

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Koneautomaatio

2017

Oskari Lehtinen

OMC-H-KÄÄRINTÄKONEEN MODULAARINEN AUTOMAATIORAKENNE

Johtosarjat ja ohjelmisto

Oskari Lehtinen

OMC-H-KÄÄRINTÄKONEEN MODULAARINEN AUTOMAATORAKENNE

Johtosarjat ja ohjelmisto

Opinnäytetyö tehtiin Octomeca Oy -nimiseen kiristekäärintäkoneita valmistavaan yritykseen. Tavoitteena oli perehtyä vakioidun kampikäärintäkonemallin rakenteeseen ja toimintaan, joiden pohjalta muodostettiin modulaarinen johtosarja. Johtosarjan lisäksi tutkittiin, miten modulaarisuutta voidaan hyödyntää laitteiston ohjelmoinnissa. Johtosarjalla ja modulaarisella rakenteella pyritään vaikuttamaan käärintäkoneiden tuotannon läpikulkuaikaan ja edistämään jälkiasennusperiaatteen toteutumista.

Octomecan käärintäkoneiden valmistusperiaatteet ovat todella asiakaskeskeiset. Valtaosa käärintäkoneista on asiakkaalle räätälöityjä ratkaisuja, joilla pyritään halutun pakkauksen valmistamiseen. Räätälöityjen ratkaisujen dokumentointi ja soveltaminen uusiin tuotteisiin on haasteellista rakenteiden muutosten vuoksi. Kampikäärintäkoneesta on pyritty vakiinnuttamaan sarjakonemalli, joka on jaettu kokoluokkiin.

Vakiintuneen kampikäärintäkoneen toiminta perustuu sähköpneumaattisiin toimilaitteisiin ja erilaisiin teollisiin väyläjärjestelmiin, mitkä luovat pohjan modulaariselle johtosarjalle. Johtosarja valmistetaan toimilaitteiden, väyläjärjestelmien ja jälkiasennusperiaatteen ehdoilla, joissa huomioidaan eri optiomahdollisuudet. Vakioitu rakenne mahdollistaa myös modulaaristen ohjelmistojen suunnittelun, jota pyritään kartoittamaan samoista näkökulmista.

Kampikäärintäkoneeseen ja sen optioihin päädyttiin suunnittelemaan useampi johtosarja, jotka voitaisiin esikokoonpanna ja asentaa suoraan käärintäkoneen runkoon. Johtosarjasta luotiin dokumentit, jotka voidaan perehdyttää tuotantoon. Kampikäärintäkoneen johtojen runkokohtaista mittausta ei enää tarvita modulaaristen dokumenttien myötä. Ohjelmistojen modulaarisiin mahdollisuuksiin saatiin kehityskohteita ja esimerkkejä. Esimerkkeihin voidaan paneutua ohjelmasuunnittelussa ja ohjelmoinnissa, minkä ansiosta niitä voidaan soveltaa käytännössä.

ASIASANAT:

OMC, kenttäväylät, retrofit, optio, johtosarja, ohjelmisto

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Machine and Production Engineering | Machine Automation

25.10.2017 | 43

Petri Rautio

Oskari Lehtinen

MODULAR AUTOMATION STRUCTURE OF OMC-H STRETCH FILM WRAPPING MACHINE

Wirings and software

The thesis was made for a company called Octomeca Oy which manufactures stretch film wrapping devices. The aim of the thesis was to study the structure and the functions of the standardized crank wrapping machine, on which the modular wirings were created. In addition to the wirings, it was studied also how modularity could be used in hardware and logical programming. The modular wirings and logical programs are meant to improve the manufacturing time and enable the retrofitting method.

The manufacturing principles of Octomeca Oy's wrapping machines are client-oriented. Most of the wrapping machines are customized solutions for the customer to create the exact packaging. Documenting and applying tailor-made details to new products is challenging because of differences in structures. It's attempted to standardize the crank wrapping machine, which is divided into size classes.

The standardized crank wrapping machine is based on electric and pneumatic actuators and various industrial bus systems that provide the basis for modular wirings. The wirings are manufactured on the terms of actuators, bus systems and retrofitting, which are taken into account of different options. The standardized structure makes it also possible to plan modular software in the same perspectives.

To the wrapping machine and its options were planned several wirings, that could be pre-assembled and installed directly on the structure of the wrapping machine. There were documents created from the wirings which can be taught to production. Structural length measurements of the wires are no longer needed with modular wiring documents. Development possibilities and examples were provided for the modular software. Examples can be taken for granted in programming and they can be applied in production.

KEYWORDS:

OMC, fieldbus, retrofit, option, wiring, software

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
2 OCTOMECA	9
2.1 OMC	9
2.2 Käärintäkone sarjat	9
2.3 OMC-V	10
2.4 OMC-R	11
2.5 OMC-H	11
2.6 Suojaustavat	12
2.7 Laitevalmistus	13
3 OMC-H	15
3.1 Vakiokone	15
3.2 Rakenne	16
3.3 Optiot	17
3.4 Sähkökeskus	19
3.5 I/O ja anturointi	21
3.6 Väylät	22
4 MODULAARINEN JOHTOSARJA	24
4.1 Johtosarja	24
4.2 Modulaarisuus	24
4.3 Mitoittaminen	24
4.4 Muuttujat ja referenssit	25
4.4.1 Runkojohtosarja	25
4.4.2 Moduulijohtosarjat	27
4.4.3 Optioiden johtosarjat	28
4.4.4 Kanavat, ketjut ja huoltolisä	30
4.5 Modulaariset johtosarjat	32
4.6 Valmistusmenetelmä	35
5 LOGIIKKAOHJELMAN MODULARISOINTI	37
5.1 Modulaarinen logiikkaohjelma	37

5.2 Hardware-konfiguraatio ja topologia	37
5.3 Moduulien hallinta	38
5.4 Optiohallinta	39
6 YHTEENVETO	41
LÄHTEET	43

LIITTEET

Liite 1. Johtosarjadokumentit

KUVAT

Kuva 1. OMC-V-käärintäkone (OMC-sarjat 2017).	10
Kuva 2. OMC-R-rullakäärintäkone (OMC-sarjat 2017).	11
Kuva 3. OMC-H-kampikäärintäkone ja lisäoptiot (OMC-sarjat 2017).	12
Kuva 4. Vedenpitävä TSB-pakkaus (OMC, Tuotteiden suojaksi).	13
Kuva 5. Diagonaali ja pyörityshalkaisija (CAD).	15
Kuva 6. OMC-H-sarjakoneen lisäoptiot (Projektit).	18
Kuva 7. Sähkökeskuksen rakenne (Eplan).	20
Kuva 8. Anturit rakenteessa (Projektit).	21
Kuva 9. Cube 67 -kenttäväyläjärjestelmän moduuli (Murrelektronik).	22
Kuva 10. OMC-H-käärintäkoneen väylätologia (Projektit).	23
Kuva 11. Layout-mitta (Projektit).	26
Kuva 12. Runkojohtosarjojen referenssit ja muuttujat (Projektit).	27
Kuva 13. Moduulijohtosarjojen referenssit ja muuttujat (Projektit).	28
Kuva 14. CPA ja RCA kenttäväylään kytkentä (Projektit).	29
Kuva 15. Kanavat ja niiden sijainti (CAD).	30
Kuva 16. Ketjun mitoitus (Projektit).	31
Kuva 17. Sähkömoottorin huoltolisä (Projektit).	31
Kuva 18. Anturien johtolenkit (Projektit).	32
Kuva 19. Johtosarjojen kulku (Liite 1).	33
Kuva 20. Saumausyksikön johtosarja (Liite 1, 6).	34
Kuva 21. Johtosarjojen paikoittaminen kelkan energiaketjuun (Liite 1, 4).	34
Kuva 22. Runkojohtosarja 1. (Liite 1, 2).	36
Kuva 23. Networkin luominen modulaarisessa ohjelmassa (Projektit).	38
Kuva 24. Device overview ja machine option management (Projektit).	39
Kuva 25. Optioiden hallinta (Projektit).	40
Kuva 26. Sekvenssien valinta (Projektit).	40

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

Cube 67	MURR elektronik -kenttäväyläjärjestelmä
Diagonaali	Käärittävän kappaleen lävistäjä
I/O	Logiikan saapuva ja lähtevä tieto
Modulaarinen	Joustava ja helpporakenteinen kokonaisuus
OMC	Lyhenne sanasta Octomeca
OMC-H	Octomeca Oy:n kampikäärintäkonesarja
Optio	Käärintäkoneisiin saatavat lisälaitteet
PLC	Ohjelmoitava logiikka
Point-to-point	Yksinkertainen verkkotopologia, jossa kaksi-päätepistettä
Profinet	Teollisuus-Ethernet
Retrofit	Jälkiasennusperiaate

1 JOHDANTO

Moderni tuotantoympäristö muodostuu tuotantolinjastoista. Tuotteita jalostetaan suuremmiksi kokonaisuuksiksi lukuisten esikokoonpanovaiheiden avulla. Lopputuloksena on valmis tuote. Jotta tuotantolinja pysyy kilpailukykyisenä, täytyy myös tuotteen kuljetus ja suojaus hoitaa moderneilla asianmukaisilla menetelmillä.

Opinnäytetyö toteutettiin kiristekalvokäärintäkoneita valmistavaan Octomeca Oy -nimiseen yritykseen. Tehtävänä oli tutustua OMC-H-sarjan käärintäkoneeseen, sen automaattiorakenteeseen ja luoda siihen soveltuva modulaarinen johtosarja. Samalla perehdyttiin kampikäärintäkoneen logiikkaohjelmiston rakenteeseen ja sen modulaarisiin mahdollisuuksiin.

Octomecan valmistamat käärintäkoneet ovat asiakaskohtaisesti suunniteltuja ja räätälöityjä kokonaisuuksia. Käärintämenetelmät ja käärintäprosesseihin liittyvät mitoitusvaihtoelvat vaihtelevat suuresti. Vaihtelun vuoksi koneiden sähkö- ja automaattiorakenteet ovat heikosti vakioitavissa. OMC-H-koneesta on pyritty vakinaistamaan yksi sarjakonemuoto, jossa on kolme ominaisuusiltaan samaa kokoluokkaa. Sarjakoneella pyritään vakioitua konerakenteeseen, retrofit-periaatteeseen ja sarjatuotantoon. Retrofit-jälkiasennusperiaatteella tarkoitetaan jälkikäteen investoitavien optioiden ja komponenttien helppoa asennusmahdollisuutta. On tilanteita, joissa asiakkaan budjetti ei riitä kaikkien haluttujen optioiden hankkimiseen kerralla, mutta tarve kuitenkin on.

Modulaarisella johtosarjalla edistetään retrofit-jälkiasennusperiaatteen toteutumista. Modulaarisuus on myös keskeinen ominaisuus jatkuvasti muuttuvalle kampikäärintäkoneen runkorakenteelle. Retrofit-periaatetta sovelletaan jo vähän sähkösuunnittelun osalta, mutta vakioitua modulaarista johtosarjaa ei ole. Logiikkaohjelman modulaariseen rakenteeseen on olemassa joitain sovelluksia, mutta ei vakioitua rakennetta.

Opinnäytetyön tavoitteena on luoda konkreettiset dokumentit OMC-H-koneen modulaariselle johtosarjalle ja ottaa ne käyttöön. Aluksi perehdytään OMC-H-koneen fyysiseen rakenteeseen, ja sen pohjalta johtosarjan teko. Johtosarjan tulisi kattaa kaikki koneen johdotukset ja sähköiset komponentit. Ohjelmistoon pyritään luomaan selkeä perusta optiohallinnalle, mikä helpottaa käärintäkoneen ohjelmointia.

Tavoitteeseen päästään, jos johtosarjan esikokoonpanoon saadaan konkreettiset dokumentit ja sillä nopeutetaan tuotannon läpimenoaikaa. Logiikkaohjelmointiin tulee saada selkeä peruste optiohallinnalle, jota voidaan kehittää myöhemmin lisää.

2 OCTOMECA

2.1 OMC

OMC eli Octomeca valmistaa käärintäkoneita pakkausten kuljetuksen ja varastoinnin suojaksi. Käärintäkoneet ovat sähkömekaanisia laitteita, joissa esikiristettyä muovikalvoa pyöritetään suojattavan kuorman ympärille. Tuote kulkee yleensä käärintäkoneen lävitse kuljettimen avulla ja voi vaihdella pitkästä tavarasta normaaleihin kuormalavoihin. Lopullinen paketti määräytyy täysin asiakkaan mukaan. Kuorman ympärille kääritty esikiristetty kalvo saumataan ja katkaistaan, jonka jälkeen uusi kuorma voidaan ottaa vastaan. Octomeca on erikoistunut mitoiltaan poikkeavien kuormien käärintään. (Octomeca Oy 2017.)

Käärinnän lähtökohtana on asiakkaan esittämät vaatimukset ja lopullinen tuote. Octomecan käärintäkonesarjoissa on monipuolisia vaihtoehtoja suojatun tuotteen toteuttamiseksi. Vaihtoehtoisesti voidaan aloittaa myös kokonaan uusi laitekonsepti. Asiakkaan ei tässä tapauksessa tarvitse tietää laitteen ominaisuuksia, vaan lähtökohtana on haluttu lopullinen tuote (Octomeca Oy 2017). Näiden konseptien vuoksi Octomecan tuotanto on todella yksilöllistä ja ominaisuuksien vaihtelu suuri. Kokonaan uusi laitteisto on esimerkiksi teippaus- ja OMC-C-laitteisto.

Octomecan vahvuuksia ovat pitkä historia sähkömekaanisten käärintäkoneiden parissa ja joustava tapa tehdä koneita käyttämällä huippuluokkaisia komponentteja. OMC-koneille tyypillistä on myös vankka rakenne ja periaate tehdä koneista mahdollisimman vähän huoltoa vaativia. Koneet kokoonpannaan osaavassa työympäristössä ja toimilaitteita kehitetään jatkuvasti. (Octomeca Oy 2017.)

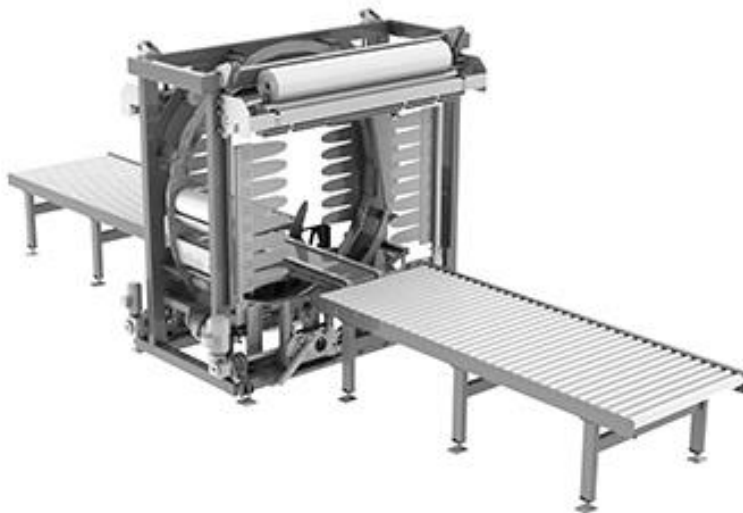
2.2 Käärintäkone sarjat

Octomecan asiakaskeskeisyys näkyy käärintäkonesarjoissa. Käärintätapa perustuu halutun pakkauksen ominaisuuksiin ja käärintäkoneet valmistetaan pakkauksen ehdoilla. OMC-konesarjoja ovat: OMC-V, OMC-H, OMC-R ja OMC-VO (OMC-sarjat 2017). Koneet muodostuvat suurimmaksi osaksi samoista toimilaitteista ja komponenteista. Koneiden väliset erot tulevat niiden käärintäperiaatteista.

Lähestulkoon kaikkia käärintäkoneita pystytään yhdistelemään keskenään ja koneisiin on saatavilla lukuisia lisäoptioita halutun pakkauksen saavuttamiseksi.

2.3 OMC-V

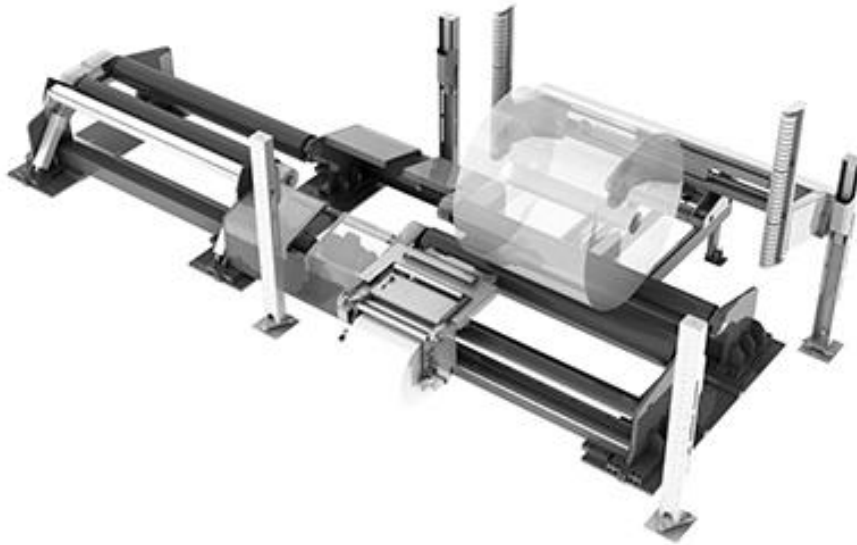
OMC-V-käärintäkoneessa pakattava kuorma ajetaan kuljettimella käärintäkehän lävitse. Käärintä tapahtuu vertikaalisesti kehään kiinnitetyn esikivistyslaitteen eli kelkan avulla. Kuorma voidaan kääriä spiraalimaisesti kokonaan tai muodostamalla tukipantoja. OMC-V-koneen rakenteen tunnusmerkkejä ovat käärintäkehä ja rungossa kiinni oleva kuljetin (Kuva 1). Koneiden koot vaihtelevat pakattavan kuorman mukaan. Kuorman diagonaali määrittää, kuinka suuri käärintäkehä tarvitaan pakkauksen saavuttamiseksi (OMC-sarjat 2017). Kehää tai kuljetinta pystytään myös nostamaan tai laskemaan optimaalisen kuorman ajon saavuttamiseksi. Ominaisia tuotteita tälle käärintälle ovat erityisen pitkät laudat, vanerit tai putket. OMC-VO-mallilla pystytään käärimään erityiskorkeita ja pitkiä tuotteita (OMC-sarjat 2017). OMC-V-koneeseen on saatavilla lisäoptioita esimerkiksi automaattisen kalvonvaihtajan ja pääliarkin muodossa.



Kuva 1. OMC-V-käärintäkone (OMC-sarjat 2017).

2.4 OMC-R

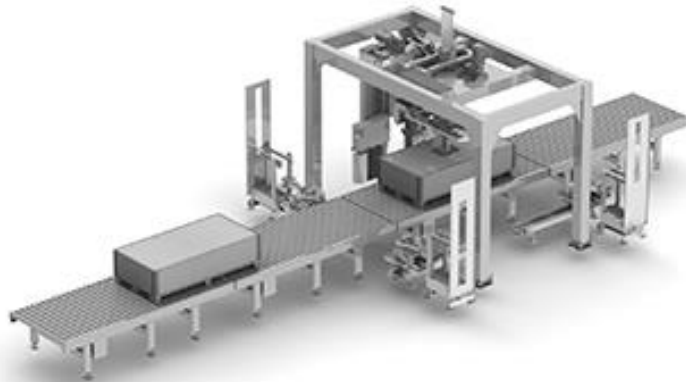
OMC-R-koneet on erityisesti rullakäärintään tarkoitettu sarja. Tuote voi olla alumiini-, paperi- tai teräsrulla. Käärintä tapahtuu pyöritystelaston päällä, joko radiaalisella tai kampikäärintäkoneella. Telasto pyörittää pakettia, jolloin se saadaan käärittyä jokaisesta suunnasta. Telastolla ohjattava kuorma on OMC-R-koneen tunnusmerkkejä (Kuva 2). Käärintäkone voidaan myös integroida asiakkaan kelauslaitteeseen. (OMC-sarjat 2017.)



Kuva 2. OMC-R-rullakäärintäkone (OMC-sarjat 2017).

2.5 OMC-H

Viimeinen käärintäkonesarja on OMC-H eli kampikonesarja. Käärintä tehdään horisontaalasti käärintäkammen avulla, johon esikiristyksen tekevä kelkka on kiinnitetty. (Kuva 3). Kuorma ohjataan käärintäkoneen läpi kuljettimella, joka voi olla asiakkaan tai Octomecan valmistama. Octomecan valmistamaa kuljetinta voidaan muokata käärintäprosessiin sopivaksi erilaisilla lisävarusteilla esimerkiksi nostettavalla kuljetintasolla. Käärintä voidaan tehdä erilaisilla alustoilla oleviin kuormiin. OMC-H on käärintäkoneista monipuolisin, ja sen tuotantoa pyritään vakinaistamaan kolmen sarjakoneen muotoon.



Kuva 3. OMC-H-kampikäärintäkone ja lisäoptiot (OMC-sarjat 2017).

2.6 Suojaustavat

Pakkaustapoja on erilaisia. Kiristekalvopannat ovat kustannustehokas menetelmä sitoa tuotteet esim. kuljetuksen ajaksi. Kalvopannat tehdään OMC-V-sarjan koneilla käärimällä yhteen kuorman kohtaan useampi kerros kalvoa. Pannat voidaan kääriä yksittäin kuorman eri osiin tai spiraalimaisesti, jolloin kalvo saumataan ja katkaistaan vain kerran. Spiraalikäärintä on nopeampi, joten sillä pystytään nostattamaan käärintäkoneen kapasiteettia huomattavasti. (OMC, Tuotteiden suojaksi.)

Pelkät käärintäpannat eivät anna täyttä suojaa vaan toimivat kuorman vahvikkeena. Siksi kuorma voidaan kääriä kokonaan joko spiraalimaisesti OMC-V-sarjan koneella tai horisontaalisesti OMC-H-sarjan koneella. Horisontaalisella käärintätavalla saadaan kaikki paketin pystyreunat suojatuksi. Kalvon määrään pakkauksessa pystytään vaikuttamaan kelkan ohjauksella. Tiheällä limityksellä pakkauksesta tulee vahvempi ja päinvastoin.

Käärinnässä kalvoon tehdään esikiristys, joten se pyrkii vetäytymään alkuperäiseen mittaansa. Kulmatuilla saadaan vähennettyä kuorman kohdistuvaa kulmapainetta, jos tuote on herkkä puristukselle. Kulmatukien käyttö mahdollistaa myös päälle pinoamisen. Kulmatuet asetetaan pakettiin ennen ensimmäistä käärintäkierrosta, jonka jälkeen ne kääritään pakettiin kiinni. (OMC, Tuotteiden suojaksi.)

Erillinen päällysarkki lisää tuotteen pölysuojaa. Tuotteen päälle vedettävä päällysarkki voidaan myös asettaa ensimmäisen käärintäkerroksen jälkeen, jolloin toinen käärintäkerros tekee pakkauksesta vedenpitävän (Kuva 4). Vedenpitävä pakkaus kääritään alhaalta ylös, jolloin kalvo limittyy oikein kuorman pintaan. Kalvon limitys takaa, että sadevesi ei valu pakkauksen sisään (OMC, Tuotteiden suojaksi.)



Kuva 4. Vedenpitävä TSB-pakkaus (OMC, Tuotteiden suojaksi).

Suojauksen lisäksi pakkauksille voidaan tehdä logoverhoilu OMC-koneiden yhteyteen asennetulla OMC-C-lisälaitteella, jos halutaan näkyvyyttä logistiikkaan. Pakkauksen pohjaan pystytään myös vaikuttamaan esim. lisäämällä styrox- tai vanerilevy tuotteen alle ennen käärintää, jolloin tuote pystytään suojaamaan kaikilta sivuilta (OMC, Tuotteiden suojaksi).

2.7 Laitevalmistus

Vakioituja sarjakoneita lukuun ottamatta, jokaisen käärintäkoneen rakenne suunnitellaan täysin asiakkaan vaatimusten mukaisesti. Suunnittelu lähtee liikkeelle asiakkaalle laaditusta konekortista, josta käy ilmi asiakkaan esittämät vaatimukset. Huomioitavia vaatimuksia ovat kuljetin korkeus, vaadittava kapasiteetti, kuorman mitat ja halutut lisäoptiot. Näiden tietojen pohjalta käärintäkoneelle pystytään suunnittelemaan vaadittu kehän tai kammen koko ja käärintäkorkeus. Suunnittelun lisäksi OMC-käärintäkoneet käyvät läpi

neljä eri työvaihetta. Näitä ovat mekaaniset ja sähköiset asennukset, ohjelmointi ja käyttöönotto.

Tuotanto saa alkunsa mekaanisesta asennuksesta, jossa käärintäkone saa sille tyypillisen rakenteen. Käärintäkoneen päärunkoon kiinnitetään käärintäkampi tai kehä riippuen käärintäkoneen mallista. Kaikki toimilaitteet kuten sähkömoottorit ja sylinterit kiinnitetään mekaanisessa asennusvaiheessa. Laittekokonaisuudet, kuten saumausyksikkö ja kelkka asennetaan runkoon ja ovat selkeästi esikokoonpantavissa. Sähköisessä asennuksessa koneen runkoon lisätään kaikki elektroniset komponentit, kuten kenttäväylien moduulit ja anturit, sekä niille tarvittavat kaapelit. Vaihe on tuotannon kulussa kaikkein työläin, mikä johtuu mekaanisten rakenteiden muutoksista. Rakennemuutokset vaikuttavat kaapelimittoihin projektikohtaisesti, minkä vuoksi käärintäkoneista ei ole vakiintuneita dokumentteja.

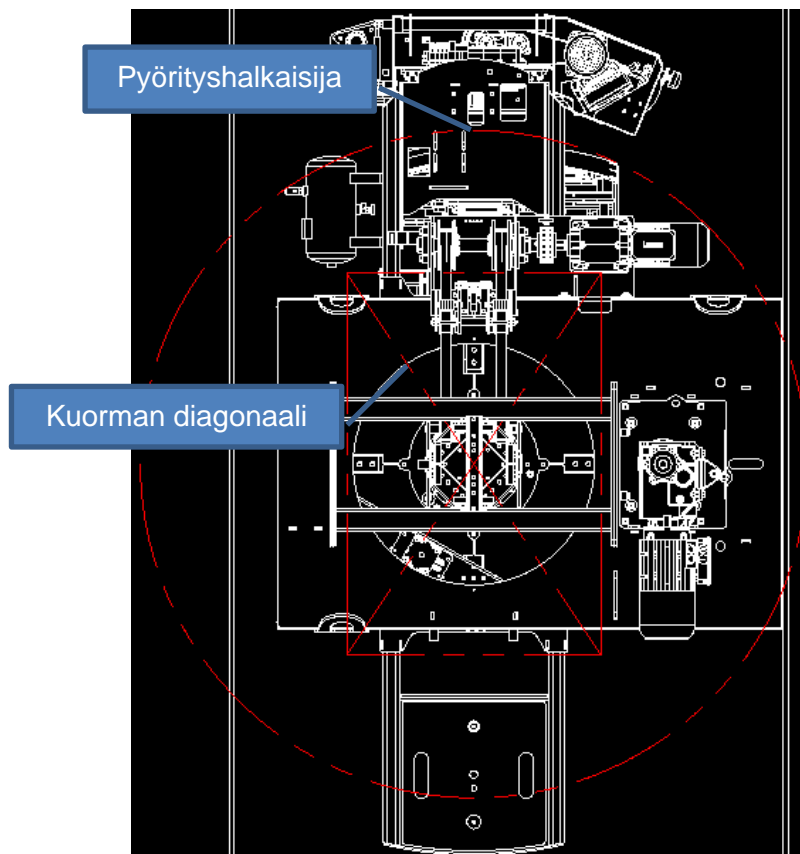
Ohjelmointivaiheessa ladataan koneen toimintoja vastaavat ohjelmat. Ohjelmoitavia komponentteja ovat PLC, taajuusmuuntajat, HMI ja turvalogiikka. PLC:lle ladattava ohjelma on koko käärintäkoneen toiminnan perusta. Turvalogiikan ohjelma sisältää kaikki laitteiston turvallisuuteen ja hätäpysäytykseen liittyvät toimintatiedot. Taajuusmuuttajat parametroidaan käyttökohteen mukaisesti, jolloin niihin asetetaan oikea nopeuden säätö. Käärintäkoneen käyttöliittymä ladataan HMI:lle muiden ohjelmien tavoin. Ohjelmat eroavat projektikohtaisesti, minkä vuoksi ohjelmia joudutaan hienosäätämään projektiin sopivaksi. Ohjelmoinnin jälkeen käärintäkoneet testataan asiakkaan kuormalla ja käärintäprosessin resepti muokataan sopivaksi.

Vakioidun OMC-H-sarjakonemallin myötä modulaarinen johtosarja ja sen dokumentoiminen on mahdollista. Nykyistä ohjelmarakennetta joudutaan jatkuvasti muokkaamaan uuteen laitekokonaisuuteen sopivaksi. Vakiorakenne mahdollistaa ohjelmarakenteen yksinkertaistamisen. PLC-ohjelmisto voidaan yksinkertaistaa yhdeksi kokonaisuudeksi, jossa on kaikki optiot laitekokonaisuudesta riippumatta.

3 OMC-H

3.1 Vakiokone

OMC-H-kampikäärintäkoneesta on vakioitu sarjakonemalli, joka on runkorakenteeltaan ja komponenteiltaan sama. Vakiokone jakautuu kolmeen eri kokoluokkaan kuorman diagonaalin avulla muodostetun käärintäkammen pyörityshalkaisijan mukaan (Kuva 5). Kokoluokat ovat: OMC-H2100, OMC-H2600 ja OMC-H3200, joissa luku edustaa käärintäkammen pyörityshalkaisijaa. (OMC-Platform.)



Kuva 5. Diagonaali ja pyörityshalkaisija (CAD).

OMC-H2100 on vakiokoneiden pienin kokoluokka ja pystyy käärimään maksimissaan 1500 mm pitkää tai leveää kuormaa. OMC-H3200 on suurin ja pystyy 2800 mm pitkän tai leveän kuorman käärintään. Käärintäkoneen runko johon kampi kiinnittyy, muuttuu käärintäkammen koon suhteessa. Rungon leveys pysyy vakiona, mutta pituussuunnan

muutos 2100- ja 3200-sarjan välillä on noin 600 - 800 mm. Käärittävän kuorman diagonaalien lisäksi runkorakenteeseen vaikuttaa kuorman korkeus ja kuormaa ajettavan kuljettimen korkeus. Käärinnän korkeutta muutetaan koneen runkoon kiinnittyvillä jaloilla. Vakioidut jalkojen pituudet ovat: LH15, LH20, LH25 ja LH30, jotka määräytyvät tuhannen millimetrin mukaan (OMC-Platform). Matala kuorma tai kuljetin edellyttää lyhyitä jalkoja, jotta käärintäprosessi saadaan tehtyä mahdollisimman alhaalla. Jos kuorman korkeusvaihtelu linjastolla on suuri, joudutaan jalkojen korkeus määrittämään niin, että kaikki halutut käärintäkorkeudet ovat mahdollisia. Rungon jalat mitoitetetaan monesti asiakkaan vaatimusten mukaan, jolloin korkeus saadaan kuljettimiin sopivaksi.

Erilaisissa projekteissa asiakas on voinut määrittää käärintäkoneessa käytettävät komponentit ja toimilaitteet. Joidenkin asiakkaiden tuotantolinjat tukevat vain jotain tiettyä laitevalmistajaa, johon käärintäkone tullaan käyttöönottamaan. OMC-H-vakiokonesarjassa on pyritty vakiomaan samat komponentit ja toimilaitteet. Jokainen sarjakone on laitteistoltaan identtinen optioista ja ominaisuuksista riippuen.

3.2 Rakenne

OMC-H on kampikäärntäkonesarja, jossa käärintä tapahtuu horisontaalisesti tuotteen ympärillä. OMC-H-koneen rakenteelliset päätoimilaitteet ovat: käärintäkampi, kelkka, puristin, alahaallapitolevy, saumainyksikkö, runko ja jalat. Päätoimilaitteet osallistuvat normaaliin käärintäprosessiin (OMC-Platform).

OMC-H-koneen runko on nelipylväinen metallirakenne mihin kiinnittyy koneen jalat, osa optiosta, sekä rakenteelliset pääkomponentit. Runkoon kiinnittyy myös osa käärintäkoneen kaapeleista ja väylistä. OMC-H-koneen tunnusomainen pääkomponentti on käärintäkampi, joka kiinnittyy rungon keskiosaan. Kiinnityskohta on epäkeskeinen, johtuen optioiden asennuspaikoista ja asiakkaan vaatimuksista. Kampea pyöritetään ratasvälityksellä sähkömoottorihjatuksi. Käärintäkampi luo perustan horisontaalille käärintäprosessille.

Käärintäkammen varteen kiinnittyy esikiristyslaite eli kelkka, jota ohjataan vertikaalisti liukujohteita pitkin. Kelkan vertikaaliliike on sähkömoottorihjattu ja välitetty hihnapyörillä. Kelkan ohjauksen tarkoituksena on saada pakkaukseen oikeanlainen kalvon limitys. Kelkan tehtävä on syöttää ja esikiristää kalvo haluttuun kireyteen. Kalvon syöttö tehdään sähkömoottorihjatuksi tanssijarullan avulla, joka määrittää kalvon kireyden. Kalvorulla

kiinnittyy kelkan vasempaan reunaan, josta se pujotetaan kelkan rullien ja tanssijarullan läpi. Kelkan etuosassa on portti, joka avataan kalvon pujotuksen ajaksi. Kelkka on käärintäprosessin tärkein päätoimilaite.

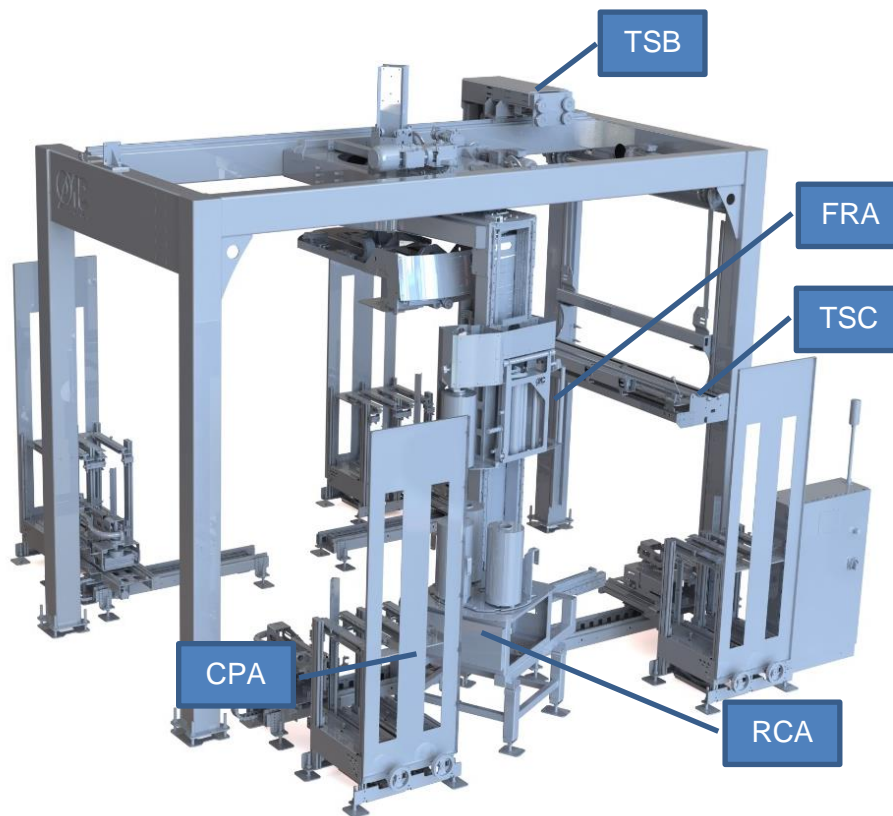
Käärintäkammen keskiosaan tulee torni, johon kiinnittyy puristin ja saumainyksikkö. Tornia kannatellaan kuormaliinojen avulla ja pystysuuntainen liike tehdään liinoja kelaamalla. Kuormaliinakeloja ohjataan toisella runkoon kiinnitetyllä sähkömoottorilla. Tornin alaosaan kiinnittyy mekaaninen puristinlevy ja saumausyksikkö. Puristinlevy antaa tukea kuorman käärintään ja osallistuu kuorman korkeuden mittaamiseen. Saumainyksikkö rakentuu seuraavista osista: Tarrain 1, Tarrain 2, Saumain ja Saumainvaste. (OMC-Platform.)

Saumainyksikön tarraimet kannattelevat kalvoa, kun kalvo katkaistaan ja kun käärintä aloitetaan. Ennen käärintäprosessin viimeistä kierrosta saumainvaste ajetaan alas. Saumain ajetaan alas, kun kelkka on ajanut ohi viimeisen kierroksen. Kalvo painetaan saumaajan ja vasteen väliin, jonka jälkeen saumainvastusta lämmitetään. Kalvo katkaistaan saumaimessa olevaa katkaisulankaa lämmittämällä. Kaikki saumausyksikön liikkeet ovat pneumaattisilla sylintereillä ohjattuja. Vastus ja katkaisulanka ovat virtaohjattuja.

Kaikkien pääkomponenttien lisäksi kuljettimet ovat olennainen osa käärintäkonetta. Kuljettimet voivat olla OMC-valmisteisia, jotka asennetaan ja testataan koneen yhteydessä. Vakioidun sarjakoneen yhteydessä kuljettimet ovat kuitenkin tilaajan vastuulla.

3.3 Optiot

Optiot ovat OMC-käärintäkonesarjoihin asennettavia lisävarusteita, joilla pyritään haluttuun pakkaustulokseen ja käärintäkoneen monipuolisuuteen. OMC-H-sarjakoneen optiot ovat suunniteltu niin, että ne voidaan asentaa tilauskohtaisesti jo tuotannossa tai retrofit-jälkiasennuksena. OMC-H-koneen optioita ovat: TSB vesitiivis pääliarkki, TSC pölytiivis pääliarkki, RCA kalvorullan vaihtaja, FRA kalvon kavennus ja CPA kulmatuet. (Kuva 6.)



Kuva 6. OMC-H-sarjakoneen lisäoptiot (Projektit).

Pölytiivis pääliarkki eli TSC on kuorman päälle asetettava muovikalvo, joka parantaa pakkauksen tuoma suojaa. Arkin syöttölaite lasketaan kuorman yläpuolelle, kun kuorma ajetaan sisään käärintäkoneeseen. Arkki syötetään sähkömoottorilla ohjattujen rullien avulla kuorman päälle ja leikataan lineaarisylinteriin kiinnitettyllä terällä. Kiinnitys tapahtuu käärintäprosessissa, jolloin arkin reunat jäävät kalvon ja kuorman väliin. TSC-laitteen vertikaaliliike tapahtuu sähkömoottoriohjatulla kuormaliinoilla. TSB-arkki eroaa pölytiivistä siten, että kuorman pystyreunat kääritään kertaalleen ennen pääliarkin asettamista. TSB-arkki vedetään kuorman päälle erillisellä tarttujalla ensimmäisen käärintäprosessin jälkeen. Kuorma kääritään uudelleen alhaalta ylöspäin tiheällä limityksellä, jolloin pakkauksesta saadaan vesitiivis. TSB-option tartunta tehdään pneumaattisesti ja horisontaali liike sähkömoottoriohjatusti. (OMC-Platform.)

RCA on automaattinen kalvorullanvaihtaja, jolla saavutetaan käärintäkoneen pidempi yhtäjaksoinen toiminta. Kalvorulla vaihdetaan automaattisesti, kun kalvo katkeaa tai kalvorulla loppuu. RCA on pneumaattisesti toimiva ulkoinen lisälaite, joka asennetaan kam-

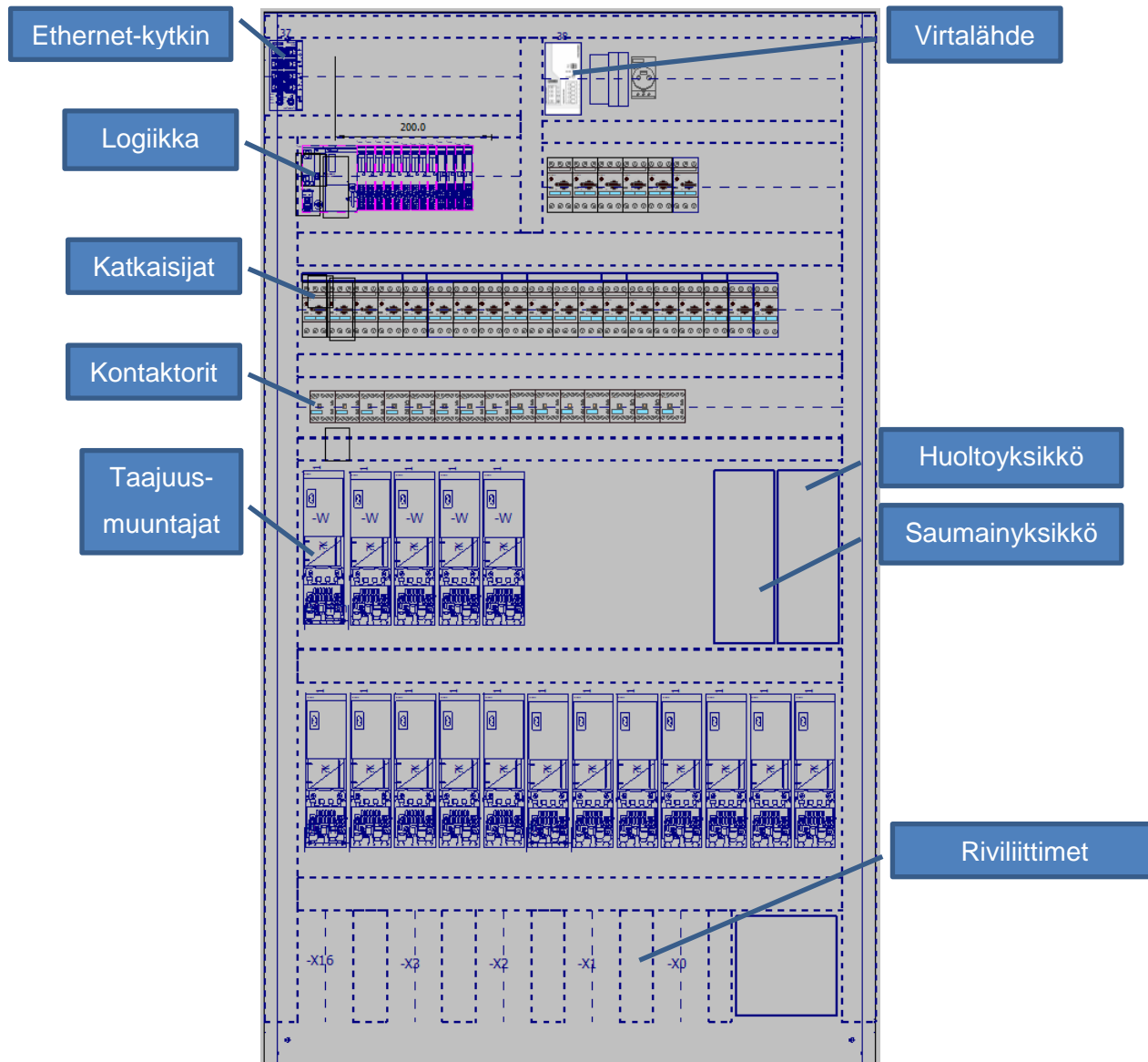
men kotiasemaan. Kalvorullanvaihtajan yhteydessä kelkan portin avausmekanismia ohjataan paineilman avulla. Kammen kotiaseman lukitaan pneumaattisella lukitusmekanismilla. Kalvorullan loputtua kampi ajetaan kalvonvaihtoasemaan. Kelkan portti avataan ja rullanvaihtajan kannatin nostaa tyhjän kalvorullan kelkan kiinnikkeestä. Tyhjä rulla siirretään pöydälle, johon on ladattu uusia kalvorullia. Uusi kalvorulla paikoitetaan pöytää pyörittämällä kannattimen kotiasemaan. Uusien kalvorullien häntä on eroteltu pidikkeellä, josta tarttuja saa kiinni. Rullan kannatin poimii uuden kalvorullan pöydältä ja vie sen kelkan kiinnikkeeseen. Samanaikaisesti kalvorullan häntä kuljetetaan kelkan portin väliin. Portti suljetaan ja tarrain jää kannattelemaan häntää käärintäprosessin ensimmäisten kierrosten ajaksi. (OMC-Platform.)

FRA eli kalvon kaventaja on kelkkaan asennettava pneumaattinen lisälaitte. Yhtä kelkan kalvoa ohjaavaa rullaa taitetaan paineilmasyylinterillä, jolloin kalvoa saadaan kavennettua. Kavenninta tarvitaan mataliin alle 500 mm korkeisiin kuormiin. Kavennettua kalvoa voidaan käyttää myös kuorman vahvikkeena. (OMC-Platform.)

CPA eli kulmatuet ovat RCA:n tavoin käärintäkoneen ulkoisia lisälaitteita. Kulmatukilaitteisto ja kulmatukimakasiinit asennetaan lattiaan varsinaisen käärintäprosessin läheisyyteen. Makasiinien tehtävä on syöttää kulmatukilaitteelle kuormaan kiinnitettävät kulmatuet. Laitte tarttuu kulmatukeen joko paineilma- tai mekaanisen tarttujan avulla. Kulmatukilaitte ohjataan johdetta pitkin käärittävän kuorman läheisyyteen ja tarttuja käännetään kuormaa kohti. Kulmatuki paikoitetaan kahden valokennon avulla ja painetaan kuormaan paineilmasyylinterillä. Kulmatukia kannatellaan kiinni kuormassa kahden ensimmäisen käärintäkierroksen ajan, jolloin ne kiinnittyvät pakettiin. (OMC-Platform.)

3.4 Sähkökeskus

Sähkökeskus on käärintäkoneen lisäksi yksi oleellisimpia osakokonaisuuksia. Sähkökeskus sisältää käärintäkoneen toiminnalle oleelliset sähkökomponentit ja käyttölaitteet. Modulaarinen johtosarja kytketään sähkökaappiin, jolloin sen sisältö vaikuttaa johtosarjan rakenteeseen. Vakioidun runkorakenteen lisäksi OMC-H-koneen sähkökeskus on vakioitu. Sähkökomponentit kokoonpannaan ja kytketään keskukseen määriteltyyn järjestykseen. Sähkökeskus rakentuu seuraavista pääkomponenteista: logiikka, virtalähde, Ethernet-kytkin, kontaktorit, katkaisijat, taajuusmuuntajat, saumainyksikkö, huoltoyksikkö ja riviliittimet. (Kuva 7.)



Kuva 7. Sähkökeskuksen rakenne (Eplan).

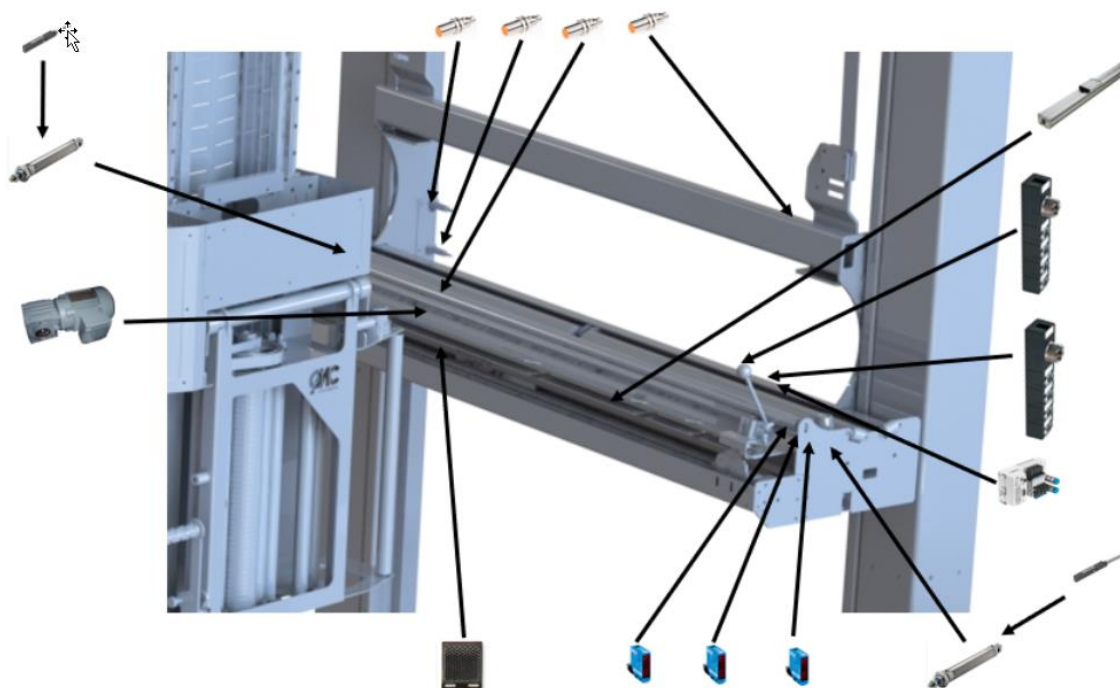
Sähkökeskus on vakioitu noudattamaan tiettyä järjestystä kytkentöjen helpottamiseksi. Järjestyksessä on huomioitu retrofit-jälkiasennusmahdollisuudet, joten sähkökeskuksessa on tilaa jälki-investoitavia optioita varten. Taajuusmuuntajien, kontaktorien ja katkaisijoiden määrä riippuu käytettävien sähkömoottorien määrästä.

Sähkökeskuksesta ulkonevia komponentteja ovat: HMI, Bluetooth-adapteri, pääkatkaisija ja merkkivalot. Bluetooth-adapteri on paikoitettu sähkökeskuksen päälle merkkivalomajakkaan langattoman yhteyden varmistamiseksi (Teollisuus-Bluetooth). HMI kiinnittyy sähkökeskuksen oveen, josta laitetta voidaan operoida.

3.5 I/O ja anturointi

OMC-H-käärintäkoneen toiminta perustuu logiikkaohjattuun I/O-tietoon. Antureiden ja toimilaitteiden I/O-tieto välitetään logikalle eri väylätekniikoiden avulla. Anturitekniikkaa sovelletaan tarkoituksellisesti eri pääkomponenttien ja optioiden toiminnassa.

Käärintäkoneen ohjaus perustuu pitkälti sähköpneumaattisiin ja mekaanisiin sovelluksiin. Lähtökohta laitteiston toiminnalle on jonkin toimilaitteen paikkatieto. Nämä toteutuvat logiikkaan saapuvilla input-tiedoilla. Jokaisella toimilaitteella ja laitteen osalla on kotiasema, sekä työasema. Kotiasema on toimilaitteen passiivitila, josta laitetta ohjataan työtilaan. Koti- ja työaseman määrittämiseen käytetään erilaisia antureita. Pneumaattisten toimilaitteiden paikkatieto saadaan sylinterien magneettiraja-antureilla. Toimilaitteiden kuten puristimen, kelkan ja pääliarkin ohjaus perustuu tiettyyn liikerataan. Liikeraudalla on maksimi ja minimi asento, jota kontrolloidaan induktiivisten antureiden ja anturihaittojen avulla. Induktiivisten- ja magneettiraja-anturien lisäksi käärintäkoneessa käytetään analogisia antureita ja optisia valokennoja. Valokennojen käyttökohteita ovat kammen kotiaseman paikoittamisessa ja kuorman paikkatiedon määrittämisessä. Analogisella anturilla säädelään kelkan kalvonsyöttöä takaisinkytkennän avulla. (Kuva 8.)



Kuva 8. Anturit rakenteessa (Projektit).

Toimilaitteiden liikkeet tapahtuvat logiikkaohjatun Output-tiedon avulla, kun toimilaitteen paikkatieto on aktiivinen. Esimerkki toimilaitteohjauksia ovat kaikki paineilmalaitteet, joita ohjataan 24 V jännitteellä. Täysin sähköpneumaattisia toimilaitteita ovat RCA, CPA ja FRA. Sähkömoottorit, joita käytetään kammien pyörittämiseen ja kelkan liikuttamiseen, ovat taajuusmuuntajaohjattuja. Taajuusmuuntajaohjatun sähkömoottorin avulla kampea pystytään ohjaamaan eri nopeuksilla haluttuun suuntaan. Vastaavalla tavalla ohjataan OMC-H-koneen kaikkia sähkömoottorilla toimivia toimilaitteita. Pneumaattisten laitteiden ja sähkömoottoriohjausten lisäksi saumaimen vastustoiminnot ovat logiikkaohjattuja output-tietoja. Saumaimen vastuslankaan ja katkaisulankaan lämmitetään 36 V sähkövirralla.

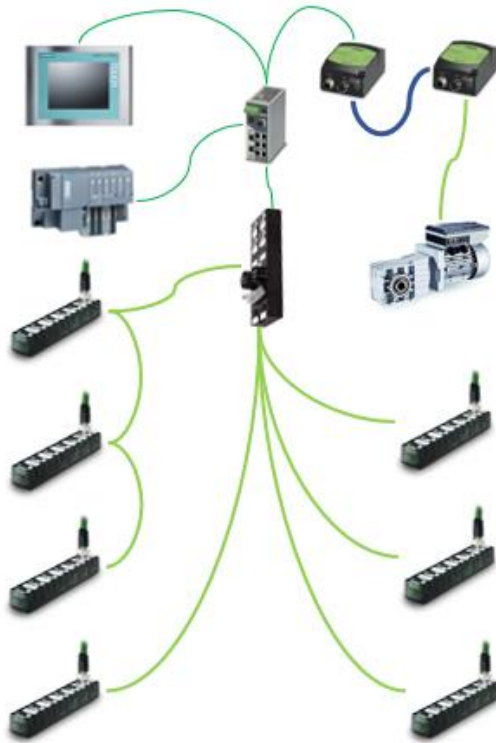
3.6 Väylät

OMC-H-koneen rakenne asettaa tietyt vaatimukset teollisen Ethernet-väylän muodostamiselle. Mekaaniset liikkeet rajoittavat väylän kulkureittejä, eikä suoran väylän muodostaminen kaikkiin osiin ole mahdollista. Vakioitu OMC-H-runkorakenne muuttuu diagonaalin ja käärintäkorkeuden mukaan, joten väylien täytyy olla modulaarisesti muokattavissa. Kenttäväylään pitää olla kytkettävissä useita tulo- ja lähtökomponentteja toimilaitteiden toiminnan takaamiseksi (Lähde 1). OMC-H-koneessa on päädytty kolmeen eri tiedonsiirtomenetelmään. Menetelmiä ovat: MURR Elektronik Cube 67 -kenttäväyläjärjestelmä, Phoenix Contact Ethernet adapter -Bluetooth-yhteys ja Profinet (Kuva 9).



Kuva 9. Cube 67 -kenttäväyläjärjestelmän moduuli (Murrelektronik).

OMC-H-käärintäkoneen toimilaitteiden I/O-tietoa kuljetetaan runkoon kiinnitettyllä Cube 67 -kenttäväyläjärjestelmällä. Cube 67 -kenttäväylä muodostuu moduuleista, jotka asennetaan kunkin toimilaitteen ja option läheisyyteen (Murrelektronik). Moduulien lukumäärä riippuu kytkettävän I/O:n määrästä. Kaikki kenttämoduulit kytketään Cube 67 -virransyöttöterminaaliin, joka toimii ylemmän Profinet-väylän yhtymäkohtana (Kuva 10.)



Kuva 10. OMC-H-käärintäkoneen väylätopologia (Projektit).

Profinet-väylää käytetään logiikan, kenttäväylän ja sähkökeskuksen komponenttien välisissä yhteyksissä. Taajuusmuuntajat, Ethernet-kytkimet ja HMI ovat kytkettynä Profinet-väylään. Profinet- ja Cube 67 -väyliä lisäksi käärintäkamman kelkan tiedonvälitys tapahtuu langattomasti Bluetooth Ethernet -adapterin avulla, joka kytketään Profinet-verkkokytkimeen (Projektit). Bluetooth-yhteys on yksinkertainen Point-to-point-kytkentä, jossa on kaksi Bluetooth-lähetintä (Teollisuus-Bluetooth). Kelkan Bluetooth-lähetin on kiinni hajautetussa Lenze Motec -taajuusmuuntaja-asemassa, jolla ohjataan kelkan nosto- ja kalvonsyöttömootoria (Lenze).

4 MODULAARINEN JOHTOSARJA

4.1 Johtosarja

Johtosarja on esikokoonpantu, erilaisista kaapelityypeistä rakentuva kokonaisuus, joka voidaan asentaa suoraan käärintäkoneen runkoon sähköasennusten nopeuttamiseksi. Johtosarja sisältää kaikki toimilaitteisiin kuuluvat kaapelit, jotka ovat mitoitettu oikean mittaisiksi. Valmis johtosarja ripustetaan koneen runkoon paikoilleen, jolloin myös komponentit voidaan asentaa, koska ne sijoittuvat niiden asennettaville paikoille. Jotkut komponentit ovat mahdollista asentaa suoraan johtosarjaan.

Johtosarjan kokoonpanosta laadittiin tuotantoon selkeät dokumentit, joista ilmenee laitteistoon vaadittavat komponentit, mitat ja valmistustapa. Tuotannon työntekijät perehdytetään johtosarjan valmistamiseen, jotta sen käyttöönotto on mahdollinen. Tuotannon dokumentit toteutettiin Excel-tiedostona ja tulosteina. (Lähde 1.)

4.2 Modulaarisuus

OMC-H-käärintäkoneen kaapelisarjan edellytyksenä on modulaarisuus. Modulaarinen rakenne koostuu pienistä yksittäisistä osista, jotka ovat helposti kokoonpantavissa ja muokattavissa (Cambridge Dictionary). Modulaarinen rakenne helpottaa retrofit-jälki-asennusperiaatetta, kun optioita aiotaan jälki-investoida. Optioiden jälkiasennus tulee olla saumatonta ja tehokasta, mikä rohkaisee asiakasta jälki-investoimaan. Modulaarisella rakenteella pystytään reagoimaan tilauskohtaisiin ja tuotekehityksellisiin runkorakenteen muutoksiin.

4.3 Mitoittaminen

Vakioidun OMC-H-käärintäkoneen muuttuva runkorakenne luo perustan modulaarisille johtosarjoille ja ne voidaan luokitella kahteen eri ryhmään, runkojohtosarjoihin ja moduulijohtosarjoihin. Jokaiselle johtosarjalle on määritetty referenssipisteet, jotka toimivat johtosarjan mitoittamisen apuna. Referenssipisteet eivät muutu rakenteellisista muutoksista huolimatta. Referenssipisteiden väliin jäävät mitat toimivat runkomittojen ja pääkomponenttien rakenteellisina muuttujina.

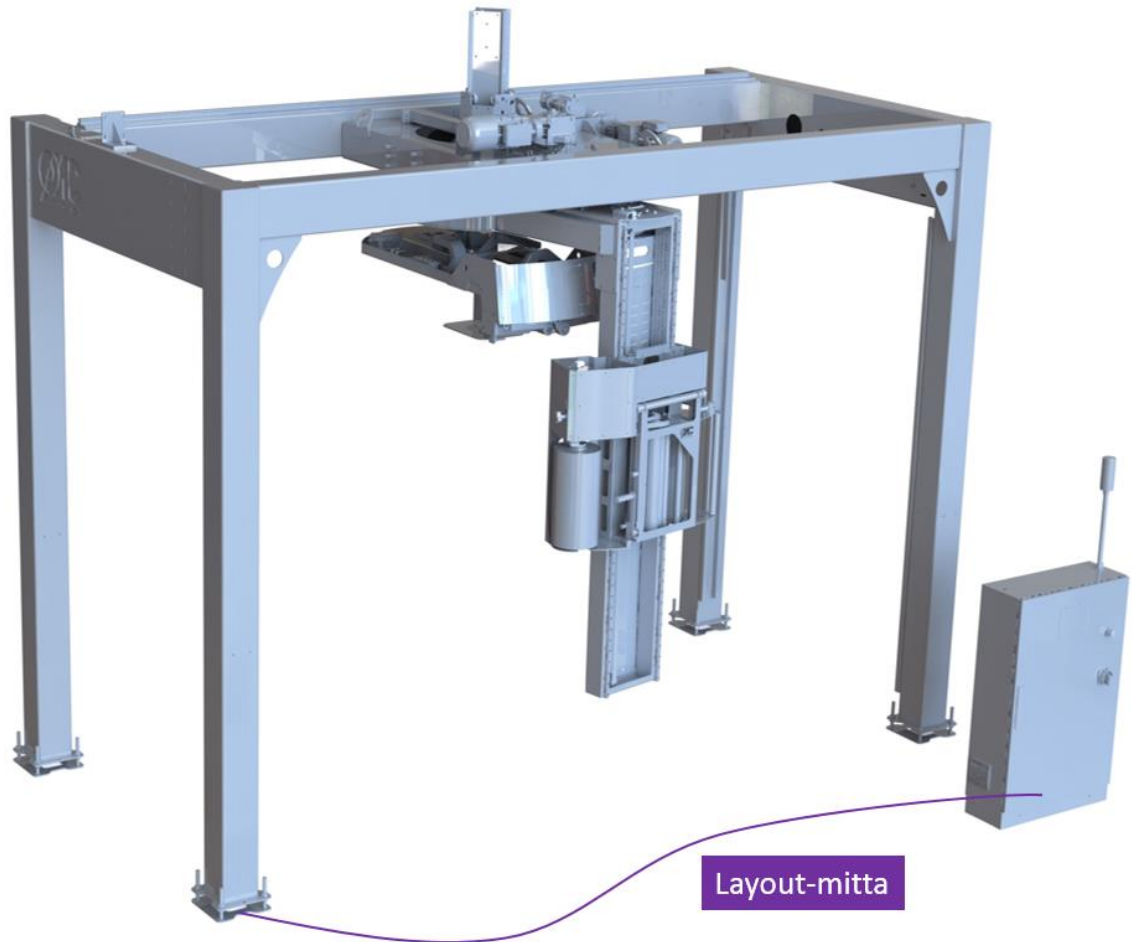
Kaikki rungosta ulkonevat johdot ovat käärintäkoneen runkojohtosarjoja ja muodostuvat kahdesta mittakokonaisuudesta, joita ovat layout-mitta ja runkomitta. Johtosarjan runkomitta on kaikkien rungosta muuttujien muodostama summa. Layout-mitta on rungosta ulkonevan johtosarjan mitta, joka riippuu sähkökeskuksen sijainnista. Yhteenlaskettuna Layout-mitta ja runkomitta muodostavat johtosarjan kokonaismitan.

Moduulijohtosarjat ovat käärintäkoneen sisäisiä johtosarjoja, jotka eivät ole riippuvaisia layout-mitasta. Moduulijohtosarjoille on määritetty omat muuttujat ja referenssit, jotka muodostuvat käärintäkoneen pääkomponenttien rakenteellisista muutoksista. Muutosten summa luo moduulijohtosarjojen lopullisen mitan.

4.4 Muuttujat ja referenssit

4.4.1 Runkojohtosarja

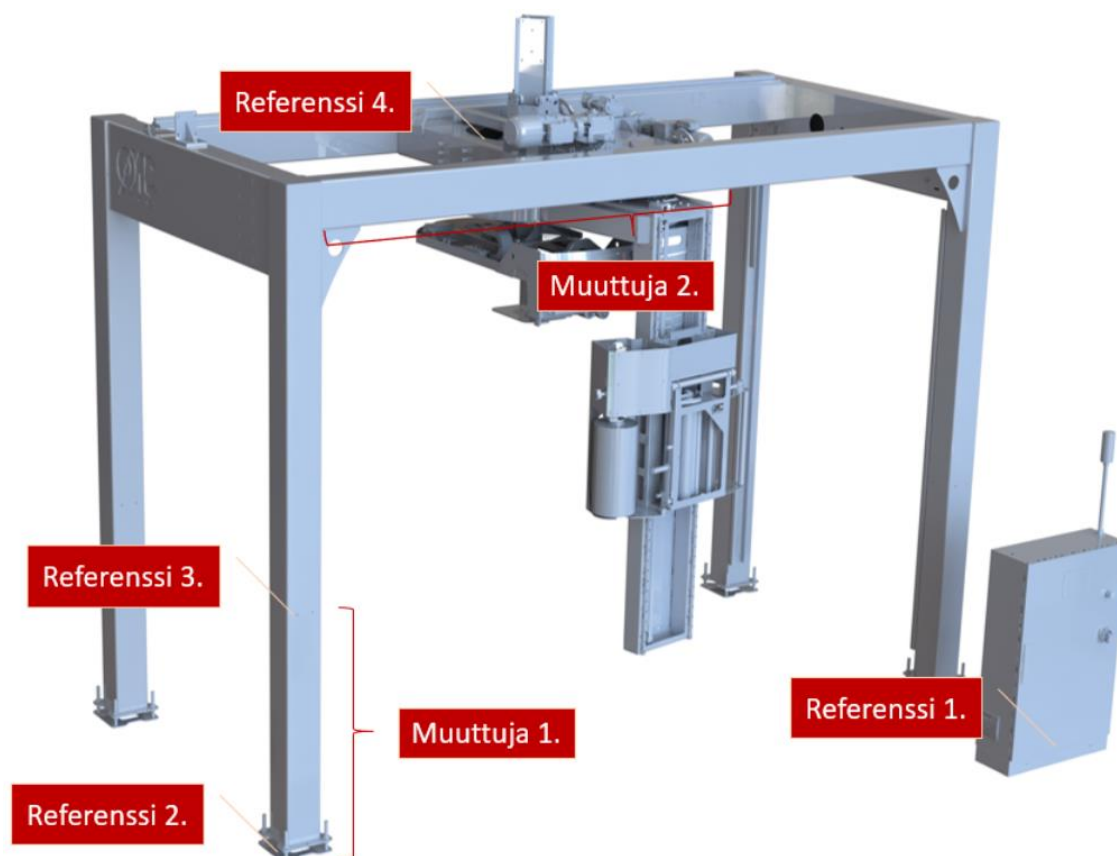
Käärintäkoneen runkojohtosarjat muodostuvat neljästä eri referenssistä, kahdesta eri päämuuttujasta ja layout-mitasta. Referenssi 1. on paikoitettu käärintäkoneen sähkökeskukseen, joka on lähtöpiste koneesta ulkoneville johtosarjoille. Layout-mittaan vaikuttaa asiakkaan vaatima sähkökeskuksen sijainti ja johtojen kulkema reitti. Reitissä on otettu huomioon mahdollinen sijainnin muutos, turva-aitojen ylitykset ja sähkökeskuksen sisään vaadittava mitta. Johtosarjan tulee kulkea kentällä jouhevasti, eikä se saa olla minkään toiminnan tiellä. Ylimoitettu layout-mitta on parempi, kuin liian lyhyt. Johtosarjan mitta tulee saada mahdollisimman optimaaliseksi, koska sähkökeskuksen sokkeliin ei voida kelata liikaa johtoa. Layout-mitta päättyy toiseen referenssipisteeseen, joka on käärintäkoneen jalan alaosa. (Kuva 11. ja 12.)



Kuva 11. Layout-mitta (Projektit).

Kolmas referenssi sijaitsee käärintäkoneen jalan ja rungon pylvään kytköskohdassa, jolloin referenssin 2. ja 3. välinen muuttuja on jalan tuoma pituus. Jalan pituus vaikuttaa suoraan käärintäkoneessa kulkevan johdon runkomittaan. Neljäs referenssipiste sijaitsee käärintäkoneen päällä moduulijohtosarjan ja runkojohtosarjan kytköskohdassa. Referenssit 3. ja 4. muodostavat runkomittojen toisen muuttujan, joka määräytyy käärintäkoneen kokoluokan mukaan. Kokoluokan vaihtuessa muuttujaan 2. lisätään suuremman kokoluokan tuoma mitta. H3200 ja H2100 välinen rungon mittamuutos on noin 600 - 800 mm. (Kuva 12.)

Kun kaikki muuttujat lasketaan yhteen, saadaan koko runkojohtosarjan todellinen mitta. Runkojohtosarja mukautetaan rungon rakenteen ja layoutin mukaan kampikäärintäkoneelle sopivaksi.



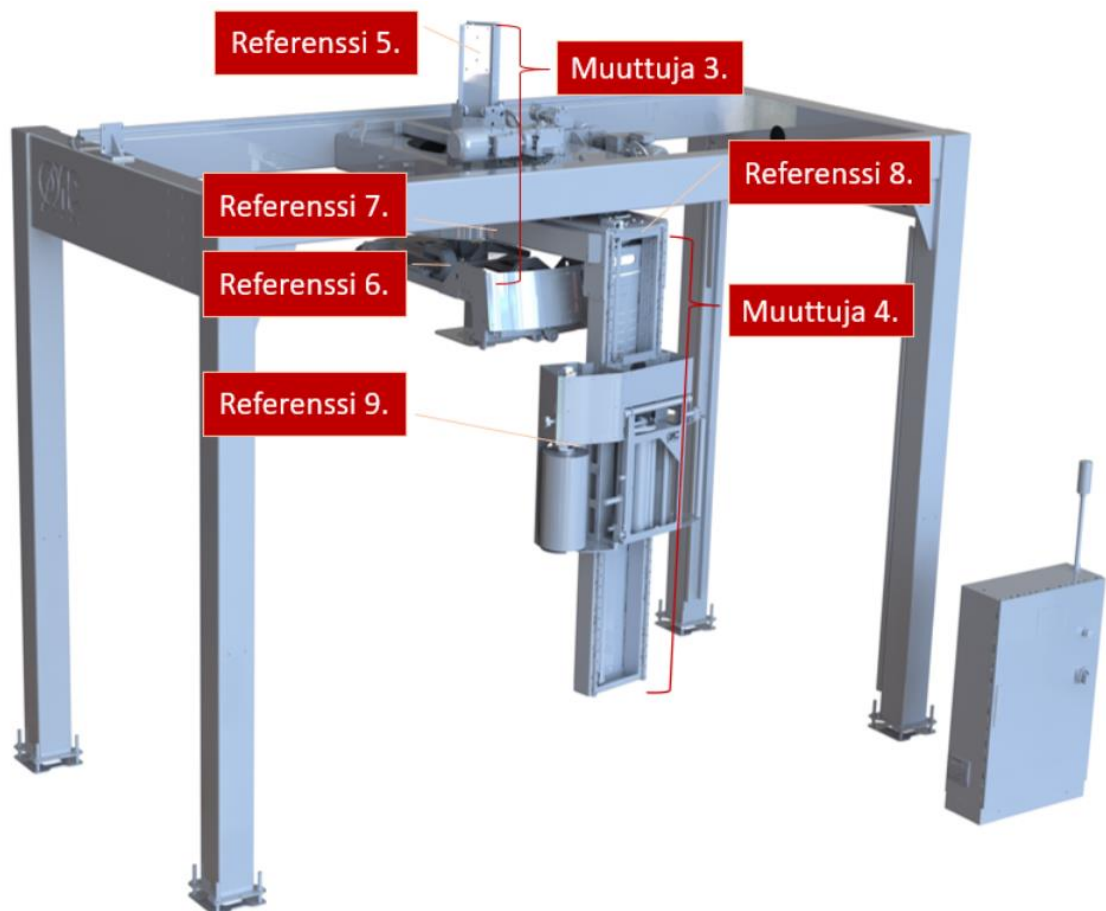
Kuva 12. Runkojohtosarjojen referenssit ja muuttujat (Projektit).

4.4.2 Moduulijohtosarjat

Moduulijohtosarjat muodostuvat kahdesta osasta, joita ovat saumausyksikön ja kelkan johtosarja. Saumausyksikön johtosarjan alkaa referenssipisteestä neljä, josta virta, ohjaus ja paineilma johdetaan tornia pitkin saumausyksikköön. Torni on liikkuva osa, joten johtosarja kuljetaan saumausyksikköön energiansiirtoketjun avulla. Tornin pituus vaikuttaa myös energiaketjun pituuteen ja kiinnityksen sijaintiin. Muuttujan 3. mukaan energiaketju ja ketjun kiinnityskohta paikoitetaan oikein. Saumausyksikön johtosarjan muuttuva osa päättyy referenssi pisteeseen 3, josta johtosarja jatketaan toimilaitteille. Toimilaitteille menevä johtomitta ei muutu (Lähde 1, 3). Tiedossa olevaan tornin mittaan lisätään saumausyksikköön menevä vakiomitta ja energiaketjun mitta, jolloin saadaan moduulijohtosarjan kokonaismitta.

Kelkan johtosarja alkaa referenssipisteestä 7. ja kulkee pisteen 8. lävitse pisteeseen 9. Referenssi 7. on paikoitettu sähköraiteiden hiiliharjoihin, josta virta johdetaan kelkalle.

Referenssipisteiden 7. ja 8. väliin jäävä muuttuja on kokoluokasta riippuva käärintäkammen varren vaakamitta. Referenssin 8. ja 9. väliin jäävä mitta on käärintäkammen varren yläosan ja kelkan välinen pystymitta, joka määräytyy käärintäprosessin korkeuden mukaan. Johtosarja ohjataan kammen pystyvarrtta pitkin kelkkaan energiaketjun avulla. Energiaketjun mitta määräytyy varren pituuden mukaan. (Lähde 1, 4.) Suuri pituuden muutos vaikuttaa ketjun paikoittamiseen, joka tuo lisämittaa saumausyksikölle menevälle osuudelle. Lopullinen kelkkaan kiinnittyvän johtosarjan mitta saadaan kammen vaaka- ja pystypituuden, sekä energiaketjun pituuden summasta. (Kuva 13.)



Kuva 13. Moduulijohtosarjojen referenssit ja muuttujat (Projektit).

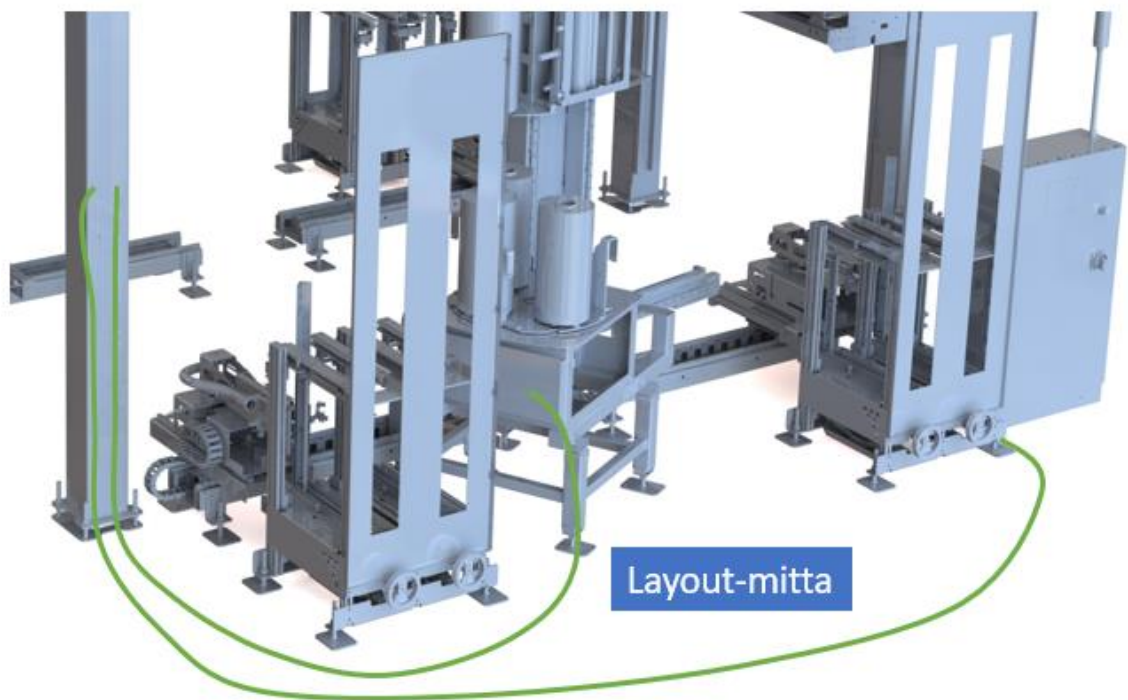
4.4.3 Optioiden johtosarjat

Optioiden johtosarjojen mitat muodostuvat layout-mitan ja option rakenteen mukaan. Optioiden rakenne ja koko ovat aina samat. Joidenkin optioiden toiminta-alan muutokset vaikuttavat johtosarjan mittoihin. Paikoitus layoutissa voi muuttua kuljettimien,

muun kenttäympäristön tai kotiaseman mukaan, jolloin johtosarjaan tulee mittamuutoksia.

RCA kalvonvaihtaja asetetaan käärintäkammen kotiaseman läheisyyteen, josta se kytketään kenttäväylään ja paineilmaverkkoon (Kuva 14). Paineilmaverkon sijainti on layout-kohtainen, mutta kenttäväylään kytkentä on vakioitu rungon moduuliin (Kuva 14). Kotiasema määrittää RCA:n layout-mitan. Johtosarjan mitat on määritetty rungon mukaan toimilaitteille sopivaksi. Kenttäväylämoduulit ja paineilmatoimilaitteet voidaan esivalmistella ja kytkeä suoraan RCA:n runkoon.

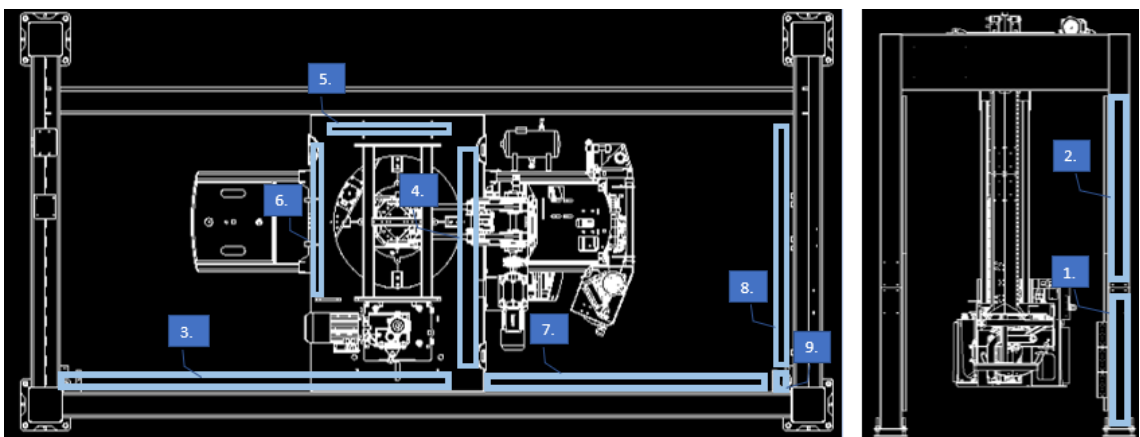
RCA:n tavoin CPA on kentälle asetettava lisälaitte, joka kytketään paineilmaverkkoon ja käärintäkoneen kenttäväylään. Johtosarja on muodostettu kulmatukilaitteiden rakenteen ja layout-mitan mukaan. Kulmatukilaitteiden kenttäpaikoitus ja paineilmaverkon sijainti vaikuttaa ulkoneviin layout-mittoihin. (Kuva 14.)



Kuva 14. CPA ja RCA kenttäväylään kytkentä (Projektit).

4.4.4 Kanavat, ketjut ja huoltolisä

Johtosarjat kulkevat sähkökanavissa, jotka on paikoitettu käärintäkoneen rungon eri osiin. Kanavien mitoituksessa on huomioitu runkorakenteen muutokset johtosarjojen taivoin. Pelkkään käärintäkoneen runkoon tulee kuusi kappaletta sähkökanavia, joista pituussuuntaan asennettavat mukautuvat käärintäkoneen kokoluokan mukaan. Käärintäkoneen jalkaan asennettava kanava 1. mitoitetetaan jalan pituuden mukaan. Lisäoptiot TSB ja TSC lisäävät kanavien määrää ja mitoitetetaan pääliarkin toiminta-alan, sekä käärintäkoneen rungon kokoluokan mukaan. (Kuva 15.)



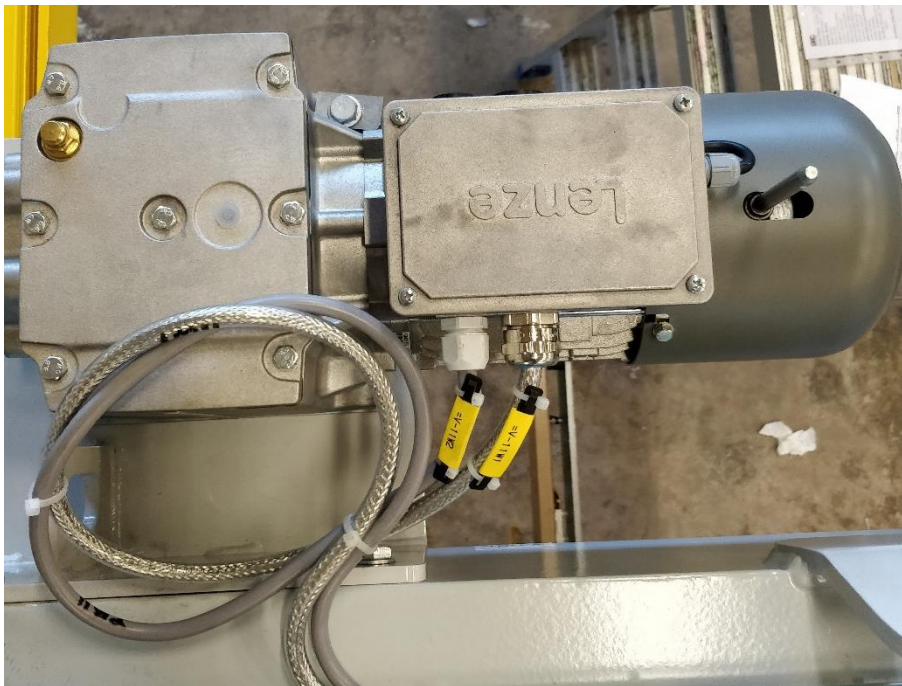
Kuva 15. Kanavat ja niiden sijainti (CAD).

Käärintäkoneen liikkuviin osiin asennetut johtosarjat kulkevat energiansiirtoketjun lävitse. Energiansiirtoketju mitoitetetaan toimilaitteen liikemitan ja ketjun kaaren halkaisijan mukaan. Mitoittamiseen on luotu Excel-pohjainen laskuri, joka muodostaa halutun ketjumin halkaisijan ja liikemitan perusteella. Annetujen arvojen perusteella laskuri laskee energiaketjulle mitan ja mittaa vastaavan nivelmäärän. Mittaan on huomioitu ketjun kiinnikkeet, sekä 2 kpl ylimääräistä niveltä. Ketjua on mahdollista lyhentää, jos siihen tulee jokin vika tai menee rikki. (Kuva 16.)

ENERGIAKETJUT									
Ketjun kaaren halkaisija (mm)	Koneen liikemitta (mm)	Ketjun liikepituus (mm)	Nivelten määrä liikemittassa	Nivelten määrä halkaisijassa	Pyöristetty nivelmäärä (liikemitta)	Pyöristetty nivelmäärä (halkaisija)	Vakio referenssit	kpl	mm
200	2000	1000	22,22	8	23,00	8	Minimi D		170
Ketjun nivelmäärä (kpl)							Minimi nivelmäärä	6	200
33							Nivel	1	45
							Vara Nivel	2	90
							Kiinnitys nivelet	2	70
Ketjun kokonaisuutta kiinnikenivelen kanssa (mm)							Ketjun mitta muodostuu kokonaisesta liikepituudesta, halkaisijan pituudesta, varanivelistä ja kiinnikenivelistä.		
1625									

Kuva 16. Ketjun mitoitus (Projektit).

Johtosarjojen runko- ja moduulimittojen, energiaketjujen ja layout-mittojen lisäksi joillekin toimilaitteille määritettiin huoltolisä. Sähkömoottorien huoltoon on varattava ylimääräistä kaapelia noin 1000 mm, jotta se voidaan irrottaa kiinnityskohdasta ja asettaa sivuun huollon ajaksi. Ylimääräiset johdot niputetaan siistiksi lenkiksi sähkömoottorin asennuspisteen viereen. (Kuva 17.)



Kuva 17. Sähkömoottorin huoltolisä (Projektit).

Sähkömoottoreiden lisäksi kaikki käärintäkoneen anturit asennetaan samalla periaatteella. Jokaiseen anturiin varataan noin 300 mm ylimääräistä johtoa, joka niputetaan anturin kiinnityspisteen viereen (Kuva 18). Antureille varataan ylimääräistä johtoa, jos niiden paikoitusta joudutaan muuttamaan.



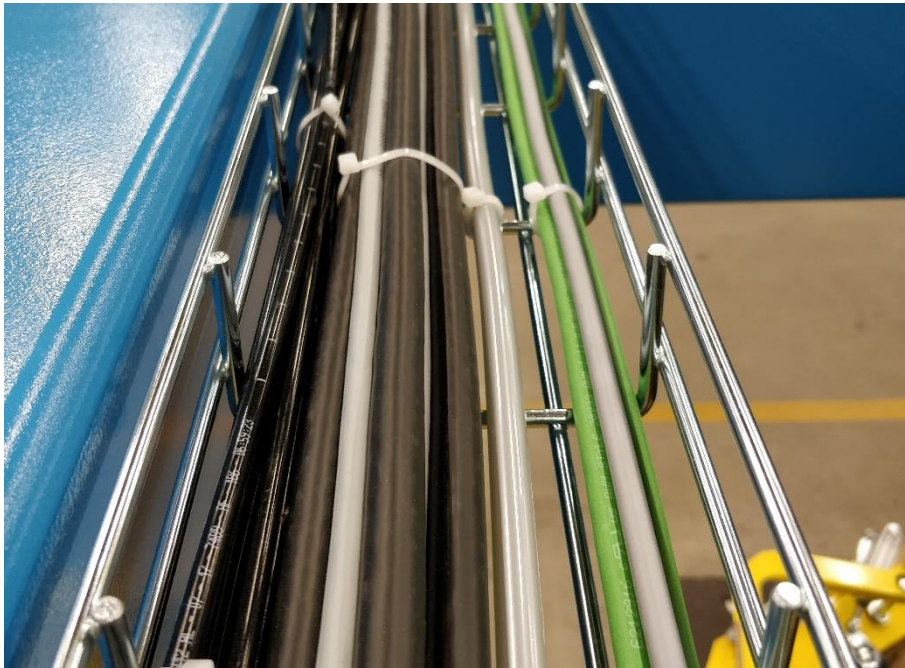
Kuva 18. Anturien johtolenkit (Projektit).

4.5 Modulaariset johtosarjat

Yhteensä kampikäärintäkoneeseen päädyttiin dokumentoimaan neljä johtosarjaa ja yksi johtosarja jokaista optiota kohden. Johtosarjoja ovat:

- Runkojohtosarja 1.
- Runkojohtosarja 2.
- Saumausyksikön johtosarja
- Kelkan johtosarja
- TSB-johtosarja
- TSC-johtosarja
- RCA-johtosarja
- CPA-johtosarja

Johtosarjat muodostuvat pääkomponenttien ja optioiden vaatimista johdoista ja kaapeleista. Runkojohtosarja 1. muodostuu sähkömoottoreiden, jarruvastusten, sähköraiteiden ja saumaimen virransyötöstä (Lähde 1, 1 - 2). Johtosarjaan on koottu kaikki korkeajännitteiset virransyöttökaapelit, jarrukaapelit ja maadoitusjohdot. Antureiden kaapelit, 24 V -virransyöttö ja kenttäväyläkaapelit ovat koottu samaan johtosarjaan. Kenttäväylää ei voida kuljettaa taajuusmuuntajaohjatun korkeajännitteisen kaapelin tai maadoituksen rinnalla häiriöiden indusoitumisen vuoksi. Paineilmaletku niputetaan väyläjohtosarjaan korkeajännitteisen johtosarjan väliin erottamaan johtosarjat toisistaan. (Kuva 19.)



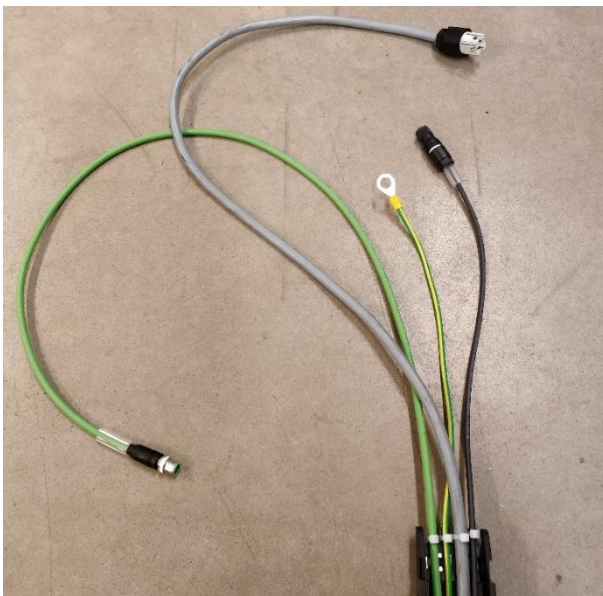
Kuva 19. Johtosarjojen kulku (Liite 1).

Saumainyksikön johtosarja muodostuu maadoituksesta, saumaimen virtajohdosta, paineilmaletkusta, väyläkaapelista ja energiaketjuista. Johtosarja kiinnitetään ja paikoitetaan energiaketjuun oikean kohtaan, jolloin johtosarja asettuu oikein kytkettäville komponenteille (Kuva 20.)



Kuva 20. Saumausyksikön johtosarja (Liite 1, 6).

Kelkan johtosarja kytkeytyy sähköraiteisiin, joista johdetaan sähkömoottorien 400 V ja antureiden 24 V. Energian ketjun lävitse vedetään maadoitus, paineilmaletku, 24 V kaapeli, 400 V virtakaapeli ja kenttäväylä. Kelkan kalvonsyöttösähkömoottoriin kytkettävät kaapelit pysyvät vakiona energiaketjun läpivedon jälkeen. (Kuva 21.)



Kuva 21. Johtosarjojen paikoittaminen kelkan energiaketjuun (Liite 1, 4).

Optioiden TSB- ja TSC-johtosarja muodostuu runkojohtosarjojen tavoin virransyöttökaapeleista, sekä paineilmaletkuista, matalajännitteisistä väylä-, ja anturikaapeleista (Liite

1, 7 - 8). Optiot RCA ja CPA ovat pneumaattisesti ohjattuja. Vaihtajaan ja kulmatukilaitteeseen vedetään väyläkaapelit, paineilmaletkut ja 24 V anturikaapelit. RCA:n ja FRA:n käyttö edellyttää paineilmaletkun vetämistä kelkkaan.

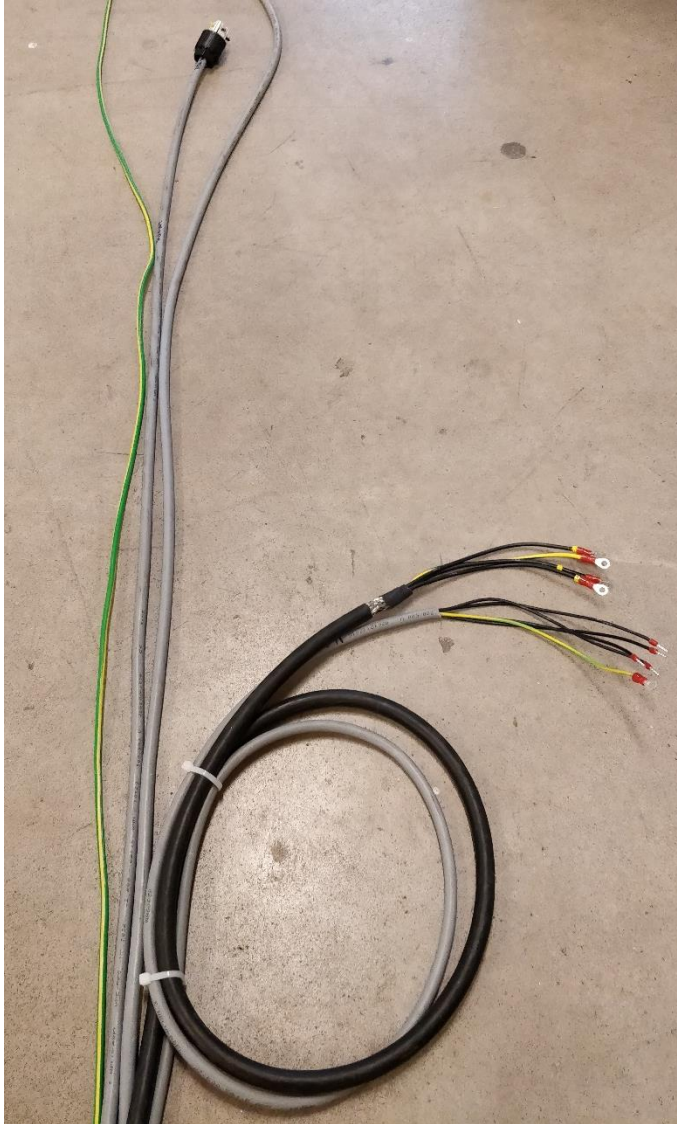
4.6 Valmistusmenetelmä

Käärintäkoneiden toimilaitteiden johdot on mitoitettu ja kirjattu, joiden pohjalta luotiin dokumentit johtosarjan valmistamiselle (Liite 1). Johtosarjan käyttöönotto vaatii tuotannon työntekijöiden perehdyttämisen ja oikean valmistustavan havainnollistamisen. Kaikki muuttujat ovat liitetty Excel-tiedostoon, jonka avulla pystytään laskemaan käärintäkoneen johtomitat. Tilauskohtaiset tiedot syötetään Excel-tiedostoon, jonka pohjalta johtosarja valmistetaan.

Johtosarjan valmistus aloitetaan kaapelien, moduulien ja antureiden merkkien tulostamisesta. Merkeistä tehtiin valmiit tiedostot, jotka kattavat kaikki käärintäkoneen ja lisäoptioiden merkit. Tiedostoissa huomioitiin myös merkkeihin vaikuttavat variaatiomuutokset.

Excel-tiedoston kenttiin syötetään muuttujamitat, joiden perusteella ohjelma laskee johtosarjan kokonaismitan, runkomitan ja layout-mitan perusteella. Kun runkomitta on tiedossa, jokaista tarvittavaa kaapelia vedetään kaapelikelasta runkomitan verran. Jokaisella kaapelilla on oma runkomitta, joka määräytyy toimilaitteen sijainnin mukaan. Runkomitan määrittämisen jälkeen kaapelit ja johdot voidaan niputtaa yhteen. Niputettu kohta on runkomitan ja layoutmitan referenssipiste 2. Niputettujen johtojen jälkeen Layout-mitta on jokaiselle johdolle sama. Layoutmitta voidaan vetää jokaiselle runkojohtosarjalle samanaikaisesti. Jokaisen kaapelin tunnus merkitään tussilla johdon vetovaiheessa ennen niputusta. Tussimerkinnän lisäksi kaapeliin kiinnitetään merkit kaapelin molempiin päihin. Kaapelimerkintöjen lisäksi johtoihin kiinnitetään johtoholkit ja yksittäiset johtomerkinnot kytkentöjä varten (Kuva 22).

Johtosarjoihin on määritelty paikat nippusiteille, joiden avulla johtosarja niputetaan ja kaapelit saadaan paikoitettua toimilaitteille. Kaapelit niputetaan noin 1000 mm välein.



Kuva 22. Runkojohtosarja 1. (Liite 1, 2).

Moduulijohtosarjat valmistetaan runkojohtosarjojen tapaan. Moduulijohtosarjoissa ei ole layout-mittaa, vaan johtosarjat mitoitetaan liikemitan ja energiaketjun mukaan (Liite 1, 3 - 6). Molemmissa moduulijohtosarjoissa on referenssipisteet, joissa johtojen mitat eivät muutu. Kelkan johtosarjassa sähkömoottorille ja kenttäväylään vietävät johdot pysyvät vakiona energiaketjun läpikulun jälkeen. Vastaavasti tornista saumausyksikköön vietävän johtosarjan mitat pysyvät vakiona energiansiirtoketjun läpivedon jälkeen.

5 LOGIikkaOHJELMAN MODULARISOINTI

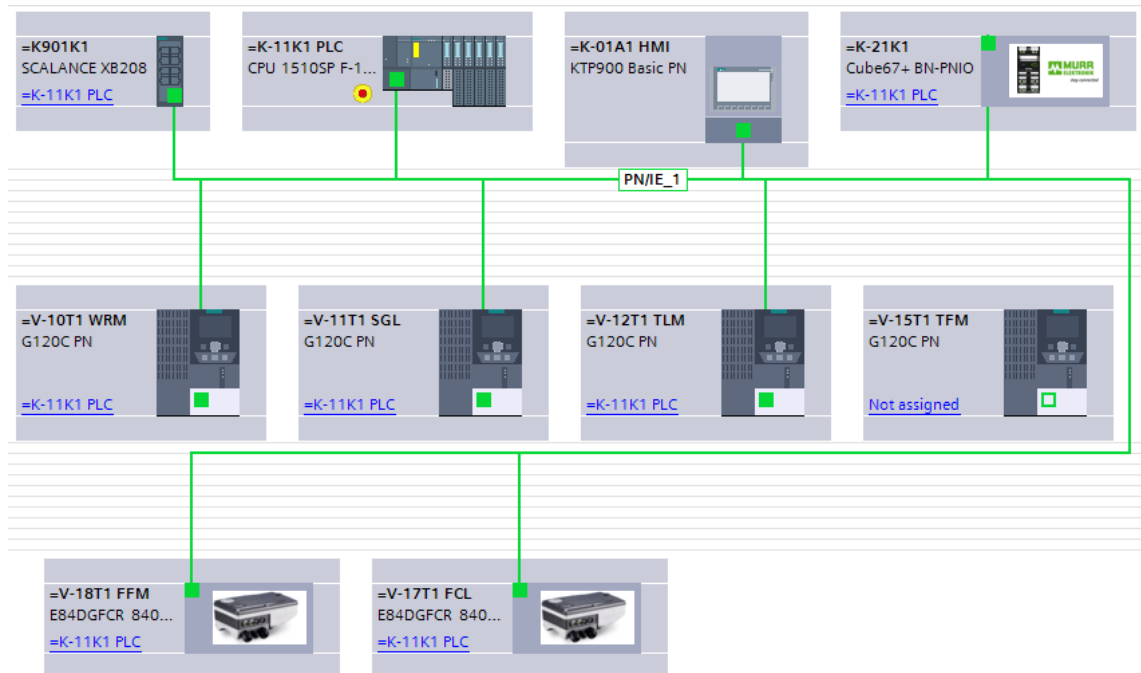
5.1 Modulaarinen logiikkaohjelma

Käärintäkoneen ohjelmointivaiheessa logiikalle ladataan koneen toimintoja vastaava ohjelma. OMC-H-koneen ohjelma muodostuu käärintäprosessiin kuuluvista laitteista. Laitteita ovat pelkkään käärintäprosessiin osallistuva laitteisto, sekä lisäoptiot. Vakioidun sarjakoneen myötä laitetoiminnot voidaan rajata yhdeksi isoksi ohjelmakokonaisuudeksi, joka kattaa kaikki OMC-H-koneen mahdolliset laite- ja optiokokonaisuudet. Ohjelmistokokonaisuus mahdollistaa saman logiikkaohjelman käytön kaikissa vakioiduissa OMC-H-koneissa. Modulaarisella logiikkaohjelmalla helpotetaan retrofit-periaatteen toteuttamista ja optiohallintaa.

Laitetoiminnot ovat modulaarisen logiikkaohjelman perusta. Toimintojen perusteella ohjelmaan voidaan luoda valmiit Hardware-konfiguraatiot, kenttäväylämoduulien konfiguraatiot ja ohjelmafunktiot kaikkia optioita varten. Kun ohjelma ladataan käärintäkoneeseen, ohjelmasta avataan vain toimilaitteita vastaavat konfiguraatiot ja funktiot.

5.2 Hardware-konfiguraatio ja topologia

OMC-H-koneen ohjelmoinnin ensimmäinen vaihe on Hardware-konfiguraatioiden asettaminen. Modulaariseen logiikkaohjelmaan listataan kaikki OMC-H-koneen variaatioita vastaavat sähkölaitteet (Kuva 23). Optioiden käyttämiä verkkoon nimettäviä sähkölaitteita ovat taajuusmuuntajat, kenttäväylämoduulit ja Ethernet-kytkimet. Sähkölaitteet valitaan käytössä olevan mallin mukaisesti. Valinnassa tulee huomioida käytössä oleva Firmware-versio. Jokaisella laitteella on oma IP-osoite, jonka avulla laitteet nimetään verkkoon (Kuva 23). Käärintäkoneen toimintoja vastaava laitteisto otetaan käyttöön muodostamalla verkkoyhteys kaikkien käytössä olevien sähkölaitteiden välille. Verkkotopologia muodostetaan poissulkemalla käyttämättömien optioiden sähkölaitteet. Verkon ja verkkotopologian muodostamisen jälkeen jokainen sähkölaite pystytään nimeämään oman IP-osoitteen mukaan, jolloin käyttöön saadaan laitetoimintoja vastaava kokonaisuus.



Kuva 23. Networkin luominen modulaarisessa ohjelmassa (Projektit).

5.3 Moduulien hallinta

Jokainen optio kytetään käärintäkoneen rungossa oleviin Cube 67 -kenttäväylämoduuleihin. Konfigurointivaiheessa määritetään, miten moduulit haarautuvat ja mitkä ovat niiden käyttämät osoitteet. Modulaarisessa logiikkaohjelmassa kaikkien optiomahdollisuuksien moduulit voidaan kirjata Device Overviewiin (Kuva 24). Moduulit lisätään, nimitetään ja eritellään haaroihin, joissa ne ovat kytkettynä sarjaan. Cube 67+ BN-PNIO toimii alempien moduulien virransyöttönä ja Profinet-väylän kytköskohtana (Murrelektronik).

Moduulien hallinnan saavuttamiseksi Index 10 Machine Option management tulee olla valittuna Device overviewissä. Kun moduulit ovat tiedonsiirtotilassa, käyttämättömät moduulit voidaan poistaa käytöstä Index 10 -menetelmän avulla. Käyttämättömät slotit poistetaan käytöstä tavuun kuuluvan bitin avulla. Nolla tavuun kuuluvalla bitillä 4 pystytään esimerkiksi sulkemaan slot 7 käytöstä, jolloin kenttäväylästä poistuu siihen kytketty moduuli. (Index 10.)

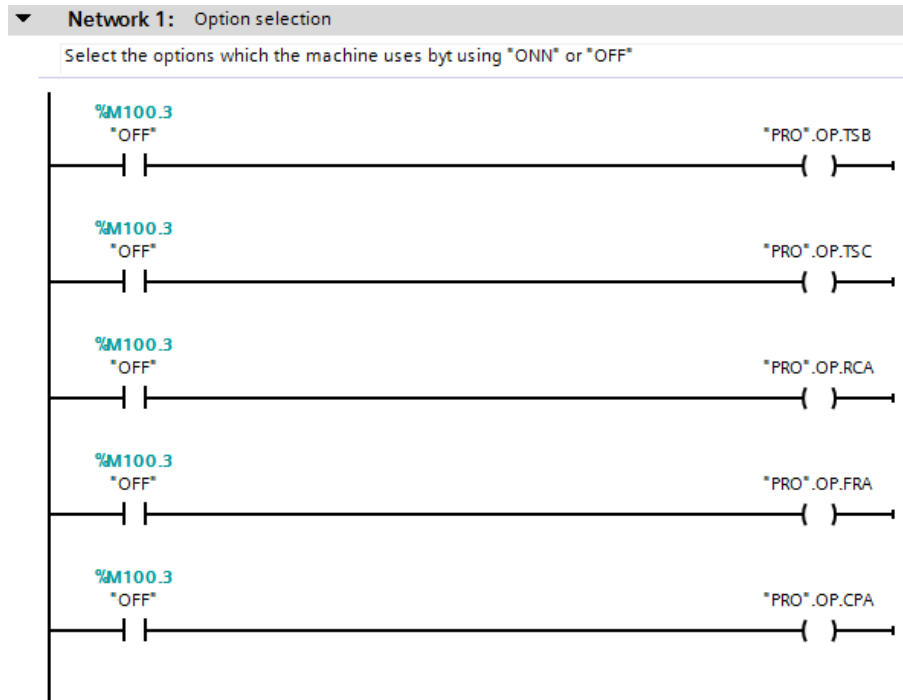
Module	Rack	Slot	I address	Q address	Type	Article no.	Firmware	Comment
▼ =K-21K1	0	0			Cube67+ BN-PNIO	56526	2	Cube67 IO system in wra...
▶ Cube67+ BN-PNIO	0	0 X1			Cube67-BN-PNIO			
Power Supply_1	0	1			Power Supply			
Machine Options Mngt_1	0	2			Machine Options M...			
Branch 0	0	3			Branch 0			
K-201K1 56611 DIO8 E 4xM...	0	4	10...11	10...11	56611 DIO8 E 4xM...	56611		IO, machine leg
K-202K1 56611 DIO8 E 4xM...	0	5	12...13	12...13	56611 DIO8 E 4xM...	56611		IO, machine leg
K-203K1 56611 DIO8 E 4xM...	0	6	14...15	14...15	56611 DIO8 E 4xM...	56611		IO, seamer gripper tower
K-204K1 56611 DIO8 E 4xM...	0	7	16...17	16...17	56611 DIO8 E 4xM...	56611		IO, seamer gripper
K-205K1 56611 DIO8 E 4xM...	0	8	18...19	18...19	56611 DIO8 E 4xM...	56611		IO, seamer gripper
Branch 1	0	9			Branch 1			
K-211K1 56611 DIO8 E 4xM...	0	10	20...21	20...21	56611 DIO8 E 4xM...	56611		IO, top sheet carriage
K-212K1 56611 DIO8 E 4xM...	0	11	22...23	22...23	56611 DIO8 E 4xM...	56611		IO, top sheet carriage
Branch 2	0	12			Branch 2			
Branch 3	0	13			Branch 3			

Kuva 24. Device overview ja machine option management (Projektit).

5.4 Optiohallinta

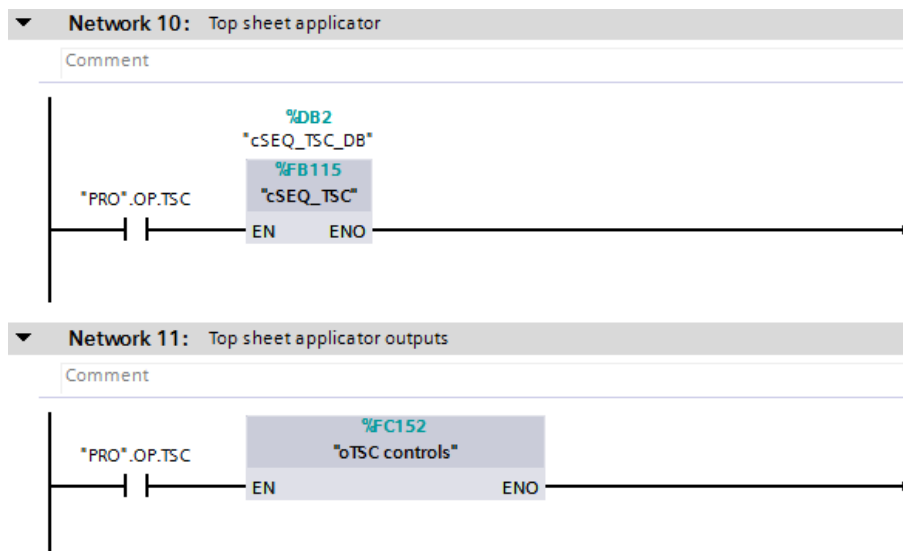
Konfiguraation ja kenttäväylän tiedonsiirron lisäksi optioiden toimintaa ohjataan logiikkaohjelman avulla. OMC-H-koneen käärintäprosessi perustuu eri toimilaitteiden muodostamiin tapahtumasarjoihin eli sekvensseihin. Optioiden toimintasekvenssit kutsutaan normaalin käärintäsekvenssin osaksi niin, miten optio on suunniteltu toimivaksi. Modulaarisen logiikkaohjelman tulisi sisältää valmiina kaikkien optioiden toimintaan kuuluvat sekvenssit. Muiden modulaaristen konfigurointien tavoin ohjelmasta poissuljetaan käyttämättömät toimintasekvenssit.

OMC-H-koneen logiikkaohjelmaan luodaan optioiden valintafunktio, jolla pystytään käyttöönottamaan kaikki käärintäkoneen optioita vastaavat sekvenssit (Kuva 25). Valintafunktiossa voidaan hyödyntää logiikan muistin bittejä: ONN %M100.2 ja OFF %100.3 (Siemens support). Jokaiselle optiolle luodaan oma Boolean data block -arvo, joka vastaa option toimintaa. Sään kestävässä pääliarkin data block on esimerkiksi PRO.OP.TSB. Optio käyttöönotetaan ONN- tai OFF-bitillä sijoittamalla se oikeaan data blockkiin.



Kuva 25. Optioiden hallinta (Projektit).

Data block -tieto asetetaan option sekvenssin eteen, jolloin sen käyttöä pystytään kontrolloimaan (Kuva 26). Kun tietty optio ei ole aktiivinen koko käärintäprosessi osaa jättää sen huomiotta. Samalla periaatteella voidaan sulkea ja ottaa käyttöön kaikkia OMC-H-koneen optioita.



Kuva 26. Sekvenssien valinta (Projektit).

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoite edellytti laajamittaista perehtymistä OMC-H-käärintäkoneisiin ja niiden toimintaan. Käärintäkoneen tarkastelussa lähdettiin liikkeelle mekaniikasta ja käärintäprosessista. Mekaniikkaan perehdyttäessä päästiin käsiksi koneen johtosarjan muodostamiselle tärkeisiin yksityiskohtiin, kuten toimilaitteisiin, kokoonpanoon ja rakentamiseen. Käärintäprosessin tarkastelu antoi perustan käärintäkoneen toiminnan ymmärtämiselle, ja sen avulla perehdyttiin ohjelmistoon, anturitekniikkaan, I/O:hon ja niiden modulaarisiin mahdollisuuksiin.

OMC-H-käärintäkoneesta selvitettiin, mistä kaapeleista ja johdoista johtosarjan tulee muodostua. Johtosarjan muodostamiseksi tuli ymmärtää, millä toimilaitteilla koko käärintäprosessia ajetaan. Kaikki käärintäkoneen toimilaitteet kirjattiin ylös. Toimilaitteita ovat erilaiset sähkömoottorit, sylinterit ja muut paineilmalaitteistot. Toimilaitteita ajetaan sähköpneumaattisin menetelmin, joiden perusteella saatiin kirjattua, minkälaisia kaapelointeja, paineilmaletkuja ja johtoja käärintäkoneeseen tulee. Jokaisen toimilaitteen kaapelit ovat mitoitettu käärintäkoneen runkorakenteeseen sopivaksi. Johto ja kaapelimittojen tarkasteluun ei ollut aiempia dokumentteja, joten toimilaitteiden johtosarjat mitoitettiin itse. Runkorakenteen muutosten pohjalta luotiin useita mittamuuttujia, joiden mukaan johtosarjat pystytään mitoittamaan konekohtaisesti.

Käärintäprosessiin perehdyttäessä opittiin ymmärtämään laitesekvenssejä ja miten ne muodostuvat. Sekvenssit pohjautuvat koneen erilaisiin paikkatietoihin, jonka avulla päästiin käsiksi käärintäkoneen I/O-rakenteeseen. I/O-rakenne muodostuu erilaisista antureista ja toimilaitteista, jotka voidaan yhdistää mekaaniseen rakenteeseen. Anturitietojen ja toimilaitteiden ohjaus muodostaa OMC-H-käärintäkoneelle ominaisen prosessin. I/O-tiedon kuljettaminen edellytti kaapelointia ja kenttäväylän muodostamista, jota pystyttiin hyödyntämään johtosarjojen suunnittelussa. Toimilaitteiden paineilma- ja virransyötön lisäksi väylä ja tiedonsiirtokaapelit mitoitettiin runkorakenteiden muutosten mukaan.

Johtosarjan muodostamisen päätavoitteina olivat tuotannon läpimenoajan nopeuttaminen ja retrofit-periaatteen toteuttaminen. Johtojen mitat saatiin selkeästi dokumentoitua, mitä ei tuotannossa aiemmin ollut tehty. Käärintäkoneiden sähköistämisessä ei enää tarvitse mitata johdon pituutta vaan se voidaan asentaa suoraan osana johtosarjaa. Mittojen lisäksi johtosarjojen esivalmistukselle tehtiin ohjeistus, jonka avulla se voidaan ottaa

esikokoonpantavaksi. Läpimenoaikaa nopeuttaa selkeät valmistusmenetelmät, minkä käärintäkoneen johtosarja tekee mahdolliseksi. Retrofit-periaatetta pystytään toteuttamaan paremmin, kun optiot sähköistetään tuotannossa johtosarjojen avulla. Johtosarja pystytään käyttöönottamaan tuotantoon työntekijöiden ohjeistamisen jälkeen.

I/O-rakenteeseen ja kenttäväylään perehtymällä saatiin käsitys ohjelmiston sekvensseistä ja modulaarisista mahdollisuuksista. Modulaarisen logiikkaohjelman muodostamiselle saatiin ideoita ja sille on selkeä tarve. Ideoita pystytään kehittämään kenttäväylämoduuleihin, hardware-konfiguraation ja sekvensseihin. Tulevaisuudessa pyritään kehittämään ohjelmisto, joka sisältää kaikki OMC-H-koneen optiomahdollisuudet moduulien, hardware-konfiguraation ja sekvenssien osalta. Ohjelmointivaiheessa ohjelmistosta voidaan poissulkea käyttämättömät osat. Päinvastaisesti esimerkiksi jälki-investoinnin yhteydessä ohjelmistosta pystytään avaamaan poissuljetun option ohjelmarakenne.

LÄHTEET

CAD, Octomeca Oy -tiedonanto.

Cambridge Dictionary, viitattu 5.10.2017 <http://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/modular>.

Eplan, Octomeca Oy -tiedonanto.

Index 10, viitattu 8.10.2017 https://www.murrelektronik.com/fileadmin/USERDATA/Downloads/English/Manuals/56526_hdb_e_13_.pdf.

Lenze, viitattu 16.10.2017 <http://www.lenze.com/en-de/products/inverters/inverters-decentralised/inverter-drives-8400-motec/>.

Murrelektronik, viitattu 10.10.2017 <http://www.murrelektronik.fi/fi/products-p/detail/io-jaerjestelmaet/cube67.html>.

Octomeca Oy 2017, viitattu 2.10.2017 <http://www.octomeca.fi/Etusivu>.

OMC, Tuotteiden suojaus, viitattu 4.10.2017 <http://www.octomeca.fi/Tuotteidenne-suojaus#sisalto>.

OMC-Platform, OMC-PLATFORM GUIDE 2016 V 1.0, tiedonanto.

OMC-sarjat 2017, viitattu 4.10.2017 <http://www.octomeca.fi/Ratkaisumme>.

Projektit, tiedonanto Octomeca Oy:n serveridokumenttien ja laitteprojektien pohjalta.

Siemens support, viitattu 12.10.2017
<https://support.industry.siemens.com/tf/WW/en/posts/always-on-or-off-bit/79179?page=0&pageSize=10>.

Teollisuus-Bluetooth, viitattu 16.10.2017
https://www.phoenixcontact.com/online/portal/fi?1dmy&urile=wcm%3apath%3a/fifi/web/main/products/subcategory_pages/Industrial_Bluetooth_P-08-11-02-01/583f5603-8a16-4770-b154-1a4f0dc6d2e4.

Johtosarjadokumentit

Kaapeli	Tunnus	Mitta mm	LISÄTÄÄN LENKKI MM	RUNKOMUUTOS (OLETUS 2100)	KORKEUSMUUTOS (OLETUS 1320)	KIINNITYSKOHTA	LOPULLINEN RUNKOMITTA	LAYOUT	LAYOUT + RUNKOMITTA
CLBE67	K-22W3.1	8000				RUNKO/MODUULI	8000		8000
CLBE67	K-22W2	200				MODUULI/MODUULI	200	5000	5200
CLBE67	K-22W1	600				MODUULI/MODUULI	600	5000	5600
PROFINET	K-904W1	2200		1500	1320	MODUULI/KAAPPI	5020	5000	10020
Festo DUO PUN - 8x1.25 TÄYTTÖ	Festo	7500				RUNKO/PAINEILMAVENTTI	7500	5000	
Festo	Festo	6000				RUNKO/PAINEILMAVENTTI	6000	5000	
Festo PUN - 10x1.5	Festo	8200		1500	1320		11020	5000	16020
Festo PUN - 8x1.25	Festo					RUNKO/PAINEILMAVENTTI	0	5000	
JZ-500 4G2.5 Helukabel 300/500V	V-16W1	8200		1500	1320	RUNKO/KAAPPI	11020	5000	16020
JZ-500 4G2.5 Helukabel 300/500V	V-04W1	7300		1500	1320	RUNKO/KAAPPI	10120	5000	15120
JZ-500 5G1.5 Helukabel 300/500V	K-21W1	900		1500	1320	MODUULI/KAAPPI	3720	5000	8720
JZ-500 3G1.5 Helukabel 300/500	G-23W1	7300		1500	1320	RUNKO/KAAPPI	10120	5000	15120
JZ-500 3G1.5 Helukabel 300/500	V-10W2	5400	1000	1500	1320	RUNKO/KAAPPI	9220	5000	14220
Y-CY-JZ 4G1.5 Helukabel 300/500V	V-10W1	5400	1000	1500	1320	RUNKO/KAAPPI	9220	5000	14220
JZ-500 5G1.5 Helukabel 300/500V	V-11W2	6400	1000	1500	1320	RUNKO/KAAPPI	10220	5000	15220
Y-CY-JZ 4G1.5 Helukabel 300/500V	V-11W1	6400	1000	1500	1320	RUNKO/KAAPPI	10220	5000	15220
PE	PE1	8200		1500	1320	RUNKO/JALKA	11020	5000	16020
RAJA photocell	V-100W1	2500				JOHTO/PHOTOCELL	2500		
RAJA	V-100W2	1500				JOHTO/PHOTOCELL	1500		
MURR	V-101W1	1000				JOHTO/ANTURI	1000		
	V-101W2					JOHTO/ANTURI	1000		
RAJA INDK	V-101W3	600				JOHTO/INDK	600		
RAJA	V-101W4	1000				JOHTO/RAJA	1000		
Phoenix contact	V-101W5	6000				RUNKO/MODUULI	6000		
Phoenix contact	V-101W6	7000				RUNKO/MODUULI	7000		
Phoenix contact	V-102W3	5000					5000		
Phoenix contact	V-102W4	5000				MODUULI	5000		
Phoenix contact	V-103W1	5000				MODUULI/KULJETIN	5000		
Phoenix contact	V-103W2	5000				MODUULI/KULJETIN	5000		
OHJAUS	V-150W2	1000				MODUULI/PAINEILMAVEN	1000		
OHJAUS	V-150W1	1000				MODUULI/PAINEILMAVEN	1000		

TUNNUS	TYYPPI	RUNKOMITTA + JALKA	LAYOUT-MITTA		KOKONAISMITTA
V-16W1	JZ-500 4G2.5 Helukabel 300/500V	11020			16020
G-23W1	JZ- 500 3G1.5 Helukabel 300/500	10120			15120
V-04W1	JZ-500 4G2.5 Helukabel 300/500V	10120			16020
V-10W2	JZ- 500 3G1.5 Helukabel 300/500	9220			14220
V-10W1	Y-CY-JZ 4G1.5 Helukabel 300/500V	9220			14220
V-11W2	JZ-500 5G1.5 Helukabel 300/500V	10220			15220
V-11W1	Y-CY-JZ 4G1.5 Helukabel 300/500V	10220			15220
PE	PE1	11020			16020

TUNNUS	TYYPPI	RUNKOMITTA	LAYOUT-MITTA		KOKONAISMITTA
K-22W3.1	CUBE67	8000			8000
K-22W1	CUBE67	200			200
K-22W2	CUBE67	600			600
K-904W1	PROFINET	5020			10020
V-102W1	PHOENIX	10000			10000
V-102W3	PHOENIX	10000			10000
V-102W4	PHOENIX	10000			10000
V-103W1	PHOENIX	10000			10000
V-103W2	PHOENIX	10000			10000
V-101W5	PHOENIX	6000			6000
V-101W6	PHOENIX	7000			7000
V - 101W1	MURR	1000			1000
V - 101W2	MURR	1000			1000
V-100W1	PHOENIX	2500			2500
K-21W1	JZ-500 5G1.5 Helukabel 300/500V	2500			8720
Festo DUO PUN - 8x1.25	8x12,5	6000			6000
Festo PUN - 10x1.5	10x1,5	9200			16020

TUNNUS	MITTA (OLETUS VARSII 2500 MM)	KETJUMUUTOS (OLETUS 1370 MM)	KETJUN PAIKOITUS (OLETUS PAIKOITUS 1100)	LOPULLINEN JOHTOMITTA
V23W2	800		800	
V23W3	800		800	
V23W4	4500		4500	
V23W5	1000		1000	
V23W6	1000		1000	
V04W2	800		800	
V04W3	800		800	
V04W4	4600		4600	
V18W1	1000		1000	
V18W2	2000		2000	
V18W3	600		600	
V18W4	600		600	
V18W5	600		600	
V18W6	1500		1500	
KEVI	3300		3300	
PNEUM DUO			0	
PNEUM	4000		4000	
V903W3	200		200	
V903W4	4600		4600	
V903W1			0	
KOMPONENTTI	KPL/MITTA		0	
Y-HAARA HAAR.	3		3	
ENERGIAKETJU	1320		1320	
RENGASLIITN	2		2	
QPDH	1		1	
INDUK	3		3	
BLUETOOTH	1		1	
ANALOGI				

			1370			
G-23W2	PHOENIX	800	Virtakisko	MURR-Y 10N1	LENZE MOTEC 1.	
G-23W3	PHOENIX	800				
G-23W4	PHOENIX	4500				
G-23W5	PHOENIX	1000				
G-23W6	PHOENIX	1000				
V-04W2	JZ HF 4G1.5	800				
V-04W3	JZ HF 4G1.5	800				
V-04W4	JZ HF 4G1.5	4600				
V-18W1	PHOENIX	1000				
V-18W2	PHOENIX	2000				
V-18W4	PHOENIX	600				
V-18W5	PHOENIX	600				
V-18W6	PHOENIX	1500				
KEVI	KEVI	3300				
PNEUM	PNEUM 8MM	4000				
V-903W2	PROFINET	200				
V-903W4	PROFINET	4600				

TUNNUS	KAAPELI/JOHTO	MITTA	KETJU (OLETUS 1620)	PAIKOITUSMITTA	LOPULLINEN MITTA		
K-22W3.2	CUBE67	6000			6000	PNEUM	240/430
K22W4	CUBE67	2500				PNEUM	395/540
K22W5	CUBE67	1000				PNEUM	800/800
16W1	JZ HF 4G2.5	9200			9200	PNEUM	300/200
PNEUM	8MM SINGLE	6300			6300	PNEUM	415/200
KEVI	KEVI	6000			6000	PNEUM	1410/1000
V-152W1	FESTO OHJAUS	300				Y-PNEUM	50/Y/210
V-152W2	FESTO OHJAUS					Y-PNEUM	50/Y/210
V-152W3	FESTO OHJAUS	300				Y-PNEUM	50/Y/210
V-152W4	FESTO OHJAUS					Y-PNEUM	50/Y/110
V-153W1	PHOENIX	300					
V-153W2	FESTO OHJAUS	300					
V-153W3	FESTO OHJAUS						
V-104W1	FESTO OHJAUS	600					
V-105W1	FESTO MAGNEETTIRAJA	1000					
V-105W2	FESTO MAGNEETTIRAJA						
V-105W3	FESTO MAGNEETTIRAJA	1000					
V-106W1	FESTO MAGNEETTIRAJA	1000					
V-106W2	FESTO MAGNEETTIRAJA						
V-106W3	FESTO MAGNEETTIRAJA	1000					
V-106W4	FESTO MAGNEETTIRAJA						
KOMPONENTTI		KPL/MITTA					
CUBE 67		3					
Y-HAARA HAAR.		6					
ENERGIAKETJU 2. 55 (VAKIO)		650					
ENREGIAKETJU 1. 55 (OLETUS)		1620					
RENGASLIITIN		4					
JATKO JZ-500		1					
PNEUM JATKU 10/8		1					
LETKU		1000					
TULPPA		3					

TUNNUS	TYYPPI	RUNKOMITTA		KAAPELEIDEN MITTA KETJUSTA 600 MM	1620		650
K-22W3.2	CUBE67	6000	NAARAS CUBE 67			1. CUBE 67	
K22W4	CUBE67	2500					2. CUBE 67
V104W1	PHOENIX	600				IFS 244	
K22W5	CUBE67	600					3. CUBE 67
16W1	JZ HF 4G2.5	9200	QPD				SORMILIITIN 3 NAP.
PNEUM	8MM SINGLE	6000	JATKO 8/10				VENTTIILITERMINAALI
KEVI	KEVI 6MM	4000	LIITIN			LIITIN	
KEVI	KEVI 6MM	2000					LIITIN

FESTO/MURR	300	2. CUBE 67	MURR-Y HAAR.				
FESTO/MURR	300		MURR-Y HAAR.				
FESTO	300						
FESTO/MURR	300		MURR-Y HAAR.				
FESTO	1000	3. CUBE 67	MURR-Y HAAR.				
FESTO	1000						
FESTO	1000		MURR-Y HAAR.				
FESTO	1000						
FESTO	1000		MURR-Y HAAR.				
PHOENIX							

JOHDOT	RUNKOMITTA	RUNKOMUUTOS (OLETUS 2100)	KORKEUSMUUTOS (OLETUS 1320)	LOPULLINEN MITTA
V-112W2	2500			2500
V-112W1	2500			2500
V-110W1	2500			2500
V-110W2	2500			2500
V-110W3	1000			1000
V-110W4	1000			1000
V-111W1	2500			2500
V-111W2	2500			2500
V-111W3	2500			2500
V-111W4	2500			2500
V-112W2	2500			2500
V-15W1	14000			14000
V-12W1	10000			10000
V-12W2	10000			10000
K-23W1	12000			12000
K-23W2	150			150
RAJA V-111W3	1000			1000
RAJA V-111W4	1000			1000
Y-HAARA	5 KPL			
PNEUM V-160W1	300			300
PNEUM V-160W2	300			300
PNEUM V-160W3	300			300
ENERGIAKETJU	32 NIVEL + 2			
PNEUMATIIKAT				
JARRU <> YKSIKKÖ	600			600
PAINEILMA <> YKSIKKÖ	14000			14000
YKSIKKÖ <> SYLINTERI OIKEA	2000			2000
YKSIKKÖ <> SYLINTERI VASEN	900			900
YKSIKKÖ <> LEIKKURI VASEN	900			900
YKSIKKÖ <> LEIKKURI OIKEA	2000			2000

TUNNUS	TYYPPI	RUNKOMITTA	LAYOUT-MITTA
V-15W1	JZ-CY-HF4X	14000	
V-12W1	JZ-CY4X.15	10000	
V-12W2	JZ 5X1,5	10000	
K-23W1	CUBE67	12000	
K-23W2	CUBE67	150	
V-110W1	FESTO	2500	
V-110W2	FESTO	2500	
V-110W3	PHOENIX	1000	
V-110W4	PHOENIX	1000	
V-111W1	PHOENIX	2500	
V-111W2	PHOENIX	2500	
V-111W3	FESTIO	2500	
V-111W4	FESTIO	2500	
V-112W1	PHOENIX	2500	
V-112W2	PHOENIX	1000	
V-160W1	FESTO	300	
V-160W2	FESTO	300	
V-160W3	FESTO	300	
PNEUMATIIKAT			
JARRU <> YKSIKKÖ	FESTO 6	600	
JATKO PÄÄLETKU FESTO 10	FESTO 8	8000	
YKSIKKÖ <> Y	FESTO 6	1000	
YKSIKKÖ <> SYLINTERI OIKEA	FESTO 7	1000	
YKSIKKÖ <> SYLINTERI VASEN	FESTO 8	1000	
YKSIKKÖ <> LEIKKURI VASEN	FESTO 9	300	
YKSIKKÖ <> LEIKKURI OIKEA	FESTO 10	2000	