS Suomen Standardit toimialayhteisöineen	Liikenne- ja viestintävirasto Traficom

© SFS

Kuva 13. Standardijärjestöt. (SFS.)

#### 4.2.1 Standardityypit

Standardit jaotellaan kolmeen tyyppiluokkaan. Koneturvallisuuteen liittyvien standardien hierarkia esitetään standardissa ISO 12100 Koneturvallisuus.

- A-tyyppin standardi on turvallisuuden perusstandardi, jossa esitetään kaikkiin koneisiin sovellettavat yleiset periaatteet ja vaatimukset.
- B-tyyppin standardit ovat turvallisuuden ryhmästandardeja. Ne käsittelevät yleensä yhtä turvallisuusnäkökohtaa tai aihealuetta, jota voidaan soveltaa useisiin eri koneisiin.
- C-tyyppin standardit ovat konekohtaisia turvallisuusstandardeja, jotka määrittävät A- ja B-luokan standardeja. Ne ovat mahdollisimman tarkkoja ja yksityiskohtaisia esityksiä tiettyä konetyyppiä koskevista vaatimuksista. Näin ollen konetta suunniteltaessa C-tyyppin standardi on aina ensisijainen. (METSTA, Koneturvallisuuden standardit.)

#### 4.2.2 Työssä käsiteltävät standardit

##### **SFS-EN ISO 12100 Koneturvallisuus. Yleiset suunnitteluperiaatteet, riskin arviointi ja riskin pienentäminen**

ISO 12100 on koneturvallisuuden kansainvälinen A-tyyppin standardi. Se toimii perustana kaikille muille koneturvallisuuden B- ja C-tyyppin standardeille. Siinä määritellään koneiden turvallisuuden aikaansaamiseksi käytettävät peruskäsitteet, periaatteet ja menetelmät sekä riskin arvioinnin ja riskin pienentämisen periaatteet.

##### **SFS-EN 415-6 Pakkauskoneet. Turvallisuus. Osa 6: Lavakuorman käärintäkoneet**

SFS-EN-415-6 on konekohtainen C-tyyppin standardi, joka käsittelee käärintäkoneita. Konekohtaisena standardina se on ensisijainen käärintäkoneiden suunnittelutyötä ohjaava standardi. Se käsittelee käärintäkoneiden suunnitteluun, rakenteeseen, asentamiseen, käyttöönottoon, käyttöön, säätämiseen, kunnossapitoon ja puhdistamiseen liittyviä turvallisuusmääräyksiä ja -vaatimuksia.

##### **Muita olennaisia standardeja**

- SFS-EN ISO 13857 Koneturvallisuus. Turvaetäisyydet yläraajojen ja alaraajojen ulottumisen estämiseksi vaaravyöhykkeille
- SFS-EN ISO 13855 Koneturvallisuus. Suojausteknisten laitteiden sijoitus ottaen huomioon kehon osien lähestymisnopeudet
- SFS-EN 619 Kuljetinlaitteet ja -järjestelmät. Kappaletavarakuljettimien ja -laitteistojen turvallisuusvaatimukset
- SFS-EN ISO 14120 Koneturvallisuus. Suojukset. Kiinteiden ja avattavien suojusten suunnittelun ja rakenteen yleiset periaatteet

## 5 RISKIEN ARVIOINTI JA KÄÄRINTÄKONEIDEN MEKAANISET TURVALLISUUSRISKIT

Käytössä oleva Octopus-käärintäkone on tyypillisesti osa kuljetinlinjaa, jossa lavakuorimat kulkevat kuljettimia pitkin käärintäalueelle. Lava kulkee valoverhon tai muun turvalaitteen, kuten turvaoven läpi tulokuljettimelle, josta se kulkee edelleen käärintäalueelle koneen sisään. Käärinnän jälkeen lava poistuu poistokuljetinta pitkin ja jälleen valoverhon tai muun turvalaitteen läpi. Edellä kuvattu alue eli koneen turva-alue on suojattava siten, että vaara-alueelle pääsy estyy koneen ollessa käynnissä. Vaara-alueita ovat ne sovelluksen osa-alueet, joissa vaaran aiheuttaa esimerkiksi suuri nopeus tai voima tai puristumisvaara. Myös kuljettimella liikkuva lava voi aiheuttaa puristumisvaaran.

### 5.1 Riskien arviointi

Koneen valmistaja on velvollinen suorittamaan riskien arvioinnin, jonka jälkeen koneen suunnittelu ja toteutus on tehtävä arvioinnin tulokset huomioiden. Riskejä arvioitaessa valmistajan tulee huomioida koneen tarkoitettu käyttö ja kohtuudella odotettu väärinkäyttö. Arvioinnissa kartoitetaan koneen aiheuttamat mahdolliset vaarat, niiden todennäköisyys ja niistä aiheutuvan haitan tai vammien todennäköisyys ja vakavuus. Valmistajan on analysoitava, tuleeko riskiä pienentää. Ensisijaisesti riskiä on pienennettävä suunnittelemalla koneen rakenne turvallisemmaksi. Mikäli riskin pienentäminen suunnittelemalla ei ole mahdollista, on riskin pienentäminen toteutettava suojauksin. Edelleen riskin pienentämisen jälkeen voi jäljelle jäädä jäännösriski, josta valmistajan tulee ilmoittaa. (Konedirektiivi, liite I, L157/35.)

Standardin noudattaminen ei poista vaatimusta riskien arvioinnista. Kuitenkin konekohtaista eli C-tyyppin standardia noudatettaessa riskien arvioinnin laajuus on suppeampi kuin ilman standardin noudattamista, koska C-tyyppin standardia laadittaessa riskien arviointi on jo suoritettu. Näin koneen valmistajan tehtäväksi jää lähinnä varmistaa, että standardi kattaa kaikki kyseiseen koneeseen liittyvät vaarat ja turvallisuusvaatimukset, ja laatia yksityiskohtainen riskien arviointi vain niiden vaarojen osalta, joita standardi ei kata. (METSTA, Koneturvallisuuden standardit.)

Mikäli koneen valmistaja tunnistaa koneessa vaaroja, jotka eivät sisälly konekohtaiseen C-tyyppin standardiin, on valmistajan arvioitava ne itse käyttäen standardin 12100 mukaisia menetelmiä. (SFS-EN-415-6.)

Signode Finland Oy on konedirektiivin vaatimusten mukaisesti laatinut koneilleen riskien arvioinnin. Arvioinnissa riskit on standardin 12100 liitteessä B esitettyjä taulukkoja B1-B3 mukailten jaoteltu mekaanisiin riskeihin, sähköenergian aiheuttamiin riskeihin, lämpötilariskeihin, meluun, laiterikosta aiheutuviin riskeihin ja niin edelleen. Tämä opinnäytetyö keskittyy mekaanisiin riskeihin. Yrityksen riskien arvioinnissa todetaan mihinkin koneen osaan riski liittyä, minkä tyyppinen riski on kyseessä, riskin todennäköisyys, siitä aiheutuvat seuraukset ja niin edelleen. Olennaisinta riskien arvioinnissa on aiheutuvan vaaran vakavuus ja tapahtuman todennäköisyys.

Riskimatriisissa määritellään riskitaso 1 – 5 sen mukaan, kuinka todennäköisesti riski toteutuu ja millaisia seurauksia siitä tulee.

#### Risk matrix

	Consequences		
Probability	Minor Sick leave < 3 days or occasional absences. Slight consequences: Sprains, bruises, temporary sickness, discomfort	Harmful Sick leave < 3 – 30 days or repetitive absences. Long term serious consequences or permanent slight harm: fractures, burns, hearing defect	Serious Sick leave > 30 days or constant absences. Constant serious consequences: incapacity for work, serious burnout, occupational cancer, asthma, death
<u>Unlikely</u> Coincidental hazard, exposure temporal, occurs unfrequently.	1. Meaningful risk	2. Minor risk	3. Medium risk
<u>Possible</u> Hazards occur daily. It was close" – situations have happened.	2. Minor risk	3. Medium risk	4. Significant risk
<u>Probable</u> Hazards occur often and frequently. Accidents have happened.	3. Medium risk	4. Significant risk	5. Intolerable risk

Taulukko 1. Riskimatriisi.

Seuraavassa käsitellään muutamia yleisimpiä riskitekijöiksi luokiteltuja kohteita käärintäkoneissa.

#### 5.1.1 Liikkuvat osat

Octopus-käärintäkoneen toiminta perustuu kehärakenteeseen, joka pyörii ja samalla liikkuu vertikaalisesti. Nämä liikkeet voivat aiheuttaa iskuvaaran tai puristumisvaaran. Myös tietyissä optiolaitteissa on liikkuvia osia, jotka voivat aiheuttaa riskin.

#### 5.1.2 Painovoiman aiheuttama vaara, putoavat objektit

Käärintäkoneessa ja lisälaitteissa on liikkuvia osakokoonpanoja. Laiterikon sattuessa voi aiheutua putoaminen. Riski voi syntyä myös huolto- tai vaihtotoimenpiteissä, kun huolletaan ylhäällä sijaitsevia osia.

#### 5.1.3 Kuljettimien aiheuttama vaara

Lavat liikkuvat tyypillisesti kuljettimia pitkin, jolloin liikkuva lava voi aiheuttaa puristumisvaaran. Rullakuljettimissa voi muodostua nieluunjoutumis- tai loukkuunjämisvaara. Lisäksi voi esiintyä liukastumis-, kompastumis- tai puristumisvaara.

### 5.2 Koneen raja-arvot

Valmistajan on määriteltävä koneen raja-arvot, jotka käsittävät koneen tarkoitetun käytön ja kohtuudella ennakoitua väärinkäytön. (SFS-EN ISO 12100.)

Octopus-käärintäkoneiden raja-arvot määrittävät

- koneen käyttötarkoituksen
- koneen käyttäjiltä vaadittavat ominaisuudet ja sallitut tehtävät
- koneen käyttöön vaadittavan koulutuksen
- koneen vaatiman tilan
- kalvorullan vaihtovälin ja koneen operointiajan
- huoltovälin

- koneen vaatimat ympäristöolosuhteet
- kalvotyyppin

Konedirektiivi velvoittaa valmistajaa toimittamaan koneen mukana ohjeet. Raja-arvojen osalta koneen ohjeissa tulee ilmoittaa koneen käyttötarkoitus, käyttäjiä koskevat vaatimukset, tarvittavat suojaustoimenpiteet ja koneen käyttöolosuhteet. Raja-arvojen määrittely ohjaa koneen käyttöä ja määrittää myös sen, mikä on kohtuudella ennakoitua väärinkäyttöä, johon valmistajan tulee varautua. (SFS-EN ISO 12100.)

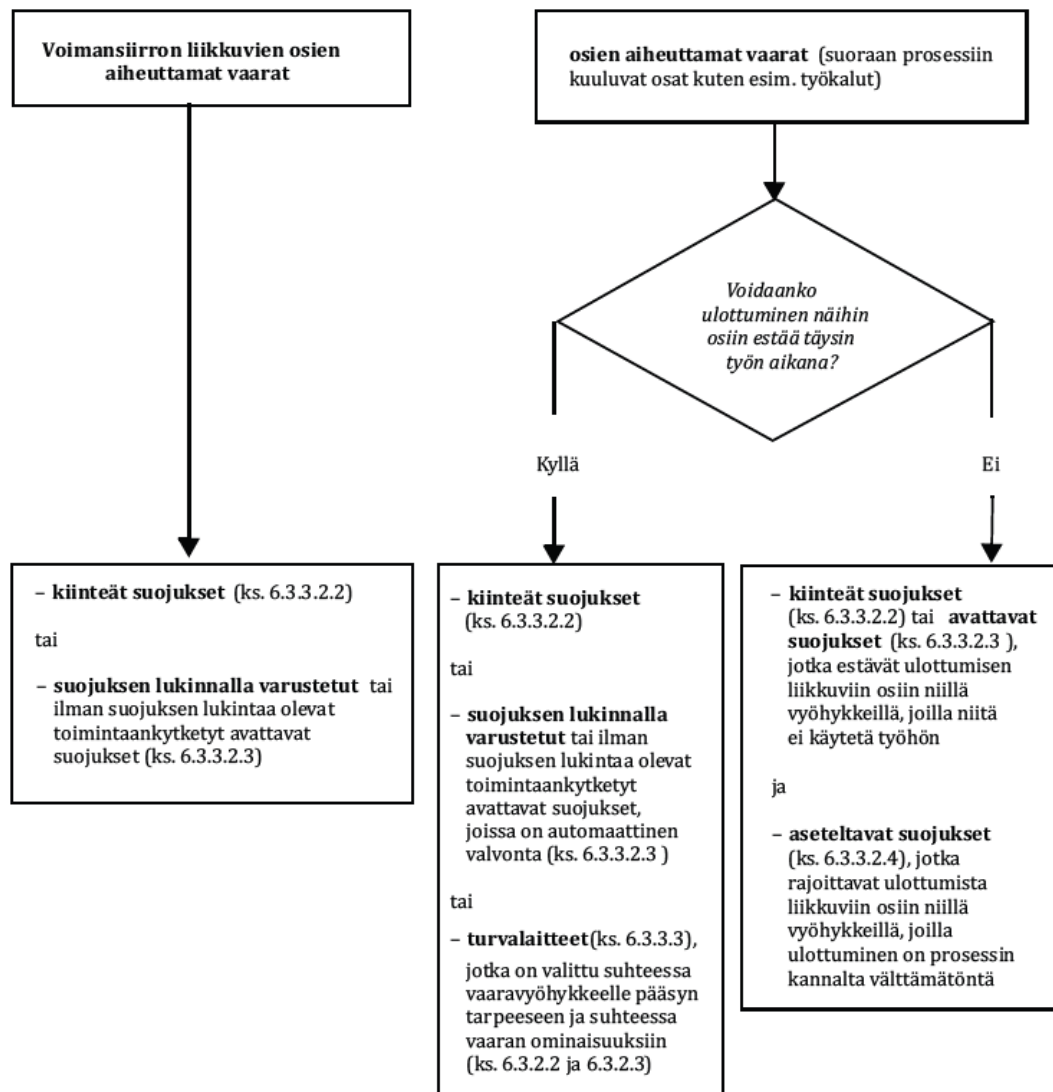
## 6 KÄÄRINTÄKONEIDEN TURVALAITTEET JA NIITÄ OHJAAVAT STANDARDIT

Koneissa käytettävien turvalaitteiden tulee täyttää seuraavat yleiset kriteerit:

- Suojusten ja turvalaitteiden on oltava rakenteeltaan kestäviä ja pysyvä paikallaan,
- niistä ei saa aiheutua lisävaaraa,
- niitä ei voi ohittaa tai tehdä toimimattomaksi helposti,
- ne eivät saa estää työprosessin havainnoimista,
- niiden on mahdollisuuksien mukaan mahdollistettava huoltotoimenpiteet,
- niiden on suojattava sinkoavilta tai putoavilta osilta sekä päästöiltä.

(Konedirektiivi, L157/42, luku 1.4.)

Koneturvallisuuden perusstandardi ISO 12100 määrittelee sellaisten suojusten valintaperusteet, joiden ensisijainen tarkoitus on estää henkilöä joutumasta liikkuvan koneenoson vaikutusalueelle. Koneessa käytettävät suojukset on valittava riskien arvioinnin perusteella. Ensisijaisesti on valittava kiinteä suojuus, kun vaara-alueelle ei ole yleensä tarvetta päästä. Käärintäkoneiden tapauksessa vaara-alueelle on kuitenkin päästävä huolto- ja häiriötilanteissa. Tällöin kysymykseen tulee toimintaan kytketty suojuus. (SFS-EN ISO 12100, 6.3.2.)



Kuva 12. Ohjeita suojusten ja turvalaitteiden valitsemiseksi liikkuvien osien aiheuttamia vaaroja vastaan. (SFS-EN ISO 12100, 6.3.2.)

## 6.1 Suojaverkot

Koneen muodostamat riskit on ensisijaisesti poistettava suunnittelulla, mutta mikäli riskejä ei voida poistaa, on kone suojattava asianmukaisin suojuksin kuten suojaverkoin. Liikkuvien osien muodostamaa riskiä ei voida poistaa, joten vaara-alueelle pääsy on estetty suojaverkoin. Suojaverkkojen korkeus ja etäisyys vaaravyöhykkeestä on valittava standardin 13857 taulukon 2 mukaisesti. Verkot on varustettava siten, ettei niiden sisäpuolelle pääse silloin, kun kone on käynnissä. (SFS-EN-415-6.)

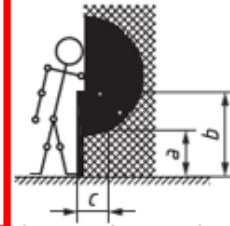
### 6.1.1 Suojaverkkojen sijoittelu ja turvaetäisyydet

Octopus-käärintäkoneiden vaara-alueen katsotaan alkavan lattiatasolta ja koneen korkeudesta riippuen ulottuvan 2 – 5 metrin korkeuteen. Suojaverkkojen korkeus ja etäisyys vaaravyöhykkeestä on määriteltävä seuraavalla sivulla näkyvän taulukon mukaisesti.

Taulukko 2. SFS-EN ISO 13857, taulukko 2. Suojaverkkojen korkeus ja etäisyys vaaravyöhykkeestä.

Mitat millimetreissä

Vaaravyöhykkeen korkeus <sup>c</sup> <i>a</i>	Suojarakenteen korkeus <sup>a,b</sup> <i>b</i>									
	1000	1200	1400 <sup>①</sup>	1600	1800	2000	2200	2400	2500	2700
Vaakasuntainen etäisyys vaaravyöhykkeeseen, <i>c</i>										
2700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2600	900	800	700	600	600	500	400	300	100	0
2400	1100	1000	900	800	700	600	400	300	100	0
2200 <sup>②</sup>	1300	1200	1000 <sup>③</sup>	900	800	600	400	300	0	0
2000	1400	1300	1100	900	800	600	400	0	0	0
1800	1500	1400	1100	900	800	600	0	0	0	0
1600	1500	1400	1100	900	800	500	0	0	0	0
1400	1500	1400	1100	900	800	0	0	0	0	0
1200	1500	1400	1100	900	700	0	0	0	0	0
1000	1500	1400	1000	800	0	0				
800	1500	1300	900	600	0	0				
600	1400	1300	800	0	0	0				
400	1400	1200	400	0	0	0				
200	1200	900	0	0	0	0				
0	1100	500	0	0	0	0				

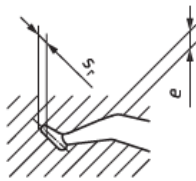
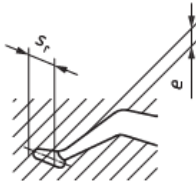
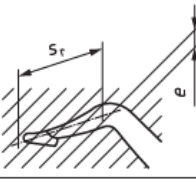



Suojaverkon ja lattian väliin jää pitkänomainen aukko. On huomioitava, että pitkänomaisissa aukoissa, joiden lyhimmän sivun pituus on yli 180 mm, on koko kehon mahtuminen aukosta mahdollista. Alla oleva taulukko koskee alaraajojen pääsyä suojarakenteen ali. Tässä tulee huomioida kohtuudella ennakoitava väärinkäyttö ja tahallisuus; vaikka aukosta mahtuisi käsi, on mahdollista tulkita, että tällöin väärinkäyttö olisi tahallista. (SFS-EN ISO 13857, liite B.)

Taulukko 3. SFS-EN ISO 13857, taulukko 7.

Taulukko 7 Ulottuminen säännöllisen muotoisten aukkojen läpi alaraajoilla

Mitat millimetreissä

Alaraajan osa	Kuva	Aukko	Turvaetäisyys vaaravyöhykkeeseen, $s_r$	
			Pitkänomainen	Neliö tai pyöreä
Varpaan pään		$e \leq 5$	0	0
		$5 < e \leq 15$	$\geq 10$	0
Varvas		$15 < e \leq 35$	$\geq 80^a$	$\geq 25$
Jalkaterä		$35 < e \leq 60$	$\geq 180$	$\geq 80$
		$60 < e \leq 80$	$\geq 650^b$	$\geq 180$
Jalka (varpaan päästä polveen asti)		$80 < e \leq 95$	$\geq 1\ 100^c$	$\geq 650^b$
Jalka (varpaan päästä haaroihin asti)		$95 < e \leq 180$	$\geq 1\ 100^c$	$\geq 1\ 100^c$
		$180 < e \leq 240$	Ei sallittu	$\geq 1\ 100^c$

Octopus-käärintäkone on tyypillisesti osa kuljetinlinjastoa, jolloin on huomioitava suoja-verkkojen riittävä etäisyys kuljettimista. Lavan liikkuessa kuljettimella riski keskittyy lavan ja kuljettimen väliseen kosketuspintaan. Lisäksi poistokuljettimen suuntaisesti on asetettava kuljettimen suuntainen suojuus, mikäli kuljetettavan tuotteen massa aiheuttaa merkittävän puristumisvaaran. (SFS-EN 415-6.)

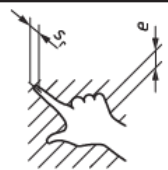
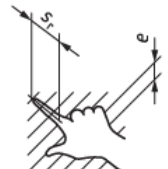
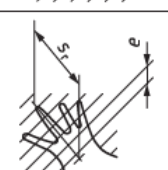
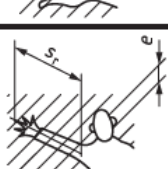
Mikäli tuotteen massa aiheuttaa merkittävän puristumisvaaran, tulee liikkuvan osan etäisyyden kiinteästä osasta olla riittävä puristumisvaaran välttämiseksi. Tällöin pääsy vaara-alueelle on estettävä käyttämällä toimintaan kytkettyjä suojuksia. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi valoverhoihin liitetyillä porteilla, joihin palataan kappaleessa 6.2.

Käytettävän suojaverkon silmäkoko määrittää muodostuvan pitkänomaisen aukon koon, mikä puolestaan määrittää minimietäisyyden vaaravyöhykkeeseen. Silmäkoko pienentämällä tai ääritapauksissa yhtenäistä levyä käyttämällä voidaan minimietäisyyttä pienentää.

## Taulukko 4. Ulottuminen aukkojen läpi. (SFS-EN ISO 13857.)

Taulukko 5 Ulottuminen säännöllisen muotoisten aukkojen läpi, vähintään 3-vuotiaat henkilöt

Mitat millimeetreissä

Kehon osa	Kuva	Aukko	Turvaetäisyys vaaravyöhykkeeseen, $s_r$		
			Pitkänomainen	Neliömäinen	Pyöreä
Sormenpää		$e \leq 4$	$\geq 2$	$\geq 2$	$\geq 2$
		$4 < e \leq 6$	$\geq 20$	$\geq 10$	$\geq 10$
Sormi rystyseen asti		$6 < e \leq 8$	$\geq 40$	$\geq 30$	$\geq 20$
		$8 < e \leq 10$	$\geq 80$	$\geq 60$	$\geq 60$
Kämmen		$10 < e \leq 12$	$\geq 100$	$\geq 80$	$\geq 80$
		$12 < e \leq 20$	$\geq 900^a$	$\geq 120$	$\geq 120$
Käsivarsi olkapäähän saakka		$20 < e \leq 30$	$\geq 900$	$\geq 550$	$\geq 120$
		$30 < e \leq 100$	$\geq 900$	$\geq 900$	$\geq 900$

HUOM. Taulukon leveä viiva osoittaa sen kehon osan, jota aukon koko rajoittaa.

<sup>a</sup> Jos pitkänomaisen aukon pituus on  $\leq 40$  mm, peukalo toimii rajoittimena ja turvaetäisyyttä voidaan lyhentää 120 mm asti.

## 6.1.2 Automaattisen kalvorullan vaihtajan oviluukku

Automaattisen kalvorullan vaihtajan toiminta perustuu siihen, että suojaverkoissa on toimintaan kytketty erillinen luukku kalvorullan vaihtamista varten. Kun kaikki kalvorullakasetit on käytetty, on operaattorin syötettävä uusi kalvorulla manuaalisesti. Jotta konetta ei tarvitse pysäyttää vaihtoa varten, kalvorulla syötetään luukusta, jonka ovirajan pystyy avaamaan vain, kun vaihtaja on ajettu vaihtoasemaan siten, että se estää pääsyn luukusta turva-alueelle. Olennaista tämän toiminnon turvallisuuden takaamisessa on layoutin muodostaminen. Kun vaihtaja ajaa vaihtoasemaan, on sen oltava riittävän lähellä suojaverkkoa, jotta luukun ollessa auki ei muodostu liian isoa aukkoa. Suojaverkkojen asemointi määritellään layoutpiirustuksessa.

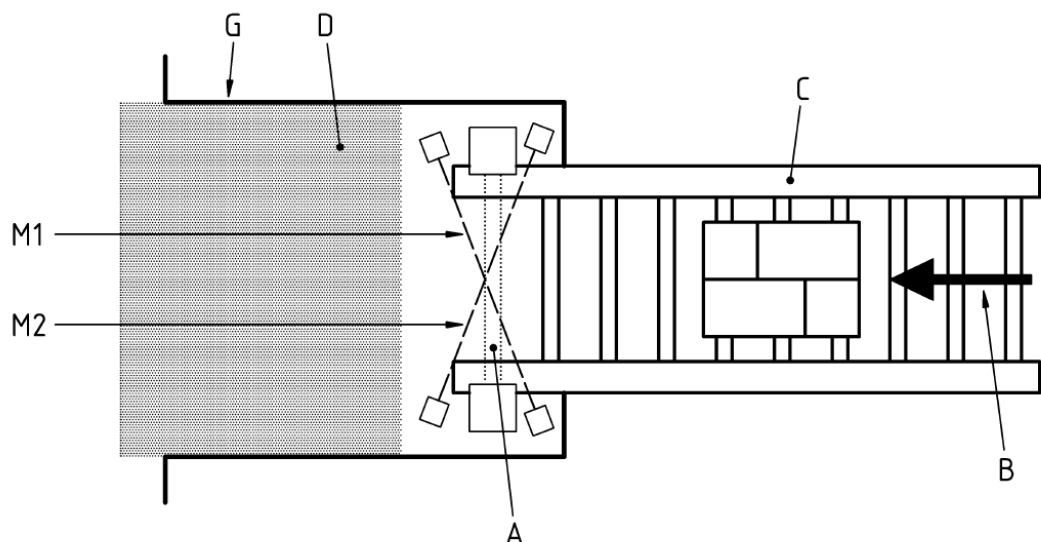
## 6.2 Valoverhot

Koneen läheisyydessä olevien henkilöiden turvallisuuden varmistamiseksi voidaan käyttää turvaloverhoja. Kun valoverhon valopuomi katkeaa, kone pysähtyy automaattisesti. Koneita ei saa käyttää ennen kuin valoverhot ja muut suojavarusteet on asennettu vaatimusten mukaisesti, riippumatta siitä mikä taho on vastuussa suojauksen toteuttamisesta. Valoverhot toimivat Muting-periaatteella. Muting eli passivointi tarkoittaa valoverhon turvallista, automaattista ja tilapäistä ohitusta käytön aikana. Näin mahdollistetaan käärittävän tuotteen kuljettaminen vaara-alueelle eli käärintäkehän kohdalle ilman, että turvapiiri laukeaa ja koneen toiminta pysähtyy.

Passivointi tulee toteuttaa siten, että ihminen ei voi aktivoida Muting-aluetta vaan ainoastaan tarkoituksenmukainen tuote eli lavakuorma voi kulkea alueen läpi laukaisematta valoverhoa. Passivoinnin aikana vaara-alueelle pääsy tulee estää muilla keinoin eli siten, että tuotelava estää pääsyn.

Tuotelava ei saa pysähtyä passivointialueelle, vaan layout-suunnittelussa on huomioitava riittävät lavan pysähtymispaikat.

(Pilz: Muting. & SFS-EN 415-6, liite B.)



Kuva 13. Esimerkki passivointijärjestelystä. (SFS-EN 415-6.)

### 6.2.1 Valoverhojen sijoittelu

Valoverhojen turvallinen asemointi tulee käydä ilmi koneen layoutpiirustuksesta. Valoverhotolpan ja suojaverkon välinen aukko ei saa ylittää standardin määrittämää sallittua mitta. Vastaavasti sama koskee valoverhopuomin ja kuljettimen reunan välistä etäisyyttä. Poikkeuksena tästä on lavan kulkusuunnasta katsoen tulopuolella olevat portit, joiden kiinteän osan etäisyys kuljettimesta on määriteltävä siten, ettei puristumisvaaraa synny.

Valopuomin etäisyys vaaravyöhykkeestä määritetään seuraavalla sivulla olevan laskukaavan mukaan. Etäisyyttä voidaan pienentää käyttämällä tiheämpiresoluutioista valoverhoa.

Tavanomaisessa tapauksessa, jolloin valoverhon resoluutio on yli 40 mm, käytetään valoverhon paikan määrittämiseksi seuraavaa laskukaavaa:

$$S = (K \cdot T) + C$$

S = valoverhon minimietäisyys vaaravyöhykkeestä (mm)

K = ihmiskehon lähestymisnopeus (1600 mm/s)

T = koneen pysähtymisaika

C = lisäetäisyys (mm) = 850, jos valoverhon resoluutio on > 40 mm

Mikäli pääasiassa tilateknisistä syistä valoverho on sijoitettava lähemmäs vaaravyöhykettä, voidaan käyttää valoverhoa, jonka resoluutio on yhtä suuri tai alle 40 mm. Tällöin valoverhon turvaetäisyys lasketaan seuraavasti:

$$S = (K \cdot T) + 8 \cdot (d-14)$$

S = valoverhon minimietäisyys vaaravyöhykkeestä

K = ihmiskehon lähestymisnopeus (1600 mm/s)

T = käärintäkoneen pysähtymisaika

d = ESPE-valoverhon resoluutio

Valoverhon säteet sijoittuvat normaalisti kuljettimen pinnan yläpuolelle. Kun kuljetinkorkeus lattiasta on vähintään 300 mm, on tämä kuljettimen yläpuolelta alkava aukko

varusteltava vähintään kahdella valokennolla, jotka on sijoitettu 400 mm ja 900 mm korkeudelle kuljetinpinnasta. Mikäli kuljetinkorkeus on tasan tai alle 300 mm, valokennoja on oltava vähintään neljä. Tällöin valonsäteiden korkeuden kuljetinpinnasta on oltava 300 mm, 600 mm, 900 mm ja 1200 mm. (SFS-EN 415-6, liite B.)

Valokennojen asennus voidaan toteuttaa eri tavoin riippuen tuotelavan muodosta ja siitä, sijaitsevatko valokennot käärintäkoneen tulo- vai poistopuolella.

### 6.3 Häätäpysäytys

Konedirektiivin mukaan koneessa on oltava vähintään yksi häätäpysäytyslaitte vaaran torjumiseksi silloin, kun häätäpysäytys vähentää riskiä. Käärintäkoneissa häätäpysäytys tapahtuu häätäpysäytyspainikkeella, joka on standardin SFS-EN 415-6 mukaisesti sijoitettu kunkin ohjauspaikan yhteyteen. Häätäpysäytyksen tulee pysäyttää vaarallinen toiminto mahdollisimman nopeasti muita riskejä aiheuttamatta. Käärintäkoneissa häätäpysäytys seisauttaa käynnissä olevan sekvenssin välittömästi. Tällöin kaikki käärintäkoneen turvapiirissä olevat laitteet pysähtyvät.

Häätäpysäytyspainike on konedirektiivin mukaisesti helposti tunnistettava käsikäyttöinen punainen painike keltaisella pohjalla. Ohjauspäätteiden lisäksi häätäpysäytyspainikkeita tulee sijoittaa siten, että käyttäjällä on niihin enintään 5,0 metrin kävelymatka. (SFS-EN 415-6.)

Kun häätäpysäytyslaitteen aktiivinen käyttäminen on lakannut, pysäytyskäskyn on jäätävä voimaan, kunnes tämä se vapautetaan erityisellä toimenpiteellä. Häätäpysäytyslaitteen lukkiutuminen ei saa olla mahdollista ilman, että aiheutuu pysäytyskäsky. Pysäytyskäskystä vapautuminen ei saa käynnistää konetta uudelleen vaan se saa ainoastaan tehdä uudelleenkäynnistämisen mahdolliseksi.

Octopus-käärintäkoneissa häätäpysäytyspainikkeiden sijainnit määritellään layoutpiirustuksessa.

### 6.4 Jäännösriskeistä ilmoittaminen

Mikäli koneen valmistaja ei pysty poistamaan riskejä suunnittelulla tai suojuksilla, on jäännösriskeistä selkeästi ilmoitettava. Koneessa on oltava varoitus- ja ohjekilvet

kaikissa tarpeellisissa paikoissa henkilön turvallisuuden varmistamiseksi. Nämä kilvet ja kyltit on asettava ja muotoiltava siten, että ne ovat helposti havaittavissa. Käytännössä jäännösriskeistä ilmoitetaan esimerkiksi varoituskyltein ja -merkein sekä koneen mukana toimitettavassa dokumentaatioissa. (Konedirektiivi, liite I, L157/36.)

Käärintäkoneiden mukana toimitetaan koneen käyttöohjeet englannin kielellä ja kohde-  
maan virallisella kielellä. Käärintäkoneen mukana toimitetaan aina käyttöohjeen asen-  
nus- ja turvallisuusosio, jossa kerrotaan esimerkiksi koneen käyttörajat ja muut olennai-  
set tiedot koneen turvallista käyttöä varten. Myös layout toimitetaan koneen mukana.  
Layoutpiirustus määrittää suojaverkkojen ja muiden turvalaitteiden etäisyydet koneesta.  
Oikeellinen ja huolella laadittu layoutpiirustus on olennainen osa koneen turvallista asen-  
tamista ja käyttöä varten.

## 7 LOPUKSI

Opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä käärintäkoneiden turvalaitteistoa ohjaaviin standardeihin ja tehdä niistä kattava kooste. Tämä tehtiin tutustumalla konedirektiiviin, käärintäkoneita sääteleviin standardeihin ja yrityksen sisäiseen materiaaliin. Konedirektiivi ja lukuisat eri standardit voivat olla työläitä tulkita, minkä takia tämän työn kaltaiset koosteet ovat hyödyllisiä.

Opinnäytetyön perusteella on mahdollista tarkentaa yrityksen sisäisessä käytössä olevia suunnitteluohjeita ja täten kehittää muun muassa layoutpiirustusten laatua, kun turvallisuusnäkökohtien huomiointi on selkeämpää ja yhdenmukaisempaa. Layoutpiirustus on monin tavoin merkittävä tekijä koko koneen toimitusprosessissa aina myyntivaiheesta lopputarkastukseen asti, sillä siinä käy ilmi turvalaitteiston sijoittelu ja toteutuvat turvaetäisyydet. Selkeä, vaatimusten mukaan laadittu layout helpottaa konetoimituksen jokkaista työvaihetta ja parantaa asiakaskokemusta, ja ennen kaikkea varmistaa koneen turvallisen käytön.

Tässä työssä käsitellään konedirektiiviä, jonka perusteella myös työssä käsiteltävät standardit on laadittu. Euroopan unionin uusi, nykyisen konedirektiivin korvaava koneasetus on tullut voimaan jo vuonna 2023, mutta se tulee sovellettavaksi vuoden 2027 alussa. Uusi koneasetus vaikuttaa ensisijaisesti koneen ohjausjärjestelmiin ja ottaa kantaa muun muassa kyberturvallisuuteen. Uuden asetuksen tuomat vaatimukset on saatettava myös käytössä oleviin standardeihin siten, että ensin päivitetään A- ja B-tyyppin standardit. Tämän jälkeen päivitetään tarkentavat C-tyyppin standardit. Tässä työssä ei oteta kantaa uuteen koneasetukseen, koska standardien päivitystyö on monin paikoin vielä kesken.

Opinnäytetyön tekeminen oli palkitseva prosessi, joka avasi hyvin sitä, miten erilaiset standardit määrittelevät suunnittelijan käytännön työtä.

## LÄHTEET

<https://www.sfs.fi/files/63/Koneturvallisuusesite2015web.pdf>

METSTA: Koneturvallisuuden standardit

Konedirektiivi

SFS-EN\_ISO\_12100 Koneturvallisuus. Yleiset suunnitteluperiaatteet, riskin arviointi ja riskin pienentäminen

SFS-EN 415-6. Pakkauskoneet. Turvallisuus. Osa 6. Lavakuorman käärintäkoneet

SFS-EN\_ISO\_13855 Koneturvallisuus. Suojausteknisten laitteiden sijoitus ottaen huomioon kehon osien lähestymisnopeudet

SFS-EN\_ISO\_13857 Koneturvallisuus. Turvaetäisyydet yläraajojen ja alaraajojen ulottumisen estämiseksi vaaravyöhykkeille

SFS-EN\_ISO\_13849 Koneturvallisuus. Turvallisuuteen liittyvien ohjausjärjestelmien osat. Osa 1 Yleiset suunnitteluperiaatteet

<https://www.signode.com/>

<https://www.crowncork.com/>

[www.sfs.fi](http://www.sfs.fi)

Pilz: Muting. <https://www.pilz.com/fi-FI/lexicon/muting>