MODERNI KÄYTTÖLIITTYMÄ TEOLLISESSA YMPÄRISTÖSSÄ – OMC KIRISTEKÄÄRINTÄKONE

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

Konetekniikan diplomityö

2025

Janne Hurme

Tarkastajat: Professori Heikki Handroos

TkT Ming Li

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

LUT Energiajärjestelmät

Konetekniikka

Janne Hurme

Moderni käyttöliittymä teollisessa ympäristössä – OMC kiristekäärintäkone

Konetekniikan diplomityö

2025

71 sivua, 23 kuvaa, 1 taulukko ja 1 liite.

Tarkastajat: Professori Heikki Handroos ja TkT Ming Li

Avainsanat: Käyttöliittymä, pakkausteollisuus, käyttökokemus, Siemens Unified

Diplomityön tavoitteena oli kehittää kohdeyrityksen eli Octomecan käärintäkoneisiin uusi moderni käyttöliittymä sekä selvittää käyttöliittymien käytettävyyteen, ylläpidettävyyteen ja tekniseen toteutukseen liittyviä kehitystarpeita. Työ koostui kirjallisuustutkimuksesta, nykytilan analyysista kolmesta eri näkökulmasta ja sekä suurimpana osiona käyttöliittymän prototyypin suunnittelusta ja toteutuksesta Kanadaan toimitettavasta asiakasprojektiin.

Kirjallisuustutkimus ja laitevertailu osoitti, ettei teollisten käyttöliittymien rajoitteet ja erovaisuudet kuluttajaelektroniikan käyttöliittymiin liity käytettävissä olevan tekniikan puutteisiin vaan tulee teollisuusympäristön vaatimuksista, kuten turvallisuudesta ja luotettavuudesta. Kuluttajalaitteissa visuaalinen rikkaus ja erottuvuus markkinoilla on eri tasolla kuin teollisuudessa, jossa näitä ei priorisoida samalla tavalla.

Käyttöliittymän nykytila-analyysi osoitti, että Octomecan käytössä oleva nykyinen käyttöliittymä oli vanhentunut eikä opasta käyttäjäänsä riittävästi. Koneen kulloinenkin toimintatila tai syy pysähdykselle ei ollut aina selvillä. Koneiden markkinointia ja yrityksen brändikuvaa voitaisiin tehostaa nykyaikaisella käyttöliittymällä. Analyysin perusteella laadittiin uuden käyttöliittymän toiminnalliset ja graafiset vaatimusmäärittelyt.

Uusi Siemens Unified -pohjainen käyttöliittymä suunniteltiin modulaariseksi ja yhtenäiseksi kokonaisuudeksi, joka palvelee kaikissa Octomecan käärintäkoneissa. Prototyyppi toimitettiin kahden käärintäkoneen muodostamaan kokonaisuuteen, joka otettiin käyttöön Kanadassa syksyllä 2025.

Työn akateeminen hyöty on rajallinen, mutta Octomecalle käytännön hyöty on merkittävä. Uusi käyttöliittymä toimii jatkossa pohjana kaikille yrityksen käärintäkoneille ja tuottaa huomattavaa kustannussäästöä myös vähentyneen dokumentoinnin ja kustomoinnin tarpeen vuoksi.

ABSTRACT

Lappeenranta–Lahti University of Technology

LUT School of Energy Systems

Mechanical Engineering

Janne Hurme

Modern User Interface in an Industrial Environment – OMC Stretch Wrapping Machine

Master's thesis

2025

71 pages, 23 figures, 1 table and 1 appendix.

Examiners: Professor Heikki Handroos and D.Sc. (Tech.) Ming Li

Keywords: Human machine interface, packaging industry, user experience, Siemens Unified

This thesis aimed to develop a modern user interface for company Octomeca's stretch wrapping machines and to find development needs related to usability, maintainability and technical implementation. The work included a literature review, analysis of the current interface from three perspectives and big practical phase of design and implementation of the new user interface prototype.

The literature review and technology comparison showed that the difference between industrial HMI and consumer electronics interfaces are not caused by limitations in technology or software. Instead, it related to industrial environmental requirements like safety, robustness and reliability where consumer products are more feature rich and stylistic.

The current state analysis showed that Octomeca's existing user interface was outdated and did not guide operators well. Machine status and reason for stops were not always clear, and feedback given to operators was not sufficient. More modern user interface would also support marketing and boost company's technological image. The findings were used to define both the functional and graphical requirements for the new user interface.

The new Siemens Unified-based user interface was designed to be modular and standard platform for all Octomeca wrappers. A fully functional prototype was delivered and commissioned for two machine wrapping line in Canada late 2025.

Although the benefit of this thesis for academic world is minor, the practical benefits for Octomeca are significant. The new user interface will serve as a foundation for all Octomeca's future projects and will reduce the need for machine specific customization and documentation and therefore reduce project development costs.

KIITOKSET

Tämä diplomityö on tehty kiristekäärintäkoneita valmistavalle teknologiayhtiö Octomeca Oy:lle. Kiitokset myös aiemmille opiskeluiden aikaisille työnantajilleni mahdollisuudesta suorittaa opinnot työn ohessa ja päättää opiskelut tähän diplomityöhön. Haluan kiittää nykyisiä kollegoitani avusta ja erityisesti diplomi-insinööri, toimitusjohtaja Janne Koskelaa työaikaisesta ohjauksesta ja hänen tähän työhön tuomistaan näkökulmista ja kommenteista. Kiitokset myös professori Heikki Handroosille ja Ming Li:lle kaikesta saamastani opetuksesta opiskeluvuosien aikana sekä diplomityöni tarkastamisesta.

Kun syksyllä 2017 aloitin opiskelut en voinut kuvitellakaan mitä kaikkea seuraavat vuodet toisivat tullessaan. Varsinais-Suomen hyvän työtilanteen ansiosta työnantajani on vaihtunut kahteenkin kertaan ja olen päässyt osallistumaan erilaisiin toinen toista mielenkiintoisempiin projekteihin. Esikoislapsemme Eemilin ikimuistoinen syntymä ja asuntomessukodimme rakentaminen Naantaliin on saatu valmiiksi ja olemme asuneet siinä jo muutaman vuoden. Myös maailmanlaajuisen COVID-19 pandemian aiheuttamat muutokset työ- ja opiskeluelämään toivat omat haasteensa matkaan. Ei siis ihme, että opiskeluiden, perhe- ja työelämän yhteensovittaminen oli uuvuttavaa eikä opiskeluiden loppusuora edennyt laisinkaan alun perin suunnittelemani aikataulun mukaan. Rakennusprojekti asuntomessuille kaiken tämän keskellä oli viedä minulta viimeisetkin voimat, jonka vuoksi opiskelut oli laitettava kokonaan tauolle pariksi vuodeksi.

Kiitokset perheelleni Tuulille ja Eemilille, parhaalle ystävälleni Kaitsulle, vanhemmilleni, opiskelutovereille ja kaikille muillekin ihmisille tuesta, joiden avulla on aina kuitenkin jaksettu painaa hommia eteenpäin. Kaikkien näiden vuosien mittainen matka Lappeenrannan teknillisessä yliopistossa oli erittäin antoisa ja sain matkalta mukaani monta uutta ystävää.

Janne Hurme

Naantalissa marraskuussa 2025

LYHENNELUETTELO

EPS	Expanded polystyrene
HMI	Ihmisen ja koneen välinen käyttöliittymä (Human Machine Interface)
IoT	Internet of Things
KPI	Key performance indicator
KUMI	Logistiikka- ja kuljetusalan tuotevahinkojen minimointi -hanke (Turun Yliopisto)
LLDPE	Linear low-density polyethylene
OMC	Octomeca
OMC-CW	Octomecan verhotyyppinen käärintäkone
OMC-H	Octomecan horisontaalinen käärintäkone
OMC-R	Octomecan radiaalinen käärintäkone
OMC-V	Octomecan vertikaalinen käärintäkone
OTA	Over-The-Air
PLC	Ohjelmoitava logiikka (Programmable logic controller)
PNG	Portable Network Graphics -tiedostomuoto
SVG	Scalable Vector Graphics -tiedostomuoto
TCO	Total cost of ownership
XPS	Extruded polystyrene

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Abstract

Kiitokset

Lyhenneluettelo

Ilmoitukset

1 Johdanto ... 10
1.1 Työn tavoitteet ... 11
1.2 Työn rakenne ... 12
1.3 Kohdeyritys ... 12
2 Pakkauksien suojaaminen ... 14
2.1 Kiristekäärintä ... 15
2.2 OMC-konemallisto ... 22
3 Teollinen käyttöliittymä ... 28
3.1 Käyttöliittymä teollisessa ympäristössä ... 29
3.2 Mikä ohjaa käyttöliittymäsuunnittelua teollisuudessa? ... 31
3.3 Käyttöliittymien kehitys höyrykoneista älyteknologiaan ... 33
4 OMC-käärintäkoneiden käyttöliittymän nykytila ja kehitystarpeet ... 34
4.1 Käyttöliittymän ohjauskomponentit ... 34
4.2 Operaattoreiden näkökulma ... 36
4.3 Myynnin ja markkinoinnin näkökulma ... 38
4.4 Ohjelmoitsijoiden näkökulma ... 40
5 Vaatimusmäärittely uudelle modernimmalle käyttöliittymälle ... 43
5.1 Komponenttivaatimukset hyvälle käytettävyydelle ... 44
5.2 Uuden kosketusnäytön valinta ... 45
5.3 Uuden sukupolven käyttöliittymän tavoitteita ja uusia ominaisuuksia ... 46
5.3.1 Suunnitteluperiaatteet ... 46
5.3.2 Käytettävyyttä parantavat ominaisuudet ... 46
5.3.3 Käyttäjän tuki ja ohjeistus ... 48

5.3.4 Prosessidatan hyödyntäminen 48
5.3.5 Tietoturva ja käyttäjähallinta 49
6 Unified-käyttöliittymäprojektin toteutus ja tulokset 50
6.1 Case Soprema, Canada 51
6.2 Unified käyttöliittymän rakenteen, ominaisuuksien ja toteutuksen esittely 56
7 Johtopäätökset ja pohdinta 64
Lähteet 67

Liitteet

Liite 1. Myynnin ja markkinoinnin haastattelukysymykset, Janne Koskela

Kuvaluettelo

Kuva 1. Manuaalinen kiristekäärintä on raskasta (Omnigroup 2020).
Kuva 2. FSW360 puoliautomaattinen käärintäkone (Fromm Packaging Australia 2020).
Kuva 3. Octopus Twin täysautomaattinen käärintäkone (Signode Finland 2020).
Kuva 4. Puhalletun kiristekalvon valmistus (Trioplast 2020).
Kuva 5. Tasokalvon valmistus (Trioplast 2020).
Kuva 6. OMC-kalvonjakokelkan esikiristystelat.
Kuva 7. OMC-H käärintäkone (Octomeca 2020b).
Kuva 8. OMC-V käärintäkone (Octomeca 2020b).
Kuva 9. OMC-VO käärintäkone (Octomeca 2020b).
Kuva 10. OMC-R käärintäkone (Octomeca 2020b).
Kuva 11. OMC-CW käärintäkone (Octomeca 2020b).
Kuva 12. Octomecan käärintäkoneen käyttöliittymä.
Kuva 13. KTP900 käyttöliittymän asetussivut.
Kuva 14. JTA Connection ja Octomecan toimituskokonaisuus.
Kuva 15. Sopreman koneiden testausta Octomecan tehdashallissa.
Kuva 16. Käyttöönotto käynnissä asiakkaan uudessa tehtaassa.
Kuva 17. 16 levynippua tulossa käärintään OMC-V40 koneeseen.
Kuva 18. Uuden käyttöliittymän aloitussivu.
Kuva 19. Päävalikko, joka ryhmitelty kolmeen osaan.
Kuva 20. Ponnahdusikkunoita, jotka ohjaavat käyttäjiä oikeisiin toimintoihin.
Kuva 21. V24 koneen käsiajovalikko.

Kuva 22. Pantakoneen reseptieditori.
Kuva 23. Parametrit lajiteltuna optioittain.

Taulukkoluettelo

Taulukko 1. Kalvojen ominaisuuksien vertailu (WRAP 2020) (Culter & Selke 2016).

ILMOITUKSET

Turnitin

Tämän opinnäytetyön alkuperäisyys on tarkistettu Turnitin – samankaltaisuuden tarkastuspalvelun avulla.

Tekoäly

Tämän opinnäytetyön kirjoittaja Janne Hurme on käyttänyt seuraavia tekoälytyökaluja opinnäytetyön tekemisessä:

1. ChatGPT (OpenAI, GPT-5)
    a. Työkalun käytön tarkoitus: Tarkastettu kieliopin ja oikeinkirjoituksen mahdollisia virheitä.
    b. Selvitys työkalun käytöstä: Työkalua on käytetty kielenhuoltoon, kuten tekstin oikeinkirjoituksen ja kieliasun tarkistamiseen ja selkeyttämiseen. Työssä esitetyt sisällöt, havainnot ja päätelmät ovat kirjoittajan itse laatimia.

Vastuu

Kirjoittaja, Janne Hurme ottaa täyden vastuun tämän opinnäytetyön sisällöstä ja on tarkistanut ja muokannut mahdollisen tekoälytyökalujen käytön myötä syntyneen sisällön.

1 Johdanto

Lähes jokaisessa teknisessä laitteessa, oli kyseessä sitten robottipölyimuri, hitsauslaite tai käärintäkone, toiminnallisuus perustuu ohjelmistoihin ja niiden ja ihmisen väliseen rajapintaan eli käyttöliittymään. Kotona käytettävien digitaalisten palveluiden ja laitteiden lukumäärän nopea kasvu on aiheuttanut kehityspaineita myös teollisten laitteiden sovelluksille ja käyttöliittymille. Tänä päivänä teollisuuden konekauppoja neuvotellessa asiakkaana pöydän vastakkaisella puolella istuu monesti jo milleniaali. Tämän ikäryhmän vanhimmat 80-luvun alkupuolella syntyneet kasvoivat nopean kehityksen mukana ja nuoremmat 90-luvun ihmiset syntyivät suoraan digitaaliseen maailmaan. Tälle myös Y-sukupolveksi tai nettisukupolveksi kutsutulle henkilöstöryhmälle internetin ja tietotekniikan hyödyntäminen työelämässä on täysin itsestäänselvyys ja heidän vaatimustasonsa käytettävissä olevalla tekniikalle on useasti korkeampi, kuin aiempien sukupolvien. (Leivo, Mutanen & Nieminen-Sundell 2009.). Heille ei enää myöskään riitä, että koneen käyttöliittymä toimii tehokkaasti. Koneiden käyttöliittymän tulee olla myös mukava käyttää, visuaalisesti tyylikäs ja helppokäyttöinen.

Voidaankin siis todeta, käyttöliittymäsuunnittelulla on yhä tärkeämpi rooli yrityksen menestyksen kannalta. Koneenrakentajien on yhä vaikeampi erottua toisistaan pelkän teknisen paremmuuden avulla. Yritykset, jotka eivät panosta valmistamiensa tuotteiden käyttäjäkokemukseen, tulevat auttamattomasti putoamaan pois pelistä. Suuretkaan yritykset, kuten matkapuhelinbisnes meille opetti, eivät ole muutokselta turvassa. Ne valmistajat, jotka ovat jo saavuttaneet tuotteiden korkean laadun ja käytettävyyden ovat hyvässä asemassa. Heidän tuotteiden loppukäyttäjät puhuvat tuotteiden puolesta, suosittelevat niitä ja palaavat tuotteiden ja laitteiden pariin yhä uudelleen. Tuotteiden suunnittelussa pitää siksi olla aina loppukäyttäjän kokemukset yhtenä tärkeimpänä suunnittelun lähtökohtana ja käyttöliittymät on optimoitava vastaamaan kasvaneeseen vaatimustasoon. Optimoinnilla ei tarkoiteta pelkästään graafisen ulkonäön parantamista, sillä mitattavien suureiden ja datan jatkuvasti kasvava määrä pakottaa myös vähentämään järjestelmien kompleksisuutta. Se mikä käyttöliittymässä toimi hyvin 10 vuotta sitten saattaa olla koko järjestelmän suurin kompastuskivi tänä päivänä. (Kranert, Gertsheimer & Frei 2019.)

1.1 Työn tavoitteet

Tämän diplomityön perimmäisenä tavoitteena on parantaa toimeksiantajan kilpailukykyä ja kasvattaa yrityksen koneenvalmistuksella tekemää tulosta lisäämällä koneiden myyntiä ja helpottamalla markkinointia. Loppukäyttäjien saama käyttäjäkokemus yrityksen valmistamista koneista ja asiakkaan investoinnista saatava hyöty pyritään maksimoimaan. Toimeksiantaja on tunnistanut, että valmistamiensa koneiden käyttöliittymien nykyinen laatutaso ei vastaa markkinoiden yleistä kysyntää ja yrityksen tuotteiden markkinointi on tämän takia välillä ollut haastavaa. Samalla markkinoiden kasvaneen kysynnän vuoksi koneiden valmistuksen läpimenoaikaa tulisi lyhentää merkittävästi ja ohjelmistotestauksen kestolla on tässä merkittävä rooli. Diplomityön tavoitteet voidaan saavuttaa vastaamalla seuraaviin yksityiskohtiin:

- Toteutettava kirjallisuustutkimus, jolla pyritään löytämään vastaus kahteen oleelliseen kysymykseen:
    - Onko teollisen käyttöliittymän kehitykselle rajoitteita käytettävissä olevan tekniikan puolesta?
    - Minkä vuoksi teollisten koneiden käyttöliittymät eivät monesti vastaa käytettävyydeltä kulutuselektroniikan käyttöliittymiä?
- Kartoitettava kohdeyrityksen konemalliston käyttöliittymien nykytilanteen haasteet niin loppukäyttäjien kuin ohjelmistosuunnittelijoiden ja markkinoinnin näkökulmasta käyttäjäkyselyjä hyödyntäen.
- Analysoitava kerättyjen käyttäjäkyselyjen tulokset ja valittava sen tiedon perusteella tärkeimmät kehityskohteet.
- Laadittava uuden käyttöliittymän toiminnalliset ja graafiset vaatimusmäärittelyt.
- Valittava käytettävä tekninen alusta uudelle käyttöliittymälle ominaisuudet ja kustannusrakenne huomioiden.
- Toteutettava käyttöliittymän prototyyppi valitulla tekniikalla.

Työ rajataan koskemaan vain kohdeyrityksen yleisintä käärintäkonemallistoa. On kuitenkin huomioitava, että diplomityön lopputuloksena saatava materiaali- ja tutkimustulos olisi mahdollisimman hyvin hyödynnettävissä jatkossa muidenkin yrityksen valmistamien tuotteiden kehityksessä. Valittava automaatiotekniikka tulee olla yleisesti maailmanlaajuisesti

saatavissa, kustannustehokasta ja yrityksen toteuttaman strategian mukaista. Kalleimmat PC-pohjaiset ratkaisut ja vähemmän tunnettujen valmistajien tuotteet ovat siksi rajattu tämän diplomityön ulkopuolelle.

1.2 Työn rakenne

Tämä diplomityö rakentuu yhteensä seitsemästä luvusta. Ensimmäisen luvun johdannon lopussa esitellään kohdeyritys ja kerrotaan lyhyesti sen historiasta. Luvussa 2 opastetaan lukijalle miten tärkeää pakkauksien ja tuotteiden suojaaminen on ja tutustetaan lukija kiristekäärinnän maailmaan esittelemällä eri käärintämetodeja ja käärinnässä käytettäviä muovikalvoja. Luvun 3 kirjallisuusselvityksessä käsitellään koneen ja ihmisen välisen käyttöliittymä rajapinnan ominaisuuksia ja vastataan asetettuihin tutkimuskysymyksiin. Luvussa 4 arvioidaan käyttöliittymän nykytilaa ja analysoidaan kehitystarpeita eri näkökulmista. Luvussa 5 käydään läpi hyvän käyttöliittymän vaatimusmäärittelyt ja valitaan käytettävä laitteisto. Työn käytännön osuutena tuotettavan uuden käyttöliittymän kehitysvaiheita ja asiakasprojektia käsitellään kappaleessa 6 ja myös esitellään uuden käyttöliittymän uusia ominaisuuksia ja ulkonäköä. Viimeisessä, seitsemännessä yhteenvetoluvussa pohditaan työn onnistumista, tulevia kehityskohteita ja työn merkittävyyttä.

1.3 Kohdeyritys

Tämän diplomityön kohdeyrityksenä on Lounais-Suomen Naantalissa sijaitseva Octomeca Oy, joka on sen 30-vuotisen historiansa aikana toimittanut erilaisia pakkausteknologiaratkaisuja kaikkialle maailmaan. Yhtiö on perustettu vuonna 1989 ja vuodesta 1995 lähtien sen toiminta on perustunut erilaisten asiakasräätälöityjen kiristekäärintäkoneiden ja niihin liittyvien apulaitteiden valmistukseen. Vaativia käärintäkone- ja pakkauslinjastoja on tähän päivään mennessä toimitettu jo lähes 2000 projektia. Liikevaihdoltaan noin 7 miljoonan euron yritys työllistää Naantalissa noin 30 pakkausalan ammattilaista, jotka hoitavat yrityksen kaiken suunnittelun, tuotekehityksen, kokoonpanon ja huoltoliiketoiminnan. Octomecan laaja alihankintaverkosto toimittaa koneiden teräsrakenteet valmiiksi koneistettuna ja pintakäsiteltyinä. Kaikki yrityksen valmistamat koneet kokoonpannaan, sähköistetään ja testataan tarkkojen laatuvaatimusten mukaan ennen lähettämistä loppuasiakkaille. (Octomeca 2020a.)

Vuosittain kiristekäärintäkoneita valmistuu tehtaalta noin 30 kappaletta, joista jopa 90 % menee vientiin lähinnä Itä- ja Keski-Euroopan teollistuneisiin maihin, kuten Puolaan ja Saksaan. Octomecan projektitoimitukset ovat asiakkaille suuria investointeja. Yksittäisen projektitoimituksen kustannukset ovat noin 40 000 eurosta aina yli 500 000 euroon riippuen toimituksen laajuudesta ja valitusta konemallista. Octomecan asiakkaita löytyy monilta eri teollisuuden aloilta etenkin huonekalu- ja rakennusteollisuudesta. Monet arkielämän tutut tuotteet kuten huonekalut, lasi- ja kivivillalevyt, puutarhojen multasäkit, betoniset pihakivet ja valuharkot ovat kääritty Octomecan valmistamilla kiristekäärintäkoneilla. Investoimalla Octomecan valmistamiin koneisiin asiakas voi olla varma, että koneen koko elinkaaren kustannukset TCO (Total cost of ownership) pysyvät alhaisina. Pienet ylläpitokustannukset, varmatoimisuus sekä asiantuntevat elinkaaripalvelut asennuksesta modernisointiin varmistavat pitkän jopa 20-vuotisen käyttöiän tuotteille. (Octomeca 2020a.)

Octomecan toimitusjohtaja Janne Koskela toimii tämän diplomityön ohjaajana. Tämän diplomityön tekijänä työskentelen automaationosaston tiiminvetäjänä ja vastaan automaatiotiimin johtamisesta ja muun muassa erilaisten automaatioratkaisujen tuotekehityksestä, koneiden testauksesta ja käyttöönotoista globaalisti.

Vuonna 2017 Octomecan osake-enemmistö myytin sveitsiläiselle tuotesuojaukseen erikoistuneelle FROMM Groupille ja Octomecasta tuli näin FROMM:n itsenäinen tytäryhtiö. Yrityskauppojen myötä Octomeca sai tukevan jalansijan globaaleista käärintäkonemarkkinoista, sillä on FROMM:lla on yli 40 tytäryhtiötä maailmanlaajuisesti, joiden avulla Octomeca pystyy takaamaan asiakkailleen laadukkaan sekä nopean asiakas- ja huoltopalvelut. (Octomeca 2020a.)

Vuonna 1947 perustettu perheyritys FROMM Group työllistää yli 900 työntekijää ympäri maailmaa ja on liikevaihdoltaan 180 miljoonaa euroa. FROMM Group on erikoistunut käsikäyttöisistä vannehtimiskoneista aina täysautomaattisiin vannehtimislinjojen valmistukseen. Myös erilaiset ilmatyynyjärjestelmät tuotteiden suojaamiseksi ja pakkaamiseen tarvittavat käyttömateriaalit ovat yrityksen tuotteita. (FROMM Group 2020.)

2 Pakkauksien suojaaminen

Pakkaukset ovat osa meidän jokaisen elämää ja niitä tarvitsevat sekä kuluttajat, että eri teollisuuden alat. Pakkauksilla varmistetaan tuotteiden suojaus kuljetuksen ja varastoinnin ajan. Elektroniikka-, lääke-, elintarvike- ja metsäteollisuus käyttävät pakkauksia laajasti ja tarvitsevat tuotteillensa tarkkaan suunniteltuja pakkausratkaisuja. Pakkausala on merkittävä osa yhteiskunnan toimintaa ja sen rooli korostuu kansainvälisen kaupankäynnin lisääntyessä. Pakkausala työllistää laaja-alaisesti aina pakkausmateriaalien valmistuksesta, kuljetuksesta aina pakkausten kierrättämiseen. (Järvi-Kääriäinen & Ollila 2007, s.13–14.)

Suomessa käytetään pakkausalan tuotteita vuosittain noin miljardin euron arvosta. Tästä elintarviketeollisuuden osuus on noin 40 %, massa- ja paperiteollisuuden osuus noin 20 % ja kemikaalien sekä laite- ja sähköteknisten tuotteiden osuudet noin 10 % kummallakin. Suomalainen pakkausteollisuus työllistää yksinään noin 14 000 henkeä. Pitkällä tähtäyksellä ehdottomasti tärkeintä on pakkausteollisuuden kansainvälisen kilpailukyvyn, sekä hintakilpailukyvyn, että reaalisen kilpailukyvyn säilyttäminen. (Järvi-Kääriäinen et al. 2020, s.14.)

Pakkausten tehtävänä on suojata niihin pakattuja tuotteita fysikaalisilta, kemiallisilta ja biologisilta rasituksilta. Kun tuotteita käsitellään tai kuljetetaan paikasta toiseen, niihin kohdistuu mekaanista rasitusta, kuten iskuja ja tärinää. Samaan aikaan tuotteet voivat myös altistua ilmankosteudelle ja pölylle. Valo ja happi ovat kemiallisia rasitteita, joita vastaan on turvauduttava hyvin etenkin elintarvikkeiden kanssa. Mikrobit, pienet tuhoeläimet sekä vieraat hajut ja maut eivät kuulu tuotteisiin ja niitä voidaankin torjua hyvin oikeilla pakkausratkaisuilla. Pakkausten tulee myös kattaa tuoteturvallisuus. Avattu tai vaurioitunut pakkaus on helppo tunnistaa ja avaamaton pakkaus myös varmistaa tuotteen aitouden ja alkuperän. (Järvi-Kääriäinen et al. 2020, s.11.)

2.1 Kiristekäärintä

Jokainen tuote on pakattu ja kuljetettu jossain vaiheessa elinkaartaan. Vaikka tuotantolaitokset ja toimitusketjut nykypäivänä ovatkin tehokkaita ja nopeita joudutaan lavakuormia silti varastoimaan pitkäksikin aikaa valmistamisen jälkeen ennen toimitusta jakelukeskuksiin ja loppuasiakkaille. Tyypilliset varastointiajat ovat muutamasta tunnista aina useisiin kuukausiin. (Wyns, Cook & Dunno 2018, s. 2–3.) Varastoimisen ja rahdin ajaksi tuotteet on suojattava kosteuden, pölyn, särkymisen ja liikkumisen estämiseksi.

Varsinaisen kuljetuspakkauksen tehtävä on suojata tavaraa, jotta se saapuu määräpaikkaan oikeaan aikaan, oikean suuruisena ja ehjänä. Kuljetuspakkauksen avulla turvataan tavaran tehokas ja turvallinen kuljettaminen lähettäjältä vastaanottajalle, pienentämällä ja poistamalla kuljetusriskejä.

Turun yliopiston merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskuksen tekemän KUMI-tutkimuksen (Logistiikka- ja kuljetusalan tuotevahinkojen minimointi) mukaan pelkästään Suomessa vakuutusyhtiöiden korvauskulut pakkauksien ja tuotteiden vaurioitumisesta ovat vuosittain jopa 30–40 miljoonaa euroa. (Holma, Kunnaala & Sundberg 2012, s.13.)

Eräs kustannustehokkaimmista keinoista kuljetuspakkauksen muodostamiseksi on kiristekääriminen, jolla tuotteet saavuttavat myös yhtenäisen ja vakaan rakenteen. Irtonaisten tuotteiden sijaan yksi yhtenäinen lavakuorma on turvallisempi ja tehokkaampi jakelussa. Hyvin kääritty tuotelava vähentää merkittävästi tuotelavojen kaatumisesta aiheutuvia kustannus, vaara- ja riskitekijöitä sekä antaa asiakkaalle positiivisen ja viimeistellyn kuvan lähettäjästä, jos lavat ovat kunnolla kääritty kuljetusta varten.

Kiristekääriminen voidaan jakaa kolmeen eri tapaan automaatioasteen mukaisesti: manuaalinen käsinkäärintä, puoliautomaattinen ja täysautomaattinen käärintä, jotka käydään seuraavaksi tarkemmin lävitse.

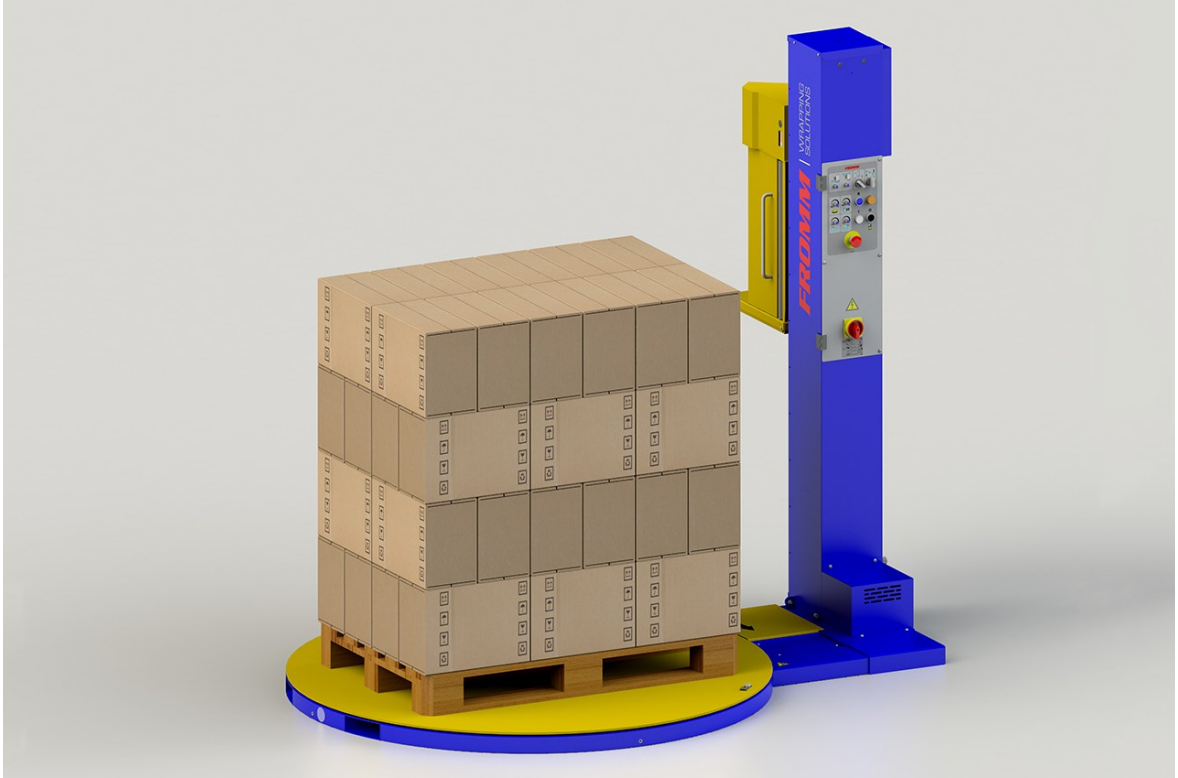
Kuvassa 1 on esitetty, miten manuaalisessa käärinnässä työntekijä käärii lavan pitäen käsin kalvorullaa ja samalla kävellen ympäri lavaa. Kalvon alkupää on sidottava lavan jalkaan tai jätettävä tuotekerrosten väliin. Tämä manuaalinen tapa on fyysisesti vaativaa – varsinkin jos se tehdään oikein. Jotta käärittävät tuotteet pysyisivät kuormalavalla, on käärintäkalvo vedettävä tiukasti lavakuorman ympärille. Tuotteiden sitominen lavaan on tärkeää, etteivät tuotteet kuljetuksen aikana liu'u tai kaadu pois lavan päältä. Näiden niin sanottujen alakierrosten ja lavan yläreunan kääriminen on tehtävä täysin epäergonomisessa asennossa, jolloin työntekijät kohdistuvat helposti tuki- ja liikuntaelinten vammoille. Lavan ympäri kävelemi-nen pää alaspäin saattaa aiheuttaa joillekin myös huimausta. Kalvokireyden ja päällekkäisten kalvokerrosten limityksen pitäminen vakiona on haastavaa, jonka takia käärinnän lopputulos vaihtelee suuresti. (Omnigroup 2020.)

Manuaalisessa käärinnässä materiaalikustannukset ovat yleensä korkeimmat, koska kalvon käyttö ei ole tasaista ja kalvon esikiristys on vaatimatonta. Myös työvoimakustannukset ovat koneellista käärintää korkeammat. Laiteinvestointeja ei välttämättä tarvita, jolloin manuaalinen käärintä on monesti se ensimmäinen ja hyvin suosittu käärintätapa pienissä yrityksissä, joissa kääritään vain muutamia lavoja päivässä. Kalvorullalle on olemassa myös edullisia käsinkäärintälaitteita, kevyitä käsissä pidettäviä rullatelineitä, joilla voidaan vähentää käsiin kohdistuvaa rasitusta, nopeuttaa prosessia ja parantaa työergonomiaa. (Omnigroup 2020.)

Kuva 1. Manuaalinen kiristekäärintä on raskasta (Omnigroup 2020).

Puoliautomaattisessa käärinnässä käärintäkone käärii tuotteen, mutta käärintäkalvon kiinnitys lavaan ja kalvon katkaisu käärinnän päätteeksi vaatii vielä työntekijän työpanoksen. Työtekijöiden tulee myös trukilla tuoda ja viedä käärittävä tuotteet käärintäkoneelle. Tyypillinen puoliautomaattinen käärintäkone on esimerkiksi kuvassa 2 nähtävä pyöriväpöytäinen Fromm Groupin valmistama FSW360, jolla käärittävää tuotetta pyöritetään pyörityspöydällä kalvorullan liikkuessa tornissa samanaikaisesti tuotteen korkeuden mukaan ylös ja alas. Kalvokierrosten määrä, limitys, kireys ja muut käärintäparametrit on aseteltavissa laitteen käyttöpaneelista.

Puoliautomaattinen käärintäkone on hyvä valinta, kun käärittäviä lavakuormia on jo kymmeniä päivässä ja käärinnän tasaiseen laatuun halutaan panostaa käsinkäärintää enemmän. Jos käärittävien tuotteiden korkeus on yli hartiatason, on puoliautomaattinen käärintä silloin myös käsinkäärintää parempi ratkaisu. Työntekijät todennäköisesti eivät jaksa kannatella kalvorullaa korkealla samalla säilyttäen tarvittavan kalvonkireyden. Pienen kokonsa vuoksi laitteita voidaan hankkia lisää ja siirtää tarpeen mukaan ympäri tuotantotiloja eikä se vaadi toimiakseen kuin sähköliitännän.



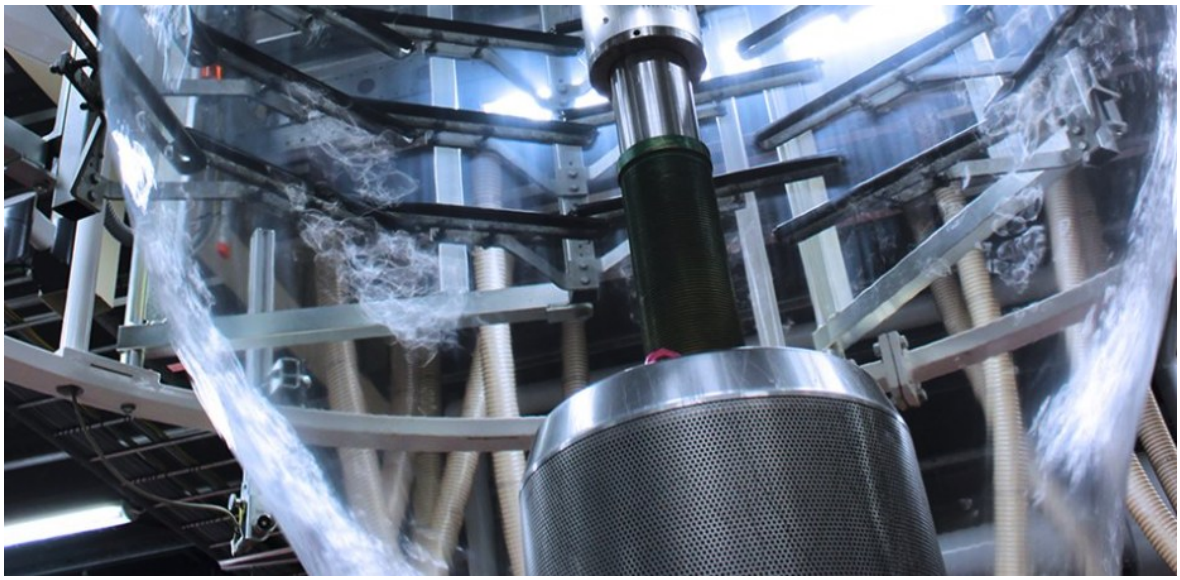
Kuva 2. FSW360 puoliautomaattinen käärintäkone (Fromm Packaging Australia 2020).

Täysautomaattinen käärintä nimensä mukaisesti ei normaalitilassa vaadi työntekijän työpanosta. Koneen käynnistys, häiriötilanteiden selvitys ja asetusten määritys ovat lähes ainoita tarvittavia toimenpiteitä. Lavat tulevat koneeseen kuljettimilla ja lähtevät käärittyinä automaattisesti eteenpäin. Myös loppuneen tai poikki menneen kalvorullan vaihto voidaan automatisoida. Koneet ovat yleensä asennettu tuotantolinjojen loppupäähän, josta lavat kuljetetaan automaattivarastoihin, lastataan suoraan kuljetukseen asiakkaille tai välivarastoidaan. Koneiden toimintaympäristö on aidattu suojaverkoin, joten koneiden käyttäminen ja työskentely niiden parissa on erittäin turvallista.

Käärittävien tuotteiden dimensiot tunnistetaan automaattisesti ja sen perusteella valikoidaan kulloinkin oikeanlainen resepti lavan käärimiseksi. Käärittyjen lavojen laatu on erittäin tasaista ja tuotantolinjan kapasiteetti voi olla jopa yli 220 lavaa tunnissa. Kuvan 3 Octopus Twin käärintäkone on yksi myydyimmistä suuren kapasiteetin käärintäkoneista. Käärintäkone käyttää käärimiseen kahta kalvorullaa samanaikaisesti ja on varustettu automaattisella kalvorullanvaihtajalla ja pääliarkkilaitteistolla. Automaattiset käärintäkoneet voidaan varustella myös lukuisilla muilla lisävarusteilla, joita ovat esimerkiksi pahvisten kulmasuojien asettimet, alapahvilaitteistot, tiedonkeruujärjestelmät ja etiketöintilaitteistot. (Signode Finland 2020.)

Kuva 3. Octopus Twin täysautomaattinen käärintäkone (Signode Finland 2020).

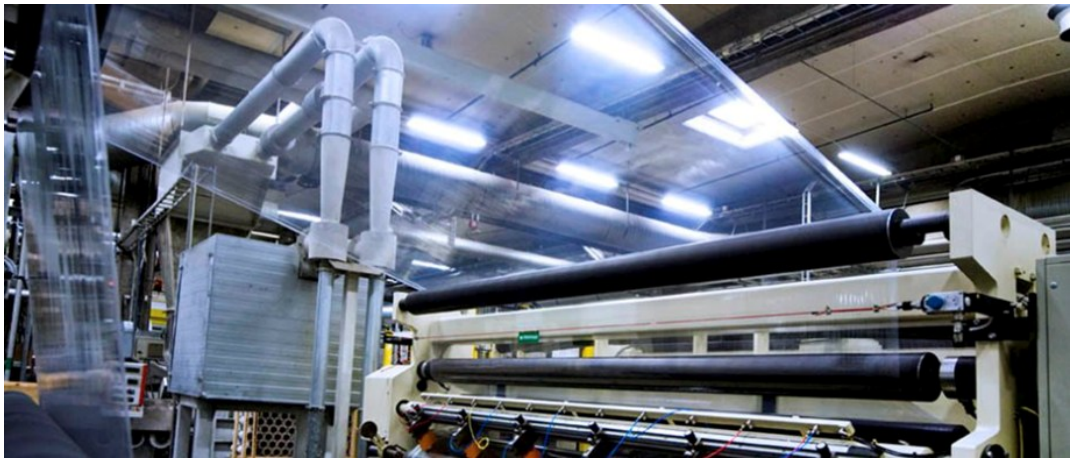
Kiristekäärinnässä käytetään yleisesti LLDPE (Linear low density polyethylene) kalvoa, jota voidaan valmistaa kahdella eri tavalla - puhaltamalla ja tasokalvona. Puhallettu kiristekalvo valmistetaan syöttämällä muovirakeita kuuman suulakepuristimen läpi. Sula muovimassa pakotetaan pyöreän suuttimen läpi ja puhalletaan ulos, jolloin massasta muodostuu kuvassa 4 nähtävä suuri vertikaalinen kupla. Kupla täytetään ilmalla, jolloin siitä muodostuu ohutseinämäinen kalvosylinteri, jota jäähdytetään ympäröivällä ilmalla samalla, kun kuplaa vedetään ylöspäin. Tuloksena syntyvä putki halkaistaan ja kääritään rullalle pahvisylinterin päälle. (WRAP.) Puhallettu kalvo sopiin hyvin raskaille tuotteille ja vaativiin kuljetuksiin. Kalvo on vahvaa ja hyvän tarttuvuuden ansiosta se muodostaa erinomaisen sidontalujuuden. Puhallettu kalvon repäisy- ja puhkaisulujuus on myös erittäin hyvä. (Trioplast 2020.)



Kuva 4. Puhalletun kiristekalvon valmistus (Trioplast 2020).

Myös tasokalvon valmistuksessa sulaa muovimassaa puristetaan suulakepuristimella ohuen rakomaisen suulakkeen läpi. Kalvo valetaan suoraan suurille jäähdytetyille kromiteloille. Massasta muodostuu suorakaiteen muotoinen profiili, jonka leveys on paljon suurempi kuin paksuus. Kalvoa kuljetetaan läpi prosessin kuvassa 5 nähtävien erilaisten telojen kautta ja rullataan lopuksi suurelle rullalle. Tasokalvon valmistus on nopeampaa ja helpompaa ja siksi se on myös puhallettua kalvoa edullisempaa. Tasokalvo on pehmeää muovia, jonka hyvien venyvyysominaisuuksien ansiosta pystytään vähentämään pakkauskustannuksia. Tasokalvo

on käytetyin vaihtoehto keskiraskaille kuormalavoille kaikilla aloilla. Se sopii käytettäväksi niin puoli- kuin täysautomaattisilla käärintäkoneilla. (Trioplast 2020.)



Kuva 5. Tasokalvon valmistus (Trioplast 2020).

Nykyaikaisilla suulakepuristimilla valmistetaan monikerroksisia kalvoja, jossa useampi suulakepuristin täyttää samaa muottia. Valitsemalla oikeanlaiset raaka-aineet voidaan valmistaa kalvoja, joilla on erinomaiset ominaisuudet. Taulukossa 1 on vertailu puhalletun ja tasokalvon merkittävimpiä eroja.

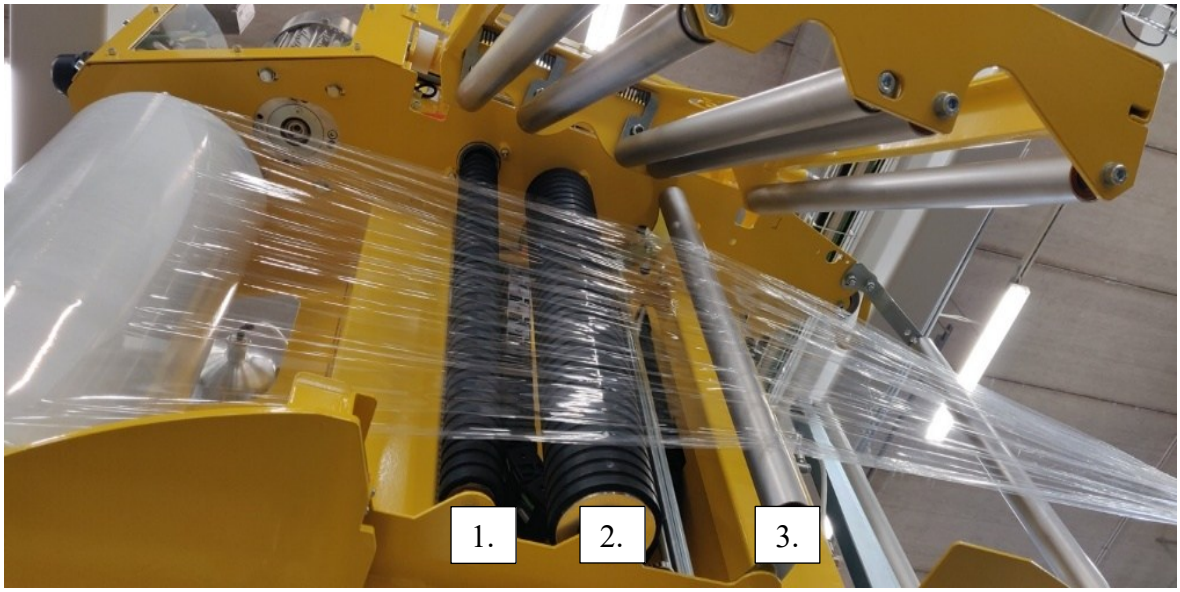
Taulukko 1. Kalvojen ominaisuuksien vertailu (WRAP 2020) (Culter & Selke 2016).

Kalvon ominaisuus	Puhallettu kiristekalvo	Valettu taso kiristekalvo
1. Kuorman pitokyky	Erinomaiset pito-ominaisuudet käytössä. Ei juuri veny käärimisen jälkeen.	Venyy vielä käärimisen jälkeen, joten lavat saattavat olla hieman epävakaampia.
2. Kalvon muisti	Hyvä muisti, pyrkii palautumaan alkuperäiseen mittaan.	Vähemmän muistia kuin puhalletulla kalvolla.
3. Kalvon venymä	Erinomainen venymä. Yhdellä rullalla voidaan kääriä enemmän.	Hyvä venyvyys, mutta huonompi kuin puhalletulla kalvolla.
4. Lävistyskestävyys	Valmistusprosessi takaa paremman kestävyyden kalvovaurioiden ehkäisemiseksi.	Kalvon repeämistä saattaa esiintyä kovan rasituksen takia.
5. Kalvon tarttuminen	Tarttuva pinta vain toisella puolla. Hyvä pitokyky eikä kääritytt lavat tartu toisiinsa.	Tarttuva pinta molemmin puolin, jonka vuoksi lavat voivat tarttua toisiinsa.
6. Läpinäkyvyys/ kirkkaus	Ei täysin läpinäkyvä, saattaa vaikeuttaa viivakoodien lukua kalvon läpi. Heikompi kiilto vähentää heijastumia.	Täysin kirkas ja läpinäkyvä, viivakoodien luku onnistuu läpi. Heijastumat saattavat vaikeuttaa optisten sensorien toimintaa.
7. Melu käytössä	Erittäin meluisa auki kelattaessa.	Ei juurikaan ääntä käärittäessä.

Käärittäessä kiristekalvoa venytetään sitä siihen tarkoitetulla esikiristyslaitteistolla maksimissaan 500 % alkuperäistä pituutta pidemmäksi. Esikiristysprosentti voidaan Octomecan koneissa määrittää kaavalla 1:

$$Esikiristys\ \% = \frac{Venytetyn\ kalvon\ pituus - Alkuperäisen\ kalvon\ pituus}{Alkuperäisen\ kalvon\ pituus} \times 100 \qquad (1)$$

Käytännössä esikiristysprosentit pyörivät Octomecan projekteissa alle 300 prosentin luokassa. Kuvassa 6 on nähtävissä OMC-H koneissa (Octomeca horisontaalinen käärintäkone) käytettävän kalvonjakokelkan ensiötela (1.) ja toisiotela (2.) Toisiotela pyörii hammasratasvälityksen kautta ensiötelaa nopeammin ja vetää kalvoa telojen lävitse. Telojen pyörimisnopeuseron takia kalvo pitenee ja ohenee sekä samalla kalvon vetolujuus kasvaa. Kalvo kääritään suojattavan tuotteen ympärille esikiristettynä, jolloin kiristekalvolla on taipumus pyrkiä palautumaan alkuperäiseen mittaansa muodostaen lavaan kiinnipitävää voimaa, mikäli esikiristysprosentti on alle kalvolle määritetyn elastisen rajan. Pelkkä kalvon kutistuma ei kuitenkaan riitä muodostamaan riittävää kiristystä tuotteen ja kalvon välille. Syöttämällä kalvoa vähemmän kuin tuotteen ympärysmitta vaatii, voidaan muodostaa toisiokireyttä, jolla on esikiristystä suurempi vaikutus tuotteeseen kohdistuvaan kiinnipitävään voimaan.



Kuva 6. OMC-kalvonjakokelkan esikiristystelat.

Toisiokireyden säätö kalvon syöttönopeutta muuttamalla on yksi tärkeimmistä hyvän käärintäkoneen ominaisuuksista. Octomecan nykyisissä koneissa mitataan niin kutsutun tanssijatelan (3.) asentoa, josta saadaan toisiokireydestä takaisinkytkentä kalvoa syöttävälle moottorille. Kireys kalvon ja käärittävän tuotteen välillä pyrkii poikkeuttamaan jousikuormitetun telan asentoa, jonka kääntymiskulmaa mitataan analogisella induktiivisella anturilla. Anturin 4-20mA virtaviesti välitetään kalvonsyöttömoottoriin integroidulle taajuusmuuttajalle, joka syöttää kalvoa tarpeen mukaan enemmän tai vähemmän. Liiallinen toisiokireys voi vaurioittaa käärittäviä tuotteita etenkin niiden kulmista, jossa toisiokireys on aina suurimmillaan. Toisiokireyttä voidaan ohjelmallisesti vaihtaa käärinnän aikana, jolloin saavutetaan aina optimikireys haluttuun kohtaan lavaa. Monesti esimerkiksi lavan alareunassa käytetään korkeampaa kireyttä, jolla varmistetaan tuotteiden hyvä sidonta alla olevaan kuormalavaan.

2.2 OMC-konemallisto

Octomeca on yli 30 vuoden aikana toimittanut suuren määrän räätälöityjä käärintäkoneita ja niihin liittyviä apulaitteita erilaisten lavankäärintähaasteiden ratkaisemiseen. Asiakkaan ei tarvitse tuntea Octomecan tuotteita tarjousta pyytäessään, sillä lähtökohtana on aina haluttu pakkausratkaisu, jonka teknisesti toteutuksesta Octomeca vastaa. Toimitusmallina käytetään yleensä avaimet käteen -projektia, jossa Octomeca hoitaa kaiken asennuksesta käyttöönottoon ja koulutuksiin. Usein uusien konekauppojen yhteydessä koneelle myydään myös huoltosopimuksia, jonka puitteissa Octomeca huoltaa koneet sovituin väliajoin. (Octomeca 2020b.)

Vuoden 2017 organisaatiouudistuksen myötä toiminta on vahvasti fokusoitunut tiettyihin konemalleihin, joita ovat OMC-H, OMC-V, OMC-VO, OMC-R ja OMC-CW koneet. Tarvittaessa yritys valmistaa vielä yksittäisiä erikoismalleja ja apulaitteita asiakkaiden haastavienkin tuotesuojaamisongelmien ratkaisemiseksi. Keskittämällä toiminta muutamaan konemalliin yritys on pystynyt vuosittain kasvattamaan liikevaihtoaan ja samalla mahdollistamaan uusien tuotekehityskohteiden aloittamisen. Malliston modulaarisen rakenteen vuoksi monet komponentit ja rakenteet ovat yhteisiä konemallien kesken. Modulaarinen rakenne mahdollistaa myös nopean ja kustannustehokkaan koneenrakentamisen. Kaikille Octomecan valmistamille koneille on yhtenäistä niiden pitkä käyttöikä, huippuluokan komponentit ja helppo huollettavuus. Koneet ovat suunniteltu kovaan jatkuvaan käyttöön ja niiden tekniset

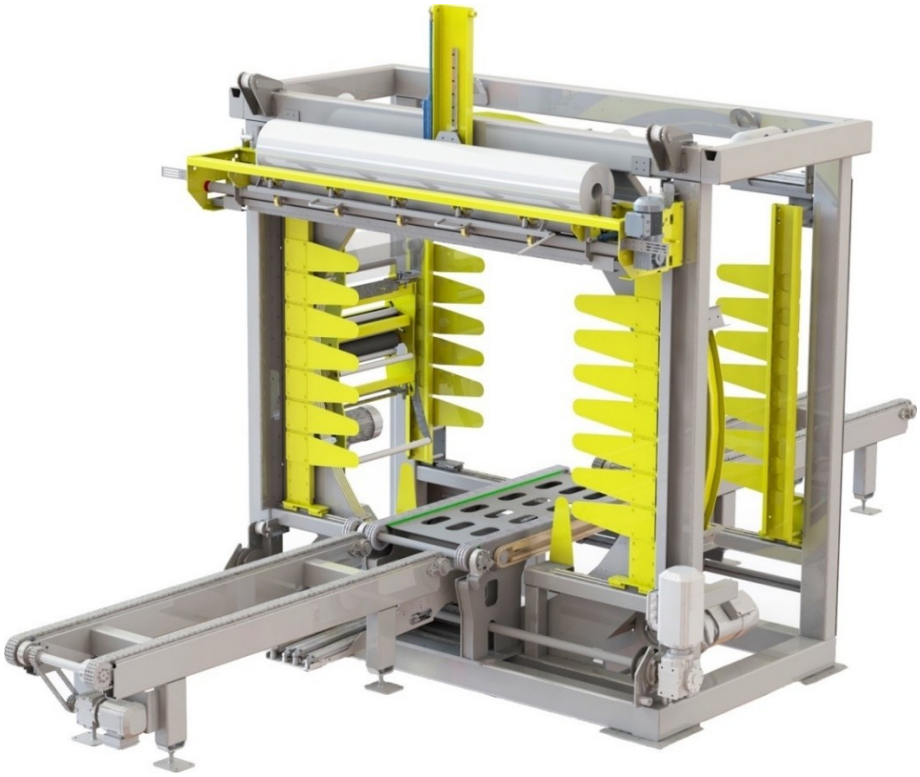
ratkaisut perustuvat vuosikymmenten kokemukseen ja modernien suunnittelutyökalujen tuomaan varmuuteen. (Octomeca 2020b.)

Asiakkaan on tilatessa mahdollisuus räätälöidä kone värityksen ja valittavien optioiden lisäksi myös haluamallaan ohjausteknologialla, johon kuuluvat muun muassa logiikka, kosketusnäyttö, taajuusmuuttajat ja IO-rajapinta.

OMC-H käärintäkoneet ovat tarkoitettu horisontaaliseen erilaisten kuormalavoilla tai aluslevyillä olevien tuotteiden käärintään. Kone omaa vahvan teräksisen runkorakenteen, joita on saatavissa eri kokoisina käärittävän tuotteen maksimimittojen mukaan. Koneen pyörintänopeus ja kapasiteetti valitaan linjan tuotantonopeuden mukaan. Koneisiin on saatavissa lukuisia eri lisälaitteita, kuten kuvassa 7 näkyvä pääliarkkilaitteisto, jolla on mahdollista kääriä tuotteet pöly- tai vesitiiviiksi. Muita lisälaitteita ovat pahvisten kulmasuojien asettimet ja automaattinen kalvorullanvaihtolaite, jonka avulla koneet voivat toimia keskeytyksettä pitkiäkin aikoja. Koneesta on olemassa myös edullisempi malli OMC-HE vähemmillä optioilla ja kevennetyllä runkorakenteella

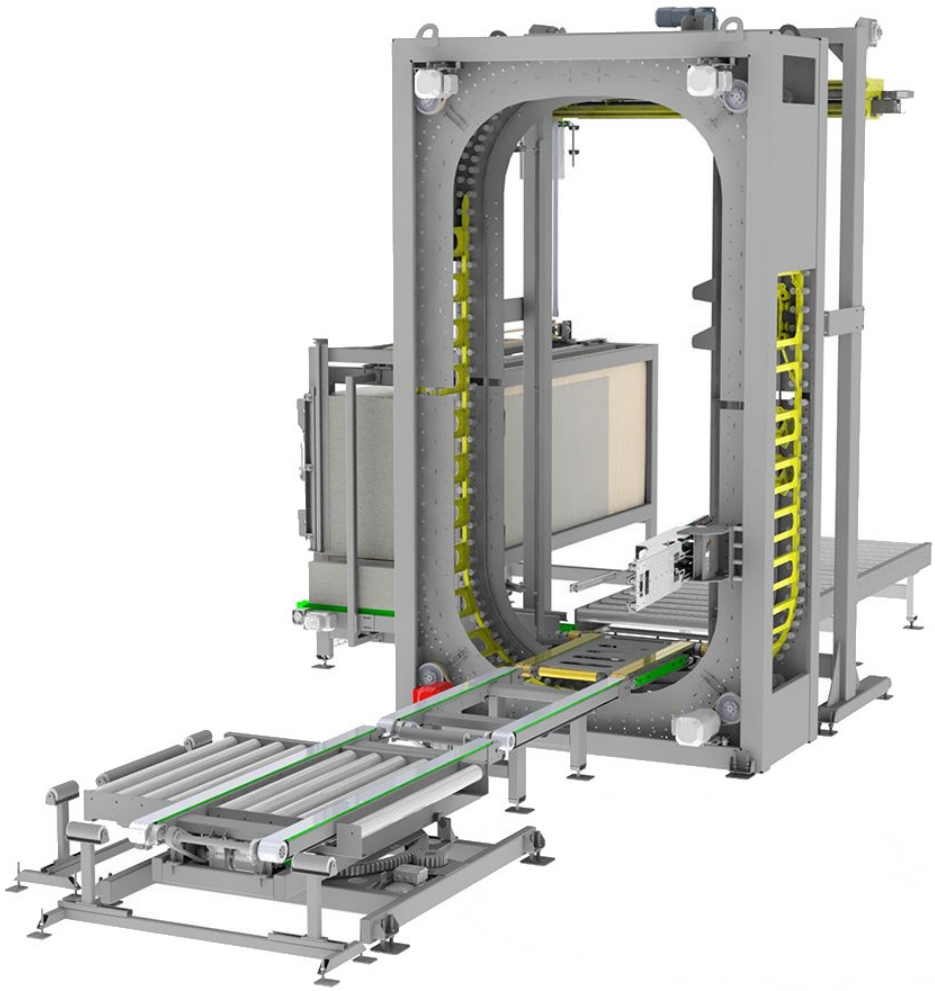
Kuva 7. OMC-H käärintäkone (Octomeca 2020b).

OMC-V käärintäkoneet ovat saanet nimensä vertikaalisesta käärintätyylistä, jossa pakattava tuote ajetaan pystysuuntaisen pyörivän käärintäkehän läpi. Käärintäkehän koko valitaan käärittävän tuotteen mukaisesti. Tuotteet voidaan kääriä joko kokonaan pituutensa suuntaisesti ja spiraalimaisesti ilman välisaumauksia tai vaihtoehtoisesti kone voi kääriä pelkästään erillisiä monikerroksisia pantoja haluttuihin kohtiin. Erillisillä pannoilla saavutetaan vastaavat hyödyt kuin vannehtemiskoneilla, mutta kalvon tuoma joustavuus lisää pantojen kestävyyttä. OMC-V koneita käytetään etenkin huonekalu- ja rakennusteollisuuden projekteissa, joissa käärittävä tuote on monesti ilman alla olevaa kuormalavaa ja tuotteen pituus saattaa olla useita metrejä. Myös OMC-V koneet voidaan varustaa monilla lisävarusteilla. Kuvan 8 OMC-V kone on varustettu pääliarkkilaitteistolla, jolla voidaan suojata tuote myös kauttaaltaan hyödyntäen kuvassa näkyviä keltaisia viikkaimia. Pääliarkki syötetään ennen käärintää verhoksi tuotteen eteen. Tuote ajetaan koneeseen sisälle pääliarkkia samanaikaisesti syöttäen, jolloin pääliarkki kääriytyy käärintäkalvolla tiiviiksi päädyksi ja myös tuotteen päälle. Sivukäärinnän jälkeen tuote ajetaan ulos ja kone syöttää tarvittavan määrän pääliarkkia toiseen päätyyn ennen arkin katkaisua. Tuote peruutetaan takaisin ja pääliarkki kääritään kiinni tuotteeseen.



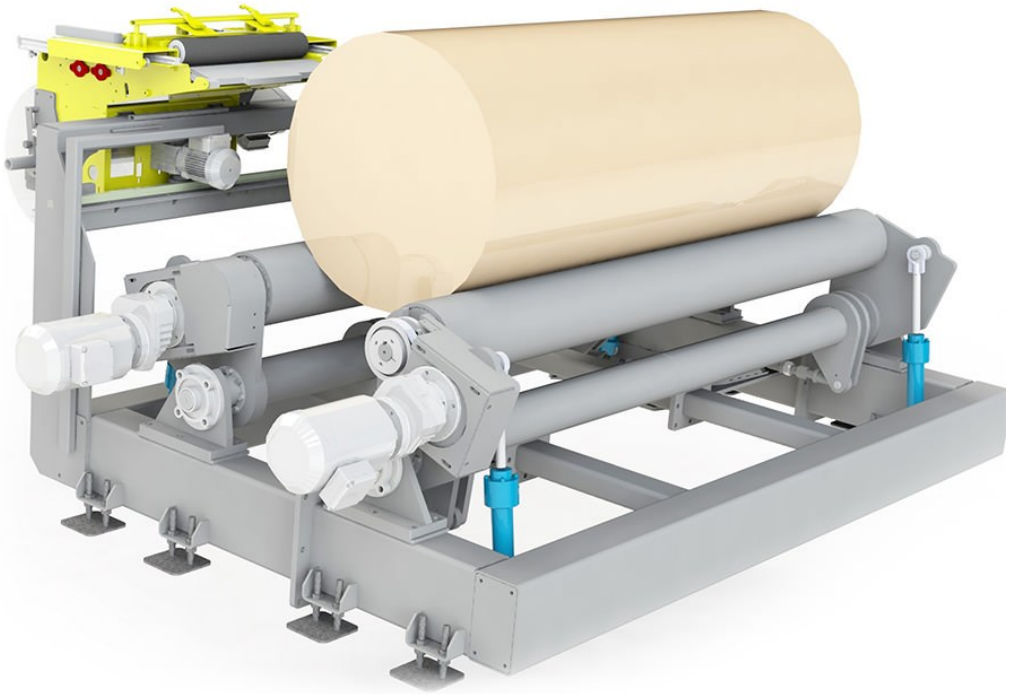
Kuva 8. OMC-V käärintäkone (Octomeca 2020b).

OMC-VO käärintäkone on kehitetty erityisen suurille ja korkeille tuotteille, kuten kevyiden solupolystyreeni eli styroksin käärintään. OMC-VO konemallin patentoitu rakenne mahdollistaan muidenkin haastavien tuotteiden, kuten eristevillapinojen ja kattopeltinippujen käärinnän. Koneen runkoon on asennettu satojen laakereiden rivi, joka muodostaa radan, jota pitkin käärintäkelkka kulkee uretaanilamelleihin kiinnitettynä perinteisen pyörivän kehän sijaan. Nivelletty levyrakenteinen käärintäkelkka kulkee rataa neljän oikosulkumoottorin liikuttamana. Toimintaperiaate perustuu muuten OMC-V koneisiin. Koneet on varustettavissa muun muassa kuvan 9 taka-alalla näkyvällä aluspalikka-asemalla. Asemaan ladataan pino styroksilevyjä, joista kone leikkaa halutun levyisiä palikoita, jotka asetetaan ennen käärintää styroksinipun alle. Styroksinippujen alle ei näin tarvita erillistä puista kuormalavaa trukilla liikuttelua varten. Styroksisten aluspalikoiden sijaan kone voidaan varustaa myös puupalikka-asemalla painavampia tuotteita varten.



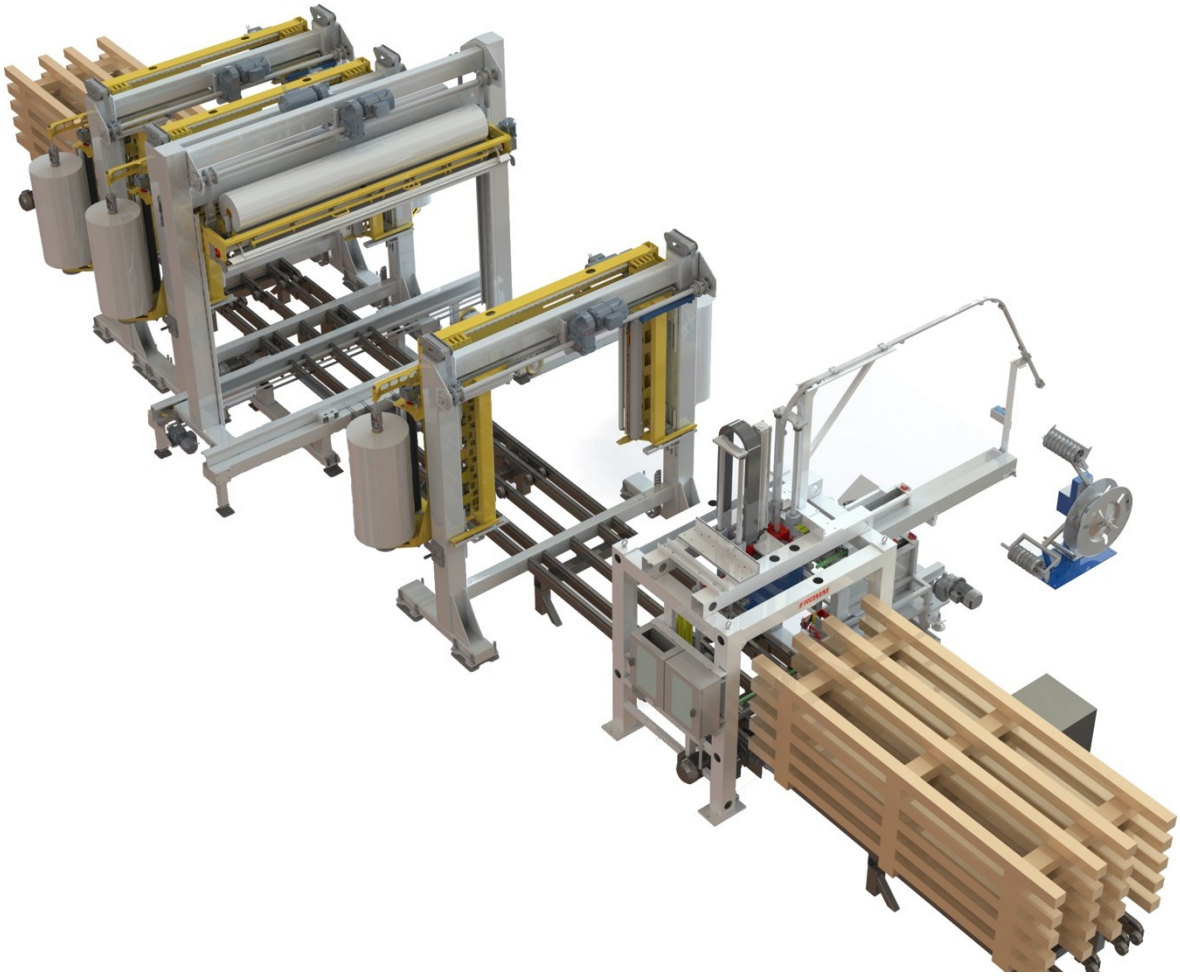
Kuva 9. OMC-VO käärintäkone (Octomeca 2020b).

Paperi-, alumiini-, komposiitti ja teräteollisuuden rullien käärintään on kehitetty OMC-R käärintäkone. Koneella voidaan kääriä joko aksiaalisesti tai radiaalisesti riippuen minkälaiseen ympäristöön se on asennettu. Aksiaalikäärinnässä hyödynnetään OMC-H konetta, jonka käärintäalueen sisälle asennetaan rullan pyörittämiseen tarvittavat telastot. Radiaalikäärinnässä telastojen yhteyteen asennetaan kuvan 10 mukainen lineaarisesti liikkuva kalvonjakokelkka. Rullat tuodaan kuljettimilla telojen väliin, jotka nostavat rullan irti kuljettimesta. Käärinnän aikana rullaa pyöritetään telojen avulla ja samanaikaisesti kalvonjakokelkka limittää käärintäkalvoa sivulla. Jopa useiden tonnien painoisten rullien vuoksi kone on rakennettu rungoltaan erittäin tukevaksi. Koneen telojen nostoliike on toteutettu neljällä hydraulisylinterillä ja erillisellä koneikolla. Koneen yhteyteen voidaan lisätä valinnainen etikettilaitteisto, jossa kuljetinhihna tuo A3-kokoisen etiketin, joka kuumaliimalla kiinnitetään rullan kylkeen ja kääritään kiristekalvolla yli.



Kuva 10. OMC-R käärintäkone (Octomeca 2020b).

Saha- ja metsäteollisuuden käärintätarpeisiin on kehitetty kuvan 11 OMC-CW eli niin sanottu verhokäärintäkone. Kone on täysin Octomecan omaa suunnittelua eikä vastaavia koneita markkinoilta löydy. Käärittävät tuotteet ovat yleensä säännöllisen muotoisia, painavia ja pitkiä puutavaranippuja. Verhokone muodostaa käärittävien tuotteiden eteen kahdella pystykalvolla yhtenäisen verhon, jota päin tuote ajetaan. Verhon ja tuotteen väliin laitetaan myös leveä pääliarkki, jolloin tuote tulee käärittyä kaikkiaan viideltä sivulta. Käärinnän jälkeen kone saumaa kalvot koko kalvonleveydeltä kiinni. Lopputuloksena saadaan kompakti ja roiskevesitiivis pakkaus. Käärittävien tuotteiden mittojen mukaan linjaan voidaan asentaa useita kalvolaitteistoja. Monesti viimeisenä jo kertaalleen kääityn tuotteen päälle laitetaan vielä tuotetta mainostava tai yrityksen logolla varustettu printattu kalvo. Kuvan 11 käärintälinjan yhteyteen on ennen käärintää asennettu vielä Fromm-konsernin vannehtimiskone, jolla puutavaraniput kiristetään tiukaksi pakkaukseksi.



Kuva 11. OMC-CW käärintäkone (Octomeca 2020b).

3 Teollinen käyttöliittymä

Ihmisoperaattorit ovat olleet ja tulevat olemaan jatkossakin hallitsevassa roolissa erilaisia automaatiojärjestelmiä käytettäessä. Mikäli automaatiojärjestelmissä ihminen tai kone ei suorita sille annettuja tehtäviä oikein, on pahimmassa tapauksessa mahdollisuus vakavaan onnettomuuteen. Tämä riski sekä ihmisten ja koneiden erilaiset kyvyt on otettava huomioon automaatiojärjestelmiä suunniteltaessa. Koska koneilla on taipumusta suorittaa niille annetut tehtävät täsmällisesti ja ihmisiä tarkemmin tulisi suunnittelun painoarvo olla enemmän operaattoreiden puolella. Operaattoreiden toiminta riippuu monimutkaisemmista tekijöistä, kuten psykologisista, henkisistä tai fyysisistä tekijöistä. Ihmisen ja koneen välisen käyttöliittymäsuunnittelun on osoitettu vaikuttavan merkittävästi tekijöihin, kuten oppimisaikaan, suorituskykyyn, nopeuteen, virheiden määrään ja käyttäjätyytyväisyyteen. Vaikka hyvä käyttöliittymäsuunnittelu voi johtaa merkittäviin parannuksiin operaattoreiden tuottavuudessa, huono suunnittelu saattaa ajaa käyttäjät pois laitteen luota. (Tzafestas 2010.)

Ihmisen ja koneen välinen rajapinta (Human Machine Interface) eli lyhyesti HMI tarjoaa käyttöliittymän kaikki ne elementit, joilla käyttäjät antavat ohjauskomentoja ja saavat palautetta laitteen tai järjestelmän toiminnasta kosketuksen, näköaistin tai kuuloaistin avulla. HMI laitteet keräävät järjestelmien toiminnasta dataa, huolehtivat käyttäjävalvonnasta ja ilmoittavat koneen virhetiloista hälytysten ja varoitusten avulla. Myös tiedonsiirto eri verkotettujen järjestelmien, kuten materiaalikäsittely- tai toiminnanohjausjärjestelmien kanssa sisältyy useasti nykyaikaisiin käyttöliittymiin. Käyttöliittymä on tärkein ihmisen ja käytettävän teknologian, koneen tai prosessin välinen yhteyspiste ja sen ydintehtävä on tehdä operaattoreiden työstä helpompaa ja tehokkaampaa. Pelkkien koneen ohjaustoimintojen lisäksi käyttöliittymän tulee antaa palautetta käyttäjien toimista ja koneen tehokkuudesta. Hyvin suunniteltu järjestelmä tukee käyttäjän suorittamaa tehtävää ja lisää operaattoreiden itseluottamusta ja tuottavuutta konetta käytettäessä. Käyttöliittymää usein arvioidaankin ensisijaisesti sen käytettävyyden kannalta. Koska käyttöliittymä mahdollistaa suoran yhteyden ihmisen ja koneen välille muodostuu sen avulla mielikuva koko koneen tai prosessin laadusta. Yhdistelemällä laadukkaan muotoilun ja nykyaikaisen tyylin ergonomiseen ja intuitiiviseen käyttöön voi luoda optimaalisen käyttäjäkokemuksen, jolla saavutetaan asiakkaan tyytyväisyys käytettävään laitteeseen. (EAO AG 2020.)

3.1 Käyttöliittymä teollisessa ympäristössä

Riippuen sovelluksen tai laitteiston vaatimuksista ja teollisuuden alasta käyttöliittymät koostuvat hyvin pitkälti sähkömekaanisista komponenteista, kuten painikkeista, kiertokytkimistä, merkkivaloista, äänimerkeistä sekä pienistä numeronäytöistä aina monipuolisiin graafisiin kosketusnäyttöihin. Joissakin sovelluksissa on mahdollista käyttää hyvinkin intuitiivisia kapasitiiviseen kosketusnäyttöön perustuvia käyttöliittymiä, joita käyttäjät ovat tottuneet esimerkiksi puhelimissa käyttämään. Esimerkiksi Apple iPhone puhelimista tuttu kapasitiiviseen kosketusnäyttöön perustuva käyttöliittymä on asettanut standardit tämän päivän käyttöliittymäsuunnittelulle. Applen mobiilituotteiden käyttäminen on käyttäjille nykyään jo niin itsestään selvää, että laitteiden mukana ei enää edes toimiteta käyttöohjeita. Applen koko markkinointistrategia perustuukin erittäin laadukkaaseen ja innovatiiviseen käyttäjäkokemukseen, joka myy yhtiön valmistamia tuotteita itsestään vuosi vuodelta uskomattomia kappalemääriä. (Das, Vijaykumar & Chok 2024.) Teollisuudessa vastaava käyttöliittymä ei aina kuitenkaan ole se paras mahdollinen vaihtoehto. Esimerkiksi koneiden, joiden ohjauspainikkeilla hallitaan nopeita ja tarkkoja liikkeitä, yksinkertainen joystick-ohjaus on monesti käyttäjälle helpompi kuin kapasitiivisen kosketusnäytön käyttäminen. Perinteiden joystick ohjaimen tarjoamaa tunto- ja ohjauspalautetta on vaikea tehdä paremmaksi. Tärkeimpänä sääntönä voidaan pitää, että valittava teknologian tulee sopia suunniteltavaan applikaatioon. Turvallisuus, ergonomia, komponenttien ominaisuudet, kansainväliset vaatimukset ja määräykset sekä joukko muita suunnittelun rajaehtoja täytyy tarkastaa tekniikkaa valittaessa. (EAO AG 2020.)

Käyttöliittymäsuunnittelulla on iso vaikutus koneen turvalliseen käytettävyyteen. Tämän vuoksi on ensiarvoisen tärkeää ymmärtää, kuka konetta tulee pääasiassa operoimaan ja minkälaisessa ympäristössä operaattori tulee toimimaan. Onko käyttäjä aloittelija, joka ei välitä koneen toiminnasta vai onko hän kiinnostunut ja utelias, joka haluaa oppia ekspertiksi koneen käytössä? Mikä on käyttäjien rooli, sillä käyttöliittymän sisältö tulee kohdistaa oikein sitä käyttävään käyttäjäryhmään. Koneen operaattoria ei välttämättä kiinnosta koneen tuotannon tehokkuusluvut, jos hänen ainoa tehtävänsä on käyttää konetta. Operaattoreilta on lisäksi monesti evätty mahdollisuus säätää koneen asetuksia ja parametreja, joka vähentää virheitä ja kokeiluista johtuvia laatupoikkeamia. Operaattorin työtä voi edesauttaa tekemällä käyttöliittymään älykkäitä toimintoja, jotka helpottavat operaattoreiden päätöksentekoa

konetta käytettäessä. Vastaavasti tuotantolinjan esihenkilön ei tarvitse työssään koneen käsiajopainikkeita, vaan hän haluaa todennäköisesti tarkistaa voiko koneen tuottavuutta parantaa esimerkiksi seisokkiaikaa lyhentämällä. Tuotannon esihenkilön tehtäviin voi kuulua myös koneella valmistettavien tuotteiden laadunvarmistus ja silloin hänelle monesti annetaan oikeus muuttaa koneen salasanoilla suojattuja asetuksia. Erikoiskoulutetuille huollon- ja valmistajan edustajille avataan yleensä käyttöliittymän kaikki toiminnot ja sellaiset huolto-ominaisuudet mitä operaattorit eivät voi turvallisesti käyttää. Koneen tarjoama diagnostiikka tulee näille käyttäjille olla maksimissaan. Voidaankin todeta, että koneen tarjoama palaute vaihtelee suuresti eri käyttäjäryhmille. Palaute on kaikille käyttäjille ensiarvoisen tärkeää, koska se vaikuttaa suoraa henkilön tehokkuuteen. Saatu palaute voi olla tekstiä, visuaalisia kuvakkeita ja merkkivaloja, ääniä sekä näiden yhdistelmiä mikä sovelluksessa kulloinkin parhaaksi katsotaan. Palaute on välttämätöntä sovelluksissa, joissa käyttäjän tekemään ohjausliikkeeseen ei sisälly mekaanista liikettä, kuten esimerkiksi kosketusnäytöissä, joissa ei ole liikkuvia osia. Palaute on vahvistus valitusta toiminnasta. Haastavissa sovelluksissa ohjelmoitavien kosketusnäyttöjen merkitys kasvaa kuitenkin entisestään, koska niiden avulla voidaan monimutkaistakin prosessia tehdä käyttäjilleen helpommaksi ja yksinkertaisemmaksi. (EAO AG 2020.)

Loppukäyttäjien tuntemisen lisäksi yhtä tärkeää on selvittää minkälaisessa käyttöympäristössä konetta tullaa käyttämään. Monessa työpaikassa operaattorit ovat velvollisia hygienia- tai turvallisuussyistä käyttämään esimerkiksi työhansikkaita. Tällöin on huomioitava, että sekä mekaanisten painikkeiden että kosketusnäytön painikkeiden koot tukevat koneen käyttämistä hansikkaat kädessä. Operaattorit altistuvat työssä monesti myös pölylle, melulle sekä auringon tai muiden valonlähteiden häikäisylle, jotka eivät saa vaikeuttaa koneen käyttämistä. Merkkivalojen on oltava riittävän näkyviä, jotta ne erottuvat muista valoärsykkeistä sekä äänimerkkien riittävän voimakkaita, jotta ne kuullaan mahdollisten kuulosuojauksienkin lävitse. Eri aisteja yhdistelemällä saadaan varmemmin kiinnitettyä operaattoreiden huomio. (EAO AG 2020.) Eräs isoimmista ongelmista teollisissa käyttöliittymissä on väärät painallukset tai painallukset, joita oikeasti ei edes ollut tarkoitus painaa.

3.2 Mikä ohjaa käyttöliittymäsuunnittelua teollisuudessa?

Teollisuudessa käyttöliittymäsuunnittelua ohjaavat useat tekijät, jotka poikkeavat merkittävästi esimerkiksi kuluttajateknologian käyttöliittymäsuunnittelusta. Teollisten käyttöliittymien kehitystä ohjaa erityisesti koneiden turvallisuus, käytettävyys ja käytön tehokkuus. Käyttöliittymien on tuotettava käyttäjälle tarvittava informaatio nopeasti ja luotettavasti, jotta tuotannon häiriöihin tai käyttäjäturvallisuuden virhetilanteisiin voidaan reagoida nopeasti. Teollisuusympäristöille on erityistä, että eri laitejärjestelmät ovat vanhanaikaisia, eivätkä siten tue uusimpia teknologioita. Näitä edelleen toiminnassa olevia järjestelmiä ei voida aina korvata tai päivittää helposti, jolloin uudetkin käyttöliittymät on rakennettava vanhojen teknologioiden kanssa yhteensopiviksi. On hyvin tyypillistä, että asiakkailla on isot varaosavarastot tietyn komponenttivalmistajan tuotteita, joita halutaan hyödyntää mahdollistaen helpon korvattavuuden vikatilanteissa. (Macaulay & Singer 2016.)

Teollisuuden standardit, kuten SFS-EN 61508 (Sähköisten/elektronisten/ohjelmoitavien elektronisten turvallisuuteen liittyvien järjestelmien toiminnallinen turvallisuus), ohjaavat laitevalmistajia toiminnalliseen turvallisuuteen etenkin kriittisillä aloilla kuten energia-, lääke- ja liikennesektoreilla. Nämä eri standardit määrittelevät millaisia käyttöliittymäelementtejä, värityksiä ja toimintoja käyttöliittymissä voidaan hyödyntää. Käyttöliittymäsuunnittelussa on myös erityisen tärkeää huomioida loppukäyttäjien erilaiset koulutustasot. Käyttöliittymät täytyy olla helposti ymmärrettäviä ja loppukäyttäjältä ei voida vaatia erityisosaamista koneiden turvallinen käytön mahdollistamiseksi.

Myös laitteiden operaattorit rajoittavat käyttöliittymien kehitystä. Joillakin asiakkailla on tunnistettavissa muutosvastarintaan uutta kohtaan, etenkin jos operaattorit ovat tottuneita koneiden logiikkaan, painikkeiden järjestykseen tai toimintamalleihin. Uudet käyttöliittymät voivat olla jopa haitaksi tehokkaalle tuotannolle, jos sen omaksuminen vaatii liikaa aikaa. Useissa kohteissa koneiden operoiminen ei ole operaattoreiden päätehtävä vaan pakollinen sivutoimi. Koneet ovat pidettävä käynnissä oman päätehtävien ohella ja usein jäävät siten vähemmälle huomiolle.

Teollisuudessa yleisesti käytettävät käyttöliittymät rakentuvat vanhojen SCADA- tai HMI-järjestelmien päälle, joissa on rajalliset mahdollisuudet. Uudet IoT (Internet of things), pilvi- ja laskentapalvelut ovat vasta viime vuosina alkaneet kunnolla yleistyä teollisuudessa, eikä näiden teknologioiden integrointi vanhoihin järjestelmiin ole aina yksinkertaista. Lisäksi

teollisuuden vaatimukset reaaliaikaisuudesta, luotettavuudesta ja kyberturvallisuudesta tekevät käyttöliittymäsuunnittelusta monimutkaisempaa kuin mobiili- ja kuluttajaelektroniikan laitteissa, joissa käyttöliittymäpäivityksiä voidaan julkaista nopeasti langattomina OTA-päivityksinä. Teollisuudessa tehdasverkot ovat tiukasti vartioituja ja kokemuksemme mukaan on usein todella vaikeata saada avattua tehdasverkkoa ulkomaailmaan, edes etätukea varten.

Teollisten käyttöliittymien kehitysrytmi onkin hyvin erilainen kuin kuluttajateknologioissa. Mobiilisovelluksia voidaan päivittää viikoittain käyttäjäpalautteen pohjalta, mutta teollisten järjestelmien uudistukset ovat harvinaisia, vaativat usein ohjelmoitsijan vierailun koneen luona paikan päällä ja saattavat viedä aikaa kuukausia tai jopa vuosia. Myös teollistenkäyttöliittymien päivityskynnys on korkea. Nämä järjestelmät ovat monesti toiminnassa 24/7 eikä käyttökatkoksia voida sallia. Muutokset on tarkkaan suunniteltava ja hyväksytettävä asiakkaan kanssa. Käyttökatkokset näkyvät suoraan tehtaiden tuloksessa.

Valmistavasta teollisuudesta poiketen autoteollisuus on osittain onnistunut yhdistämään kuluttajateknologian ketteryyden, turvallisuuden sekä käytettävyyden. Esimerkkeinä valmistajista mainittakoon Tesla, BMW ja Volvo, jotka jokainen erottuvat autojen käyttöliittymillään edukseen monista muista merkeistä. Nämä automerkit noudattavat tiukkoja turvallisuusvaatimuksia, mutta samalla käyttöliittymäkokemus muodostaa ison osan automerkkien brändistä ja kilpailukyvystä. Teslan kohdalta voidaan jopa todeta, että se toimii kuten ohjelmistoyritykset: käyttöliittymää kehitetään jatkuvasti, päivityksiä, parannuksia ja uusia ominaisuuksia muokataan käyttäjäkokemuksen ja palautteiden pohjalta. Päivityksiä jaetaan loppukäyttäjille kuukausittain ilmaisina päivityksinä, jotka tuottavat selkeää lisäarvoa vanhempiinkin autoihin. Näin varmistetaan tyytyväinen käyttäjäkokemus ja luodaan positiivista polkua seuraavan auton hankinnalle. (Ahmad, Singari & Bhandarkar 2024.)

Yhteenvetona voidaan todeta, että teollisuuden käyttöliittymäsuunnittelua ohjaa turvallisuus, käytettävissä oleva teknologia, käytettävyyden maksimointi sekä tietynlainen hitaus verrattuna kuluttajateknologian kehitysnopeuteen.

3.3 Käyttöliittymien kehitys höyrykoneista älyteknologiaan

Viimeisen reilun 200 vuoden teollistumisen aikana koneiden käyttöliittymät ovat kokeneet merkittäviä muutoksia ja tapa, miten ihminen ja kone toimivat yhdessä, on muuttunut useasti. Höyrykoneiden yleistyessä ensimmäinen teollisen vallankumouksen aikaan 1700–1800 luvulla, näiden koneiden ohjaus perustui monesti mekaanisiin vipuihin ja venttiileihin. Ohjaaminen vaati fyysistä voimaa ja toiminnot oli ajoitettava tarkasti. Työt helpottuivat toisen teollisen vallankumouksen ja sähköistymisen aikakaudella 1800-luvun loppupuolella, kun raskaat työt voitiin korvata sähkömekaanisilla ohjauksilla. Koneet sisälsivät erilaisia painikkeita ja kytkimiä sähkömoottorien tehdessä raskaat ohjaustyöt. Työ muuttui näin myös turvallisemmaksi, kun se voitiin suorittaa kauempana koneista. Kolmannella teollisella vallankumouksella 1950-luvun jälkeen elektroniikka ja tietotekniikka yleistyivät ja muuttivat käyttöliittymiä käyttäjäystävällisimmiksi. Käyttöliittymät sisälsivät jo tekstinäyttöjä, jotka myöhemmin vaihdettiin graafisiin käyttöliittymiin, joita voitiin ohjata hiiren avulla. (Santhi & Muthuswamy 2023.)

2000-luku toi mukanaan digitalisaation ja neljännen teollisen vallankumouksen, jossa koneet, ohjelmistot, data muodostavat yhteisen tietoverkon ihmisten kanssa. Esineiden internet (IoT) tuo ohjauspaneelit ja käyttöliittymät etänä käyttäjien mobiililaitteille, jolloin koneita ei tarvitse ohjata enää paikallisesti. Koneiden fyysisistä painikkeista ja mittareista on jo monessa paikassa luovuttu ja tilalle ovat tulleet mobiililaitteista tutut kosketusnäytöt. Tarvittavat tiedot nähdään reaaliaikaisesti ja käyttöliittymää voidaan muokata käyttäjien mukaan. Vaikka teollisuus on vasta pääsemässä vauhtiin neljännen vallankumouksen tuomien teknologioiden kanssa, viidennestä vallankumouksesta, Teollisuus 5.0 puhutaan jo laajasti. Käyttöliittymien murros vie niitä kohti ihmisläheisempää ja yhteistyöhön perustuvaa aikakautta. Cobotit, tekoäly, digitaaliset kaksoset, AR- ja XR-sovellukset lähentävät ihmisiä ja koneita niin, että ne toimivat jatkossa jo täysivertaisina kumppaneina. Tavoitteena ei ole enää pelkästään työn tehostaminen, vaan tehdä teknologiasta entistä helpommin lähestyttävää ja turvallisempaa. (Santhi et al. 2023.)

Octomecan käyttöliittymän kehityksessä on tavoitteena hyödyntää modernien teollisuusjärjestelmien parhaita piirteitä, mutta samalla säilyttää järjestelmän yksinkertaisuus, luotettavuus ja helppo ylläpito. Seuraavissa kappaleissa pureudutaan tarkemmin siihen miltä tämä käytännössä näyttää Octomecan ratkaisussa.

4 OMC-käärintäkoneiden käyttöliittymän nykytila ja kehitystarpeet

Tässä luvussa tarkastellaan OMC-käärintäkoneiden käyttöliittymän nykytilaa useasta eri näkökulmasta. Tavoitteena on muodostaa kokonaiskuva siitä, millaisia ohjauskomponentteja ja käyttöperiaatteita käyttöliittymä sisältää, sekä arvioida sen vahvuuksia ja kehitystarpeita eri käyttäjäryhmien kannalta. Tarkastelu kattaa niin teknisen rakenteen kuin käyttöliittymän käytettävyyden, ohjelmoitavuuden ja liiketoiminnalliset näkökulmat.

Käyttöliittymä toimii keskeisenä rajapintana operaattorin ja käärintäkoneen välillä, ja sen suunnittelulla on merkittävä vaikutus tuotannon tehokkuuteen, koneen turvalliseen käyttöön ja siitä saatavaan käyttäjäkokemukseen. Samalla käyttöliittymä heijastaa OMC:n teknologista tasoa ja brändimielikuvaa asiakkaiden suuntaan, minkä vuoksi sen laatu ja käytettävyys on myös yrityksen myynnin ja markkinoinnin kannalta keskeisiä tekijöitä.

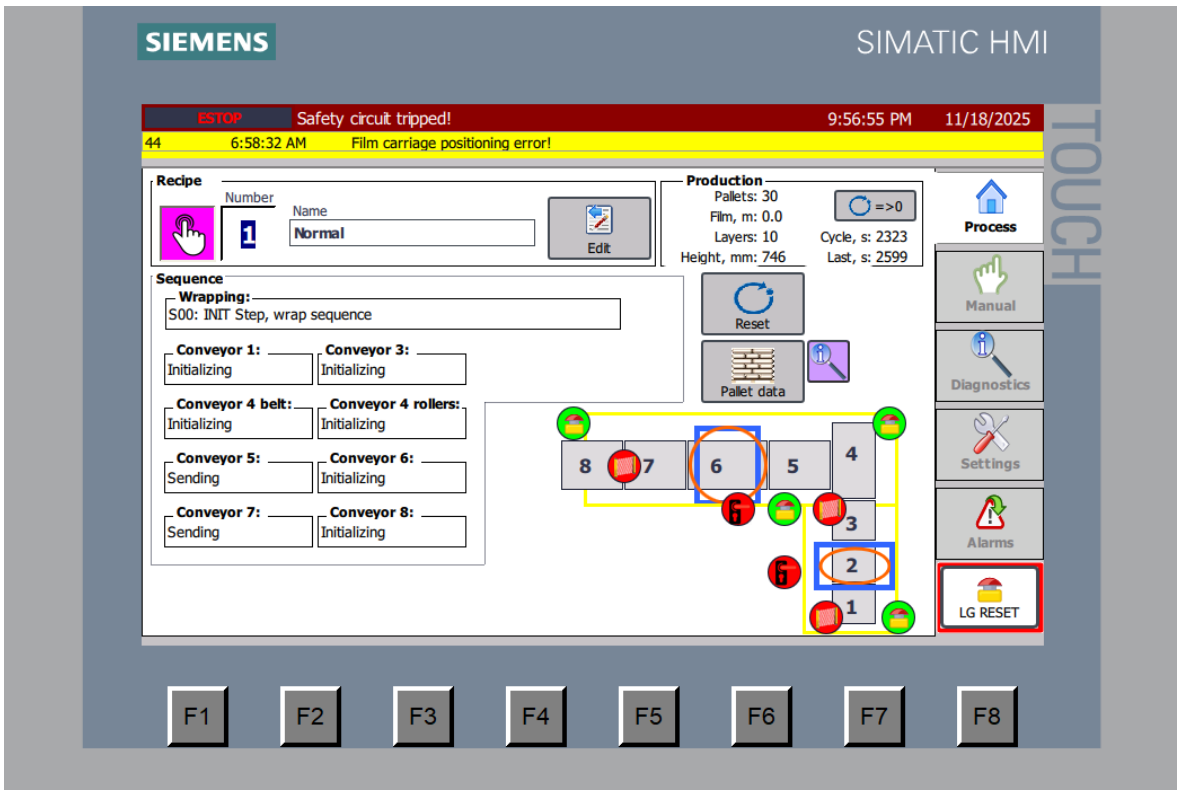
Luvun alussa esitellään käyttöliittymän ohjauskomponentit. Seuraavaksi tarkastellaan käyttöliittymää operaattoreiden näkökulmasta keskittyen käytettävyyteen, työn sujuvuuteen ja häiriötilanteiden hallintaan. Tämän jälkeen käsitellään myynnin ja markkinoinnin näkökulmaa, jossa tarkastellaan käyttöliittymän vaikutusta asiakaskokemukseen, brändiin ja koneen myytävyyteen. Lopuksi esitetään Octomecan ohjelmoitsijoiden näkökulma, jossa pureudutaan ylläpidettävyyteen ja teknisiin rajoitteisiin.

4.1 Käyttöliittymän ohjauskomponentit

Octomecan käärintäkoneiden käyttöliittymä on hyvin pelkistetty ja keskittyy perustoimintojen hallintaan. Käyttöliittymä koostuu ainoastaan kuvassa 12 näkyvästä sähkökeskuksen oveen upotetusta yhdeksän tuumaisesta Siemensin KTP900 Basic -kosketusnäytöstä. Näytön alareunassa on kahdeksan kalvopainiketta, joista viiteen on ohjelmoitu koneen keskeisimmät ohjaustoiminnot. F1 painike käynnistää ja F2 pysäyttävät koneen automaattisen käärinnäntoiminnon. F4 ja F5 painikkeet mahdollistavat koneen ohjaamisen manuaalitilassa esimerkiksi huollon tai koneen säätämisen aikana. F8 painike toimii häiriönkuittauksena.

Näytön alapuolelle on lisäksi sijoitettu hätäseis-painike ja koneen päävirtakytkin. Sijoittelu sähkökeskuksen oveen mahdollistaa koneen pysäyttämisen nopeasti ja huoltotöiden tekemisen turvallisesti jännitteettömänä. Suuremmissa projekteissa hätäseis-painikkeita on useampia, jotta turvamääräyksien maksimietäisyydet lähimpään hätäseis-painikkeeseen eivät ylity. Sähkökeskuksen katolla on vielä erillinen kaksivärinen valomajakka kuvaamassa koneen toimintatilaa. Vihreä valo palaa koneen ollessa automaattitilassa ja punainen kuvaa häiriötilannetta.

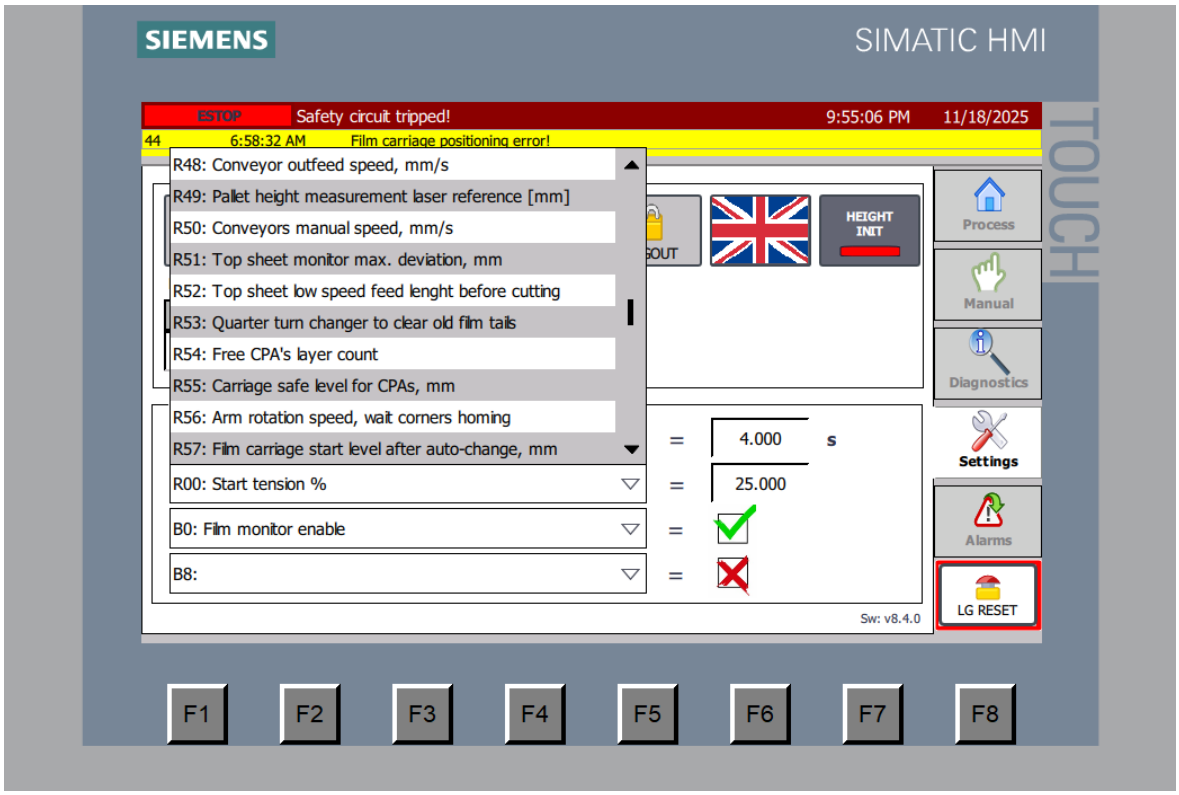
Käyttöliittymä on pysynyt lähes muuttumattomana jo yli kymmenen vuoden ajan. Sen rakenne ja toiminnot edustavat aikakautensa automaatiotekniikkaa. Kosketusnäytön resoluutio ja graafinen suorituskyky on vaatimaton, eikä resistiiviseen näyttöpaneelin perustuva kosketusnäyttö tue esimerkiksi useamman sormen samanaikaisia ohjauksia.



Kuva 12. Octomecan käärintäkoneen käyttöliittymä.

Siemensin KTP-sarjan paneelit ovat tulleet markkinoille jo vuonna 2014 ja edustavat Basic-sarjan kosketusnäyttöjen toista sukupolvea. Näyttöä on saatavana neljässä kokoluokassa 4,

7, 9 ja 12 tuumaa, joista Octomecalla on vakiona 9 tuumainen malli käytössä. Isommissa projekteissa, joissa on kaksi käärintäkonetta samassa näytössä tai paljon kuljettimia, on hyödynnetty myös 12 tuumaista mallia. Kuvassa 13 nähdään käärintäkoneen järjestelmäparametrien lista, joka on vuosien saatossa paisunut ja on nykyisellään liian sekava. Samaan asiaan liittyvät parametrit eivät ole peräkkäin ja parametrien nimet ovat monesti sekavia.



Kuva 13. KTP900 käyttöliittymän asetussivut.

4.2 Operaattoreiden näkökulma

Hyvä käyttäjäkokemus on yksi tärkeimmistä tavoitteista teollisuusautomaation käyttöliittymien suunnittelussa. Käyttäjäkokemus vaikuttaa suoraan työtyytyväisyyteen, tehokkuuteen ja jopa asiakasuskollisuuteen. Huono käyttäjäkokemus ohjaa asiakkaita etsimään vaihtoehtoisia toimittajia. Käyttäjäkokemusta ja tyytyväisyyttä selvitetään tyypillisesti kyselyiden ja haastatteluiden avulla. Tällaiset menetelmät soveltuvat hyvin palautteen keräämiseen käyttöliittymän hyvistä ja huonoista puolista.

Octomecan käärintäkoneiden nykyisen käyttöliittymän arvioinnissa ei kuitenkaan nähty tarpeelliseksi toteuttaa erillistä kyselytutkimusta eri asiakkaiden operaattoreille. Yrityksen johdon mukaan käyttöliittymän kehitystarpeet olivat jo hyvin tiedossa vuosien varrella kertyneen kokemuksen perusteella. Koneiden asennusten, huoltojen ja käyttöönottojen yhteydessä on kuunneltu asiakkaiden kokemuksia ja kerätty palautetta talteen. Näitä tärkeitä tietoja pidettiin riittävän kattavina ja luotettavana kuvaamaan juuri operaattoreiden näkökulmaa. Lisäksi päätös olla tekemättä erillistä kyselyä säästi aikaa ja resursseja.

Kerätyn palautteen perusteella operaattorit pitävät nykyistä käyttöliittymää yksinkertaisena ja nopeana käyttää, mikä on tärkeää teollisuudessa. Koneen kosketusnäyttö reagoi painalluksiin nopeasti ja antaa vielä äänipalautteen kosketuksista. Automaatti- ja manuaalikäyttötilat ovat helppo erottaa toisistaan näytön vihreän indikaattorin ja valomajakan valon avulla. Aktiivinen hälytys näkyy selkeästi keltaisena bannerina näytön yläreunassa ja hälytysten kuittaus koetaan myös helpoksi painamalla yhtä nappia oikeassa alakulmassa. Kone normaalia päivittäistä käyttöä kuvaillaan helppokäyttöiseksi.

Palautteista on kuitenkin löydettävissä toistuvia puutteita ja kehityskohteita, joista tyypillisempiä ovat seuraavat:

1. Koneen pysähtyminen ilman selkää syytä. Käyttöliittymä ei aina ilmoita mitään häiriötä, vaikka kone on pysähtynyt eikä käyttäjille ole tarjolla tietoa, miten tilanteesta päästään eteenpäin. Tämä aiheuttaa turhautumista ja tarpeetonta seisokkiaikaa.

2. Liian tekniset häiriöilmoitukset. Hälytystekstit ovat kirjoitettu hyvin insinöörimäisesti, eikä häiriön syy ole välttämättä operaattorille selvää. Lisäksi häiriöilmoituksissa nähtävät eri laitteiden komponenttitunnukset ovat osittain virheellisiä.

3. Heikkolaatuiset käännökset. Käyttöliittymän käännökset on toteutettu ulkopuolisen käännöstoimiston puolesta. Tekniset termit teksteissä eivät aina ole kääntäjille selviä ja käännöksistä voi tulla hassuja ja harhaanjohtavia vierailla kielillä.

4. Ohjeistuksen puute. Käyttöliittymä ei tarjoa opetaattoreille toimintaohjeita tai opastusta muun muassa häiriötilanteissa.

5. Toimintojen varmistuspuutteet. Monet tärkeät toiminnot kuten reseptin tallennus tapahtuu ilman varmistamista. Tämän takia reseptin voi helposti tallentaa vahingossa väärällä numerolla.

6. Epäselvät painikkeet ja termit. Esimerkiksi osa käsiajopainikkeiden teksteistä on vaikeaselkoisia eivätkä ne kuvaa ohjattavaa toimintoa.
7. Sekavat parametrilistaukset. Parametrit ovat sekalaisessa järjestyksessä pitkässä listassa eikä kaikkia parametreja ole edes käytössä, vaikka ne ovat listattuina.
8. Näyttö on pieni ja ahdas. 9 tuuman näytölle on jouduttu sijoittamaan paljon toimintoja, jonka vuoksi painikkeiden koko on liian pieni.
9. Käyttöohjeiden riittämättömyys. Käyttöohjeet ovat lähinnä esitys käyttöliittymän eri sivuista, eikä niistä ole juurikaan apua koneen käytön opettelussa.

Myös tiettyjen päivittäisten toimenpiteiden, kuten koneen nollaus koetaan turhan vaikeaksi. Toiminto vaatii useita peräkkäisiä painalluksia ja operaattorin pitää vielä ymmärtää laittaa kone automaatille ilman mitään ohjeistusta. Kun koneen perustoiminnot oppii, on käyttöliittymää suhteellisen nopea käyttää ja tämä on saanut kiitosta operaattoreilta. Yhteenvetona voidaankin todeta, että käyttöliittymä on riittävän yksinkertainen ja nopea käyttää, mutta samalla siinä on paljon kehitettävää etenkin tilannetietoisuuden kanssa. Käyttöliittymä ei ehdota tai neuvo käyttäjäänsä, eikä myöskään anna mitään palautetta useimmista toiminnoista.

4.3 Myynnin ja markkinoinnin näkökulma

Octomecan myynnistä ja markkinoinnista vastaavaa näkökulmaa edustaa toimitusjohtaja Janne Koskelan haastattelu, joka suoritettiin Naantalissa syyskuussa 2025. Hän vastaa myös yrityksen myynnistä. Octomeca on osa Fromm-konsernia, jossa se toimii yhtenä konsernin tuotekehitys- ja valmistusyksiköistä. Yrityksen myynti muodostuu useista kanavista: osa kaupoista syntyy suoraan pitkäaikaisilta asiakkailta, jotka luottavat Octomecaan toimittajana kerta toisensa jälkeen, osa jälleenmyyjien ja linjaintegraattoreiden välityksellä, ja osa Fromm-konsernin oman myyntiorganisaation kautta. Tässä yhteydessä Koskela edustaa koko myyntiorganisaation näkemystä, koska hänen mukaansa konsernin myynnin ja markkinoinnin linjaukset ovat varsin yhtenäiset, eikä tämän diplomityön puitteissa ollut tarpeen kerätä erillisiä näkemyksiä muilta myyjiltä (Koskela 2025).

Haastattelun perusteella käyttöliittymä ei itsessään muodosta varsinaista kilpailuetua, mutta sillä on keskeinen rooli koneen laatuvaikutelman ja käytettävyyden kannalta. Nykyinen

käyttöliittymä on toiminnallisesti luotettava, mutta visuaaliselta ilmeeltään vanhentunut, mikä antaa asiakkaille hieman taantuneen kuvan Octomecan teknologisesta tasosta. Vaikka käyttöliittymä ei yksinään ratkaise kauppoja, se vaikuttaa asiakkaan kokonaisvaikutelmaan erityisesti kilpailutilanteissa.

Asiakkaat eivät haastattelun perusteella ole valmiita maksamaan erikseen modernista käyttöliittymästä, vaan vanhentunut järjestelmä koetaan enemmänkin myyntiä haittaavana tekijänä. Käyttöliittymä nähdään tärkeänä osana kokonaisuutta, joka vaikuttaa kokemukseen koneen käytettävyydestä ja valmistajan osaamisesta. Käytön helppous ja visuaalisuus nousevat keskeisiksi ominaisuuksiksi, joiden avulla OMC voi vahvistaa kilpailukykyä ja erottua markkinoilla.

Haastattelussa korostettiin, että uuden käyttöliittymän tulisi olla yhteneväinen läpi OMC konemalliston, jotta operaattoreiden olisi helppoa käyttää mitä tahansa Octomecan valmistamaa käärintäkonetta. Yhtenäinen ja modulaarinen käyttöliittymä kaikissa OMC koneissa helpottaa myös koneiden huoltoa ja vähentää ohjelmiston ylläpitotyötä. Modernimpaa käyttöliittymää voitaisiin osittain myös hyödyntää markkinointivälineenä tuote-esitteissä, verkkosivuilla tai pakkausmessuilla.

Nykyinen käyttöliittymä todetaan olevan visuaalisuuden ja käytettävyyden mittareilla monia kilpailijoita jäljessä, sillä monet alan toimijat ovat jo siirtyneet modernimpiin HMI-ratkaisuihin. Uudistaminen ei siten tarjoa suoraa kilpailuetua kilpailijoihin nähden, vaan on enemminkin välttämätön toimenpide kilpailukyvyn ja uskottavuuden säilyttämiseksi. Moderni käyttöliittymä mahdollistaisi lisäksi elinkaaripalveluiden, etävalvonnan ja huoltotietojen integroinnin paremmin osaksi käyttöliittymää, mikä tukisi koneiden jälkimarkkinoiden kehittämistä tuoden lisää huoltobisnestä.

Kokonaisuutena käyttöliittymän uudistaminen nähdään tärkeänä toimenpiteenä, jolla varmistetaan Octomecan asema teknisesti uskottavana toimijana kansainvälisillä markkinoilla (Koskela 2025).

4.4 Ohjelmoitsijoiden näkökulma

Ohjelmoitsijoiden näkökulma nykyiseen käyttöliittymään toteutettiin sisäisenä asiantuntija-arviointina Octomecan kuuden hengen automaatiotiimin keskuudessa. Heillä kaikilla on erittäin pitkä kokemus HMI-kehityksestä ja TIA Portal -ohjelmointiympäristön käytöstä. Arvioinnin tavoitteena oli tunnistaa käyttöliittymän rakenteellisia, teknisiä ja ylläpidollisia haasteita sekä selvittää, millaisia parannuksia ohjelmoijat pitävät tärkeimpinä uuden käyttöliittymän kehitystyössä.

Käyttöliittymän nykyinen pohja on ollut käytössä jo pitkään ja se on yleisilmeeltään ja perustoiminnoiltaan lähes sama eri projektien välillä. Koska Octomecan valmistamat koneet poikkeavat toisistaan rakenteellisesti ja toiminnallisesti, joudutaan nykyistä käyttöliittymää kuitenkin muokkaamaan aina projektikohtaisesti. Tämä aiheuttaa eroja eri ohjelmoitsijoiden välillä, sillä osa hyödyntää vanhoja projekteja pohjana ja osaa muokkaa näyttöjä itsenäisesti haluamallaan tyylillä. Vaikka käytössä on yhteisiä periaatteita, ohjelmoitsijoiden kädenjälki näkyy lopputuloksissa ja työn laatu vaihtelee jonkin verran tekijän mukaan.

Ohjelmoijat arvioivat, että käyttöliittymän perusrakenne on pääosin kunnossa, mutta pohjaprojekti on vuosien mittaan alkanut rönsyillä. Pohjaprojektissa on mukana jonkun verran vanhoja muuttujia, parametreja ja grafiikoita, jotka eivät enää liity nykyisiin konemalleihin. Tämä tekee projektien hallinnasta epäselvää ja lisää virhemahdollisuuksia. Myös käyttöliittymän parametrilistaukset koettiin erittäin epäloogiseksi: kaikki parametrit on esitetty yhtenä pitkänä numerolistana, jossa eri optiolaitteiden asetukset ovat sekaisin. Esimerkiksi pääliarkkilaitteen parametrit saattavat olla numeroilla 4, 5, 6, 22, 65, 88 ja 94, kun taas näiden väliin sijoittuu muita optioita koskevia parametrejä. Lisäksi osa parametreistä näkyy käyttöliittymässä, vaikka kyseistä optiolaitetta ei edes ole koneessa tai niitä ei PLC-ohjelmassa todellisuudessa enää käytetä. Tämä ei ainoastaan vaikeuta ohjelmointia, vaan tekee myös käyttöliittymän käytöstä operaattoreille sekavaa.

Ylläpitotyötä ohjelmoijat pitävät merkittävä haasteena. Kaikki muutokset, kuten tekstien, symbolien ja hälytysten päivitykset, joudutaan tekemään käsipelillä aina uudestaan projektista toiseen. Versiohallinta on toteutettu manuaalisesti tallentamalla uusia versioita eri tiedostonimillä ja ylläpitämällä muutoksia Excel -taulukossa.

Käyttöliittymien monikielisyys ja dokumentointi nousivat yhdeksi työläimmistä haasteista. Koska koneita toimitetaan ympäri maailmaa, käyttöliittymätekstit käännätetään kielitoimistossa projektikohtaisesti, eikä käännöksiä voi aina hyödyntää seuraavissa projekteissa tai niitä ei viitsitä kopioida myös pohjaprojekteihin. Tämä aiheuttaa toistuvia käännöskustannuksia ja eroavaisuuksia projektien välille. Ohjelmoitsijoiden mukaan myös käyttöohjeiden laatiminen on työlästä ja aikaa vievää, koska yksilöidyt käyttöliittymät vaativat aina omat manuaalinsa. Uuden yhtenäisen käyttöliittymäkonseptin myötä manuaalit voitaisiin vakioida ja eri koneiden optiot kuvata samaan tapaan kuin esimerkiksi autoteollisuudessa: ”Tämä ominaisuus ei välttämättä sisälly sinun koneeseesi.”

Käyttöliittymien ohjelmoijat tunnistavat myös yrityksen johdon tapaan, että nykyinen Siemens KTP-sarjan alusta on teknisesti vanhentunut. Se ei tue skriptaamista, ponnahdusikkunoita tai muita dynaamisia komponentteja, minkä vuoksi ohjelmoijat ovat joutuneet kiertämään rajoituksia luomalla monikerroksisia tasoja ja näille näkyvyysehtoja, jotka imitoivat ponnahdusikkunoiden toimintoja. Tämä tekee projektista kömpelön ja vaikeasti ylläpidettävän, kun komponentteja on päällekkäin ja piilotettuina eri tasoille. Siemensin valikoimista Unified -paneelisarja nähtiin luonnollisena uutena alustana, koska se mahdollistaa kaikki halutut nykyaikaiset ominaisuudet, kuten faceplatet, ponnahdusikkunat, skriptauksen, SVG-grafiikat ja mediatiedostojen toiston, joita nykyinen järjestelmä ei tue.

Ohjelmoijat toivat esiin myös näkökulman koneiden testauksen ja käyttöönoton tehokkuuteen. Nykyisin eri pohjaprojektien eroavaisuudet pidentävät koneiden testausaikaa, jos käyttöliittymistä halutaan tehdä aina samanlaisia projektista toiseen. Uudella yhtenäisellä käyttöliittymällä voitaisiin lyhentää koneiden testausaikaa, sillä se voitaisiin toteuttaa ilman toistuvaa räätälöintiä. Tämä tukee myös Octomecan tavoitetta parantaa projektien toimitusaikaa, joka on nyt 8–16 viikkoa riippuen toimituksen laajuudesta.

Arvioinnin perusteella ohjelmoijat pitivät käyttöliittymäuudistuksen tärkeimpinä tavoitteina:

1. Yhtenäisen ja modulaarisen käyttöliittymän luominen, joka sopisi kaikkiin OMC konemalleihin.

2. Selkeän parametrirakenteen, jossa näkyvät vain koneeseen kuuluvat ja käytössä olevat parametrit ja muut asetukset.

3. Dokumentoinnin ja käännösten yhtenäistäminen, jolloin samaa käyttöohjetta voitaisiin käyttää kaikissa projekteissa.
4. Testauksen ja käyttöönoton nopeuttaminen käyttämällä aina samaa pohjaprojektia, jolloin myös virheiden määrä vähenee.

Lisäksi arvioinnin yhteydessä tunnistettiin muita kehitystarpeita, kuten käyttöliittymän tarjoaman informaation parantaminen, koska se ei aina tarjoa sellaista tietoa mistä tietäisi miksi kone on milloinkin pysähtynyt. Tämä ei ole aina ohjelmoitsijoillekaan selvää, vaan tarkemmat syyt pitää selvittää kirjautumalla koneen logiikkaan ja tarkistettava sieltä syyt pysähdykselle. Lisäksi graafinen ilme tulisi yhtenäistää käyttämällä samoja värityksiä ja symboleita kaikissa koneissa. Operaattoreiden tekemiä virheitä voitaisiin myös välttää siten, että käyttöliittymä estäisi epäloogisten toimintojen suorittamisen ja antaisi selkeän palautteen valinnoista ja painalluksista.

Ohjelmoijat arvioivat, että nykyisin projektikohtaisista käännösten muokkaamisista ja käyttöohjeiden kirjoitustyöstä aiheutuu huomattavaa ajanhukkaa sekä turhia kustannuksia. Pelkästään käyttöohjeen laatimiseen saattaa kulua useita päiviä. Ohjelmoijat myös välttävät viimeiseen asti käyttöohjeiden kirjoittamista työn ollessa epämielekästä. Lisäksi käyttöohjeiden laatu vaihtelee tekijöiden mukaan, eivätkä käyttöohjeet edes aina auta tai kouluta operaattoreita oikeanlaiseen koneen käyttämiseen.

Edellä esitettyjen eri käyttäjäryhmien näkökulmien perusteella voidaan todeta, että OMC-käärintäkoneiden nykyinen käyttöliittymä on toimiva koneiden normaalin päivittäiseen peruskäyttöön, mutta sen tekninen ja visuaalinen toteutus ei ole enää nykyaikainen, vaan suorastaan on vanhentunut verrattaessa esimerkiksi monen kilpailijan käyttöliittymään.

Asiantuntija-arviointi osoittautui tehokkaaksi menetelmäksi eri näkökulmien kartoittamiseen. Tulokset muodostavat vahvan perustan seuraavassa luvussa esitettävälle uuden ja modernimman käyttöliittymän vaatimusmäärittelyille.

5 Vaatimusmäärittely uudelle modernimmalle käyttöliittymälle

Edellisessä luvussa tunnistettujen kehitystarpeiden pohjalta tässä osiossa määritellään OMC-käärintäkoneiden seuraavan sukupolven käyttöliittymän vaatimusmäärittelyt. Vaatimusmäärittelyssä pyritään kokoamaa yhteen operaattoreiden, Octomecan johdon, sekä ohjelmoitsijoiden näkemykset kehitystarpeista ja laatia listaukset teknisistä ominaisuuksista ja uusista toiminnallisuuksista varsinaisen ohjelmointi- ja kehitystyön tueksi. Kehitystarpeet voidaan tiivistää kolmeen keskeiseen teemaan:

1. Käyttäjäkokemus ja käytettävyys: operaattorit kaipaavat ohjaavampaa, visuaalisempaa ja palautetta antavampaa käyttöliittymää, joka avustaa virhetilanteissa ja tarjoaa paremman tilannetietoisuuden mitä kone milloinkin on tekemässä tai ei tee, jos se on syystä tai toisesta pysähtynyt. Käyttöliittymän tulee antaa selkeä palaute koneen tilasta, ilmoittaa häiriöistä ymmärrettävästi ja ehdottaa korjaavia toimenpiteitä. Käyttöliittymä tulee myös suunnitella siten, että eri käyttäjäryhmien tarpeet (operaattorit, asiakkaan huoltohenkilöstö ja OMC-ohjelmoitsijat) huomioidaan.

2. Brändi ja asiakaskokemus: yrityksen johdon toiveena on nykyaikainen, visuaalisempi käyttöliittymä, joka myy itse itsensä ja vastaa yrityksen laatumielikuvaa yhtenä arvokkaimmista toimittajista markkinoilla. Octomecan on erotuttava halvemmista toimittajista myös käyttöliittymän osalta.

3. Ylläpidettävyys ja ohjelmoitavuus: Uuden käyttöliittymän tulee helpottaa ohjelmoitsijoiden arkea vähentämällä toistuvaa työtä. Käyttöliittymän tulee olla yhtenäinen kaikissa konemalleissa, jotta vältytään jatkuvalta käännösten ja käyttöohjeiden laatimiselta. Yksittäisten ohjelmoitsijoiden kädenjälki ei saa näkyä asiakasprojekteissa, vaan sen sijaan projekteissa tulee hyödyntää tyylitiedoston mukaisia värityksiä, symboleita ja valikkorakenteen pitää noudattaa sovittua yhtenäistä linjaa.

Koska nykyisellään käyttöliittymässä ei esitetä lavalaskuria enempää mitään reaaliaikaista dataa koneen tehokkuudesta tai tuotannon pullonkauloista, on näihin KPI-arvojen (Key Performance Indicator) kehittämiseen paneuduttava myös kunnolla. Näiden arvojen avulla käyttöliittymästä saadaan aidosti lisäarvoa tuottava työkalu asiakkaille. Koska Octomeca ei toistaiseksi ole myöskään hyödyntänyt millään tavalla datankeruuta tai muita IoT-ratkaisuja,

tulee uuden käyttöliittymän toimia perustana tulevaisuuden mahdollisille digitalisaatiohankkeille. Käyttöliittymän halutaan tukevan datan tallennusta ja analytiikkaa esimerkiksi energiatehokkuuden tai ennakoivan huoltodiagnostiikan muodossa.

5.1 Komponenttivaatimukset hyvälle käytettävyydelle

Käyttöliittymän komponenttivalinnoilla on merkittävä vaikutus käytettävyyteen, kustannuksiin ja koko käyttöliittymän elinkaareen. Koska kyseessä on kohtalaisen suuri tuotekehitysprojekti ja resursseja on vain vähän sen tekemiseen, halutaan projektin lopputuloksen olevan mahdollisimman pitkäikäinen, jotta sitä ei tarvitse parin vuoden päästä tehdä uudestaan. Teollisen käyttöliittymän fyysisen raudan, kuten näytön, ohjauspainikkeiden ja ohjelmiston tulee olla siten elinkaarensa alkupäässä, jotta saatavuus on hyvää myös vuosien päästä.

Nykyisin yleisimmin käytössä oleva 9” näyttö on osoittautunut monilta osin riittämättömäksi, koska se ei mahdollista kaikkien tarvittavien toimintojen ja tilatietojen esittämistä selkeästi yhdellä näkymällä. Käyttöliittymästä on tullut visuaalisesti liian tiivis ja sekava. Uudeksi ratkaisuksi suositellaan vähintään 15,6” tuumaa, koska näyttöön halutaan integroida suuret kosketuspainikkeen yleisimmille toiminnoille, jotka nyt on toteutettu KTP-näyttöjen kalvopainikkeissa. Korkea, mielellään Full HD -tason resoluutio mahdollistaa näyttävän ja nykyaikaisen alustan grafiikoiden esittämiselle. Suurempi näytönala mahdollistaa myös tiedon esittämisen ryhmiteltyinä alueina, jolla voidaan vähentää sivunvaihtojen määrää ja parannetaan käyttäjän tilannetietoisuutta yhdellä vilkaisulla.

Nykyiset kapasitiiviset kosketusnäytöt mahdollistavat tarkan ja nopean vasteen painalluksille. Lyhyen vasteajan lisäksi näytön tulee antaa selkeä palaute jokaisesta painalluksesta, esimerkiksi animaation, värinvaihdon tai äänimerkin muodossa. Tämä ehkäisee toistuvia painalluksia ja käyttäjän epävarmuutta, joka nykyisessä käyttöliittymässä on todettu ongelmaksi. Haptinen palaute olisi myös mainio keino lisätä palautteen tunnetta, mutta tätä ominaisuutta ei vielä ole kiinteästi asennettavissa näytöissä juuri saatavilla.

Fyysisten painikkeiden tarpeellisuutta arvioitiin ohjelmoitsijoiden kesken, mutta niiden sisällyttämistä uuteen käyttöliittymään ei nähty tarpeellisena. OMC käärintäkoneiden käyttö on hyvin pitkälti automaattista. Kone käynnistetään työvuoron alussa ja sammutetaan päivän päätteeksi, eikä perus tuotantotoiminta edellytä jatkuvaa operaattoreiden läsnäoloa. Tämän

vuoksi näytön painalluksia tarvitaan normaalitilanteissa vain vähän ja fyysisten painikkeiden hyöty jäisi vähäiseksi. Lisäksi fyysisten painikkeiden käyttö lisäisi kustannuksia ja sähkökeskuksen kokoonpanotyötä erillisen johdotuksen ja kasvaneen IO-määrän vuoksi. Tämän vuoksi kaikki painikkeet päätettiin tehdä digitaalisina suoraan kosketusnäyttöön. Päätös tukee tavoitellun uuden käyttöliittymän modernia ja selkeää ulkoasua.

5.2 Uuden kosketusnäytön valinta

Uuden käyttöliittymän alustana toimivaa kosketusnäyttöä varten suoritettiin tekninen vertailu erilaisten yleisesti markkinoilla olevien kosketusnäyttöjen ja niiden ohjelmointiohjelmien välillä. Koska Octomeca käyttää käärintäkoneissaan Siemensin ohjausjärjestelmiä (S7-1500 sarja) keskityttiin vertailussa alustoihin, joilla on natiivituki Siemens -logiikoille. Kiinnostavimmat näistä alustoista ovat Siemens Unified, Beijer Electronics X2 ja X3 sekä Pro-Face 5000- ja 6000-sarjojen näytöt. Näistä etenekin Beijerin näytöt houkuttelivat helppokäyttöisyydellään ja hyvällä hinta-laatusuhteellaan.

Vertailun tuloksia esitellessä Octomecan johto teki heti linjauksen, että käyttöliittymän uudistaminen toteutetaan Siemens Unified alustan päälle. Päätös tukee yrityksen brändi- ja laatustrategiaa, jossa painotetaan tunnettujen ja globaalisti hyväksyttyjen huippumerkkien käyttöä. Tällaisia valmistajia ovat muun muassa Siemens, SICK, SEW-Eurodrives, IFM, Murrelektronik ja Phoenix Contact. Siemensin tuotteet ovat yleisesti asiakkaiden standardeissa ja tehdasspesifikaatioissa hyväksyttyjä ja toivottuja tuotteita. Näin ollen Siemens alusta oli luonteva vaihtoehto uudeksi alustaksi. Päätöstä tuki myös ohjelmoitsijoiden kokemus Siemens tuotteista ja TIA Portal ohjelmointiympäristöstä, jolla nykyinenkin käyttöliittymä on toteutettu.

Teknisesti Siemens Unified sarjan paneelit täyttävät kaikki kriteerit, joita hyvältä teolliselta käyttöliittymältä odotetaan. Se on myös Siemensin uusin ja suositelluin alusta uusille käyttöliittymäprojekteille. Unified sarjan näytöt edustavat teknisesti markkinoiden huippua ja tukevat mm. haluttuja uusia ominaisuuksia, kuten useamman sormen kosketusta ja eleitä, SVG-grafiikoita, HTML5 ja JavaScriptin käyttöä.

5.3 Uuden sukupolven käyttöliittymän tavoitteita ja uusia ominaisuuksia

Uuden käyttöliittymän tavoitteena ei ole pelkästään päivittää ulkoasua vaan tuoda kokonaan uusia ominaisuuksia ja toiminnallisuuksia, joita ei ole ennen Octomecan käärintäkoneissa nähty. Näistä tärkeimmät lueteltuna lyhyesti kategorioittain alla.

5.3.1 Suunnitteluperiaatteet

Uuden käyttöliittymän suunnittelussa noudetaan muun muassa seuraavia periaatteita:

- Modulaarisuus. Sama käyttöliittymä tulee soveltua kaikille OMC-käärintäkoneille. Se helpottaa ohjelmoitsijoiden työtä ja vähentää projektikohtaisia eroja, jotka johtavat yksilöityihin manuaaleihin.
- Opastavuus ja tuki käyttäjälle. Käyttöliittymän tulee opastaa käyttäjää toiminnoissa, ilmoittaa selkeästi koneen tila ja antaa vinkkejä häiriöiden selvittämiseksi.
- Dynaamisuus. Käyttöliittymä mukautuu sen mukaan, mikä konemalli on kyseessä ja mitä optiolaitteita koneesta löytyy.
- Käyttäjäryhmäkohtainen personointi. Näytön sisältöä ja esitettävää dataa rajoitetaan sen mukaan minkä tasoinen käyttäjä koneessa on kulloinkin kirjautuneena. (Operaattori, Huoltohenkilö, OMC-henkilöstö).

5.3.2 Käytettävyyttä parantavat ominaisuudet

Uusi käyttöliittymä tulee sisältämään ominaisuuksia, joiden tarkoituksena on vähentää virhepainalluksia, nopeuttaa käyttöä ja lisätä järjestelmän ymmärrettävyyttä.

- Käyttöönottoavustaja. Koneen käyttöönoton yhteydessä käyttäjää, joka yleensä on Octomecan ohjelmoitsija, opastetaan vaiheittain eri asetusten ja referenssimittojen määrittämisessä. Nyt parametreja on paljon, eikä aina välttämättä kaikkia muista tarkistaa. Vastaavia ohjattuja toimintoja voi tehdä perusoperaattoreillekin esimerkiksi uuden käärintäreseptin luontiin.

- Graafiset koneen tilanäytöt. Koneen eri osat tullaan visualisoimaan symbolein ja värikoodein, jotta niiden kulloinenkin tila (automaatti/manuaali/häiriö) on helposti nähtävissä.
- Varmennusdialogit. Kaikki kriittiset toiminnot, kuten reseptien tallennus ja koneen nollaus, sisältävät jatkossa erillisen varmistusviestin, johon operaattorin on reagoitava, jotta vältytään väärien toimintojen suorittamiselta.
- Dynaaminen tausta. Käyttäjän huomio tullaan kohdistamaan vain haluttuun näytön osaan häivyttämällä ja piilottamalla muut toiminnot tumman ja osittain peittävän taustan taakse. Näin estetään, ettei käyttäjän huomio kiinnity turhiin asioihin ja kohdistetaan painallukset seuraavaksi haluttuun toimintoon.
- Ponnahdusikkunat ja kuvalliset ohjeet. Häiriötilanteiden selvittämiseksi operaattorille tarjotaan selkeät sanalliset ohjeet ja kuvat tarvittavista toimenpiteistä ponnahdusikkunassa, joilla ongelma voidaan ratkaista.
- Parametrien ryhmittely ja piilotus. Parametrit esitetään ryhmiteltyinä koneen eri optioiden mukaan ja turhat koneeseen kuulumattomat piilotetaan käyttäjää hämmentämästä.
- Konemallikohtaiset parametrit. Eri konemallien oletusparametrit tallennetaan omiksi oletusarvoiksi, jotta kone on helposti palautettavissa tehtaan määrittämille oletusasetuksille.
- Dynaamiset painikkeet. Painikkeiden tekstit ja symbolit muuttuvat automaattisesti sen mukaan minkälainen käsiajo on valittu (ylös/alas vs. sisään/ulos).
- Puoliautomaattiset toiminnot. Yksittäisten ja peräkkäisten käsiajotoimintojen sijaan operaattoreille tullaan tarjoamaan puoliautomaattisia toimintoja, kuten esimerkiksi yhtä nappia painamalla kone kääntyy ja laskeutuu kalvonlatausasemaan.
- Reseptien sekä parametrien vienti ja tuonti erilliseen tiedostoon helpon varmuuskopioinnin mahdollistamiseksi.

5.3.3 Käyttäjän tuki ja ohjeistus

Käyttöliittymään integroidaan käyttö- ja huolto-ohjeet sekä opastusvideoita. Näitä voidaan hyödyntää myös koulutustilaisuuksissa, joita annetaan aina käyttöönoton yhteydessä operaattoreille ja huoltohenkilöstölle.

- Pneumatiikan säätöautomaatio. Paineilmaliikkeiden synkronointi koneen sekvenssien kanssa vaatii nykyisellään paljon kokemusta, jotta liikkeet tapahtuvat juuri oikeaan aikaan. Lisäämällä sylinterien molempiin päihin anturit, voidaan jatkossa mitata rajalta rajalle kulunut aika ja näin ollen varoittaa, mikäli liike on liian nopea tai hidas. Huoltoa varten voidaan sylinterit laittaa ajamaan toistuvasti päästä päähän ja tehdä visuaalinen vihreän alueen mittari käyttöliittymään. Näin huoltohenkilön on helppo nähdä ja säätää vastusvastaventtiileitä, kunnes matkaan kulunut aika on halutulla alueella.
- Jokaisen liikkeen lukitusnäytöt, joista näkee miksi laite ei liiku.
- Laajemmat huolto- ja diagnostiikkasivut sisältäen vikahistoriat tilastoineen.
- Mahdollinen palautetoiminto, josta operaattorit voivat raportoida virhetilanteista suoraan käyttöliittymästä Octomecan tehtaalle. Vaatii tosin internetyhteyden, joka on hankala toteuttaa monessa paikassa tietoturvasyistä.
- Siemens Prodiag toiminnolla virhetilanteessa voidaan suoraan käyttöliittymässä esittää PLC-koodia sellaisenaan ilman lisäohjelmointia. Näin voidaan tarkistaa, jos jokin lukitusehdoista ei toteudu tai suoritus pysähtyy johonkin muuhun virheeseen.

5.3.4 Prosessidatan hyödyntäminen

Uuteen käyttöliittymään on rakennettava nykyistä kattavampi analytiikka ja mittaristo koneen tehokkuudesta esittämällä tärkeimmät KPI-arvot näytössä. Muun muassa näitä tietoja voidaan hyödyntää niin tuotannon optimointiin kuin ennakoivaan kunnossapitoon:

- Käärintänopeus ja kulloinenkin linjan kapasiteetti (lavaa tunnissa).
- Kalvonkulutus ja käytetty esikiristysprosentti
- Energiankulutukset (sähkö ja paineilma)

- Kokonaistehokkuus = Käytettävyys (Kuinka suuren osan suunnittelusta tuotantoajasta kone on ollut käynnissä) * Suorituskyky (Käärittyjen lavojen lukumäärä suhteessa maksimikapasiteettiin) * Laatu (Virheettömät käärinnät vs. uudelleenkäärinnät)

5.3.5 Tietoturva ja käyttäjähallinta

Parannettava nykyisen käyttöliittymän kolmen vakiosalasanan salasanasuojausta esimerkiksi seuraavasti:

- RFID-kortteihin tai avainperiin perustuva oikeasti käyttäjäkohtainen kirjautuminen koneisiin.
- Käyttäjäprofiilin muokkaus aktivoimalla ominaisuuksia osaamisen mukaan:
    - Operaattorit: Vain koneen reseptin valinta, käynnistys, pysäytys ja hälytysten kuittaus.
    - Huoltohenkilöstö: Diagnostiikka, reseptien muokkaus ja koneparametrien säätö.
    - OMC-henkilöt: Koneen nopeusasetukset, optioiden ja ominaisuuksien aktivointi, huoltolaskureiden nollaus.
- Audit trail -järjestelmän käyttöönotto, joka tallentaa kaikki koneen haluttujen asetusten muutokset. Kuka teki, mitä muutti, mistä mihin ja mihin aikaan.

6 Unified-käyttöliittymäprojektin toteutus ja tulokset

Tässä luvussa 6 esitellään tämän diplomityönä tehdyn uuden käyttöliittymän tuotekehitysprojektin taustoja vaiheineen, jotta lukijalle tulee hyvä käsitys projektin kulusta ja saavutetuista tuloksista. Projekti on ollut poikkeuksellinen pitkäkestoinen ja kokenut sekä takaiskuja, että viivästyksiä, joita selkeyden vuoksi avataan seuraavaksi.

Tarve päivittää ja nykyaikaistaa käärintäkoneiden käyttöliittymä oli tunnistettu Octomecassa jo vuosia sitten, mutta toden teolla projekti käynnistettiin keväällä 2020. Uusien projektien kauppa oli hiljentynyt merkittävästi ja Octomecassa oli tarve sopeuttaa toimintaansa laskeneen kysynnän vuoksi koronapandemian sekoittaessa markkinoita. YT-neuvotteluiden tuloksena henkilöstöä lomautettiin ja samalla yritys päätti panostaa entistä enemmän tuotekehitykseen hankkiakseen lisää konemyyntiä. Octomeca käynnisti täten *Blue Swan* -nimisen tuotekehitysprojektin yhteistyössä Business Finlandin kanssa, jonka tavoitteena oli kehittää kokonaan uusi ja entistä nopeampi käärintäkone, joka voisi kääriä jopa 220 lavaa tunnissa. Octomecalla ei ollut tämäntyyppistä nopeaa konetta valikoimissaan entuudestaan, joka on edellytys päästääkseen laajentamaan myyntiä uusille markkinasegmenteille ruoka- ja juomateollisuuteen.

Blue Swan -projekti käynnistettiin vauhdikkaasti laivaseminaarilla, jossa projektille määritettiin selkeät tavoitteet ja linjattiin, että projektin yhteydessä toteutetaan uudistettu käyttöliittymäkonsepti. Uusi käyttöliittymä ja sen mahdollistama operaattoreiden parempi käyttökokemus nousi nopeasti yhdeksi projektin päätavoitteista. Projektiin saadun rahoituksen turvin yrityksellä oli nyt paremmat mahdollisuudet investoida testilaitteistoon, koulutukseen ja käyttää merkittävästi enemmän tunteja tuotekehitykseen.

Hyvästä startista huolimatta Blue Swan ei kuitenkaan noussut siivilleen suunnitteluvaihetta pidemmälle, vaan projekti laitettiin myöhemmin loppuvuodesta jäihin. Octomecan asiakasprojektien määrä kasvoi vuoden aikana sen verran paljon, että kaikki resurssit oli kohdistettava näiden projektien läpiviemiseen. Samaan aikaa koronapandemia aiheutti vakavia globaaleja automaatiokomponenttien toimitusvaikeuksia ja Octomecakin oli uuden haasteen edessä etsiessään korvaavia tuotteita puuttuvien komponenttien tilalle. Siemens toimittajana oli vaikeuksissa erityisesti HMI- ja PLC-tuotteiden kanssa ja näiden vuoksi myöskään

tarvittavaa Unified-demolaitteistoa ei saatu hankittua järkevään aikatauluun. Tarvittavat logiikka S7-1516 ja 10” Unified MTP1000-paneeli kuitenkin tilattiin ilman tietoa varmasta toimitusaikataulusta. Tämän takia käyttöliittymän tuotekehitysprojekti jäi ensimmäisen kerranodottamaan parempia aikoja.

Tämän diplomityön valmistumista viivästyttivät myös henkilökohtainen ajanjakso, jolloin sekä opinnot, että diplomityön tekeminen olivat tauolla kiireisen elämäntilanteen vuoksi. Esikoispoikamme Eemil syntyi lokakuussa 2020. Samaan aikaan olimme aloittaneet rakentamaan perheellemme uutta kotia vuoden 2022 asuntomessuille Naantaliin. Käytännössä kaikki mahdollinen vapaa-aika vuosien 2020–2022 välillä meni tämän messujen suurimman kohteen rakennusprojektin läpiviemiseen. Minulla oli merkittävä vastuu messujen sekä rakentamisen projektipäällikkönä sekä käytännönläheisempi rooli talon KNX-sähköautomaatiojärjestelmän asentamisesta aina ohjelmointiin.

Keväällä 2023 alkoi Octomecan asiakasprojektit normalisoitua komponenttipulan hellittäessä ja uusia kauppojakin saatiin käteltyä useita. Muutamissa projekteissa alkoi näkymään myös toiveina uudet Unified-pohjaiset näytöt asiakasvaatimuksissa. Tämän takia osallistuin Siemens Unified Comfort paneelien ohjelmointikurssille 14.-15.3.2023, josta sain tarvittavat lähtötiedot ja taidot lähteä kehittämään käyttöliittymää uudelle alustalle. Kauan en ehtinyt harjoitella Blue Swanin demolaitteistolla, kun tuli tieto, että ensimmäinen Unified-pohjainen projekti oli myyty asiakkaalle Kanadaan. Projekti oli vielä laaja kahden koneen kauppa, josta lisää seuraavassa alaluvussa. Alkuperäinen Blue Swan tuotekehitysprojekti on vielä tätä kirjoittaessa jäissä ja odottaa seuraavaa sopivaa hetkeä.

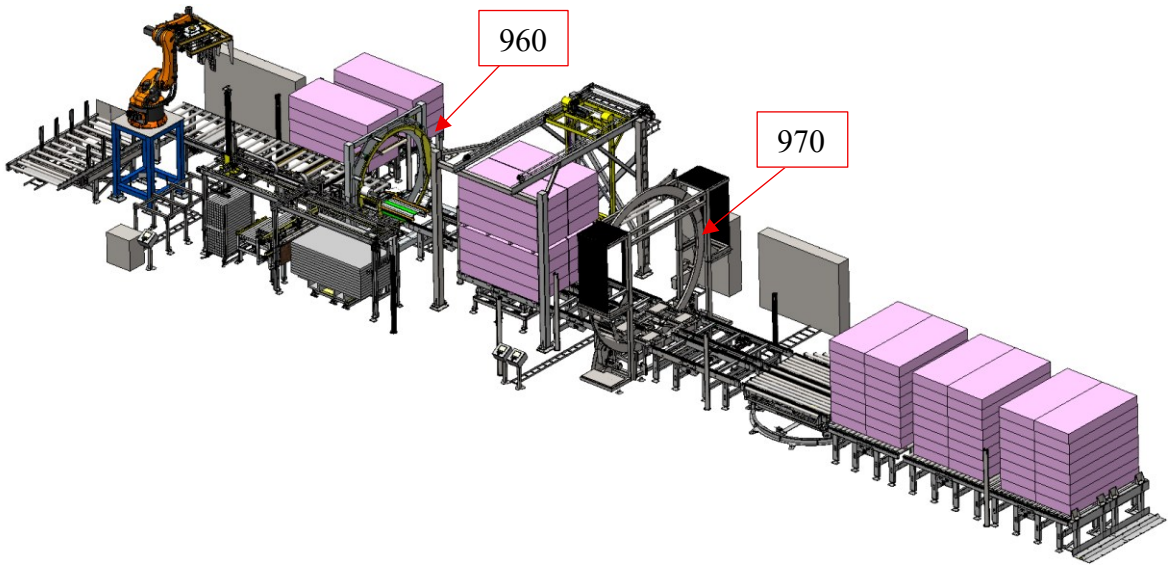
6.1 Case Soprema, Canada

Soprema Group on kansainvälinen rakennustuotevalmistaja, jonka pääkonttori sijaitsee Strasbourgissa, Ranskassa. Yritys on erikoistunut erilaisten rakennusteollisuuden kemikaalien, vedeneristys ja ääneneristysmateriaalien valmistukseen ja sen tuotevalikoimaan kuuluvat myös muun muassa XPS-lämmöneristeet (Extruded Polystyrene) ja EPS-lämmöneristeet (Expanded Polystyrene).

Käyttöliittymän suunnittelu- ja ohjelmointityö Soprema Canada -projektiin toimii tämän diplomityön käytännön osuutena ja pilottiprojektina Octomecan uudelle Unified-

käyttöliittymälle. Projekti toteutettiin yhteistyössä toisen suomalaisen teknologiayrityksen JTA Connection kanssa, joka vastasi linjatoimituksesta Sopreman uudelle tehtaalle Woodstockiin, Ontarioon. Octomeca toimitti linjaan yhteistyössä kuvassa 14 näkyvät kaksi käärintäkonetta:

- OMC-V24 (tunnus 960). Linjan ensimmäinen käärintäkone, joka sitoo XPS-levynippujen alle samasta materiaalista valmistetut aluspalikat ennen nippujen pinoamista.
- OMC-V40 (tunnus 970). Linjan toinen käärintäkone, joka käärii yksittäisistä nippupinoista muodostetut ”jumbolavat” yhteen.



Kuva 14. JTA Connection ja Octomecan toimituskokonaisuus.

Octomecassa projekti käynnistettiin hyvissä ajoin alkusyksystä 2024, koska koneet oli sovittu toimitettavan Octomecasta vielä vuoden 2024 lopulla. Vaatimusmäärittelyiden ja suunnitteluiden jälkeen käyttöliittymän ohjelmointityö aloitettiin viikolla 40 ja sitä tehtiin yhtäjaksoisesti PLC/HMI simulaattoreissa kymmenen viikkoa, pois lukien viikko 46, jolloin Yhdysvalloissa oli toisen asiakkaan käärintäkoneen käyttöönotto. Samaan aikaan ohjelmointityön kanssa koneiden mekaaninen kokoonpano ja sähköistys etenivät suunnitellusti. Kokoonpanot valmistuivat ajallaan viikolla 44, jolloin koneiden testaus voitiin aloittaa aluksi vanhoilla KTP900-käyttöliittymillä, sillä Unified-käyttöliittymien ohjelmointi oli vielä

kesken. Kaikki Octomecan laitteistot kokoonpannaan ja koeajetaan kattavasti ennen toimittamista asiakkaalle. Projektin laajuuden takia nämä koneet testattiin yhteistyössä kollegan kanssa. Testausvaiheen kulusta on havainnollista esimerkki Octomecan tuotantohallista kuvassa 15 alla.

Kuva 15. Sopreman koneiden testausta Octomecan tehdashallissa.

Uudet Unified-käyttöliittymät integroitiin osaksi PLC-koodia vasta testauksen päätyttyä, mutta uutta kombinaatiota ei ehditty enää Suomessa testaamaan. JTA Connection suoritti kuitenkin koneille ennen pakkausta FAT-tarkastuksen, jossa tehtiin toiminnallinen testaus ja varmistettiin, että kaikki asiakkaan vaatimat muutokset Octomecan peruskoneen rakenteeseen on suoritettu sopimuksen mukaisesti. Koneet lähtivät merikontteihin pakattuna kohti Kanadaa sovitusti viikolla 50. Koneiden matka Octomecasta asiakkaalle venyi kuitenkin suunniteltua pidemmäksi, koska koneet jäivät Kanadan tulliin useaksi viikoksi seisomaan. Tämän viivästyksen vuoksi mekaaninen asennus ja sähköistys asiakkaalla myöhästyi aina viikolle 15/2025. JTA Connection hoiti asennuksen itsenäisesti, jonka jälkeen pääsin suorittamaan käyttöönoton ensimmäistä vaihetta viikolla 20/2025.

Ensimmäisen käyttöönottovaiheen tavoitteena oli varmistaa koneiden oikeellinen asennus sekä testata molemmat koneet alustavasti asiakkaan tuotteilla, jotka nostettiin käsin linjalle. Varsinaista tuotantoa ei vielä tässä vaiheessa ollut tarkoitus ajaa, koska kuumapään laitteiston asennus oli vielä aloittamatta. Koko tehtaan rakennusurakka oli merkittävästi myöhässä eikä kaikkialla ollut edes lattioita valettuna. XPS levyniput tulevat kuvan 16 vasemmasta reunasta robotille, joka nostelee niput 3–5 kappaleen nippuihin. Pinoamisen jälkeen tuotenippu ajetaan punaisella ympyröityyn OMC-V24 käärintäkoneelle, joka asettelee tuotenipun alle halutun määrän aluspalikoita ja käärii ne kiinni kalvopannoilla levynippuihin. Aluspalikoita tarvitaan, jotta tuotteita voidaan nostella trukeilla. Kuvassa keskellä näkyy JTA Connectionin tuotenostin, jolla neljä levynippua muodostetaan yhdeksi isoksi jumbolavaksi ennen kuin jumbolava kääritään yhteen kuvassa sinisellä ympyröidyllä V40-käärintäkoneella. Molemmat koneet tekevät niin sanottua pantakäärintää, jossa lavan ympäri kääritään reseptin mukaisesti vain 2–4 pantaa halutulla kalvokierrosmäärällä sen sijaan, että koko lava käärittäisiin umpeen. Tämä käärintätapa on nopea ja riittävä tuotteille, jotka ovat jo valmiiksi sääsuojattu laittamalla tuotteiden päälle erilliset yhtenäiset muovipussit, jotka ovat päistä saumattu umpeen. Kuvassa on vihreällä ympyröity uusi käyttöliittymä asennettuna jalalliseen koteloon. Viereinen näyttö kuuluu JTA Connectionin koneeseen. Vastaavia näyttökoteloita oli jokaisessa linjan koneessa, joka mahdollisti yhtenäisen ja tyylikkään lopputuloksen läpi tuotantolinjan.

Kuva 16. Käyttöönotto käynnissä asiakkaan uudessa tehtaassa.

Noin kahden viikon mittaisen käyttöönottomatkan aikana molemmat koneet saatiin perustestattua ja useita valmiita jumbolavoja ajettiin linjalta ulos. Hyvin suoritetun asennuksen jälkeen koneissa ei tarvinnut kuin säätää muutamia antureita. Suomessa jatkokehitetty uusi käyttöliittymäversio ladattiin koneisiin ja näytön toiminnallisuutta parannettiin moneen kertaan, koska testaaminen oli helpompaa oikeiden koneiden kanssa, kuin toimistolla simulaattorissa. Molemmat koneet olivat asiakkaan toiveesta integroitava samaan käyttöliittymään, joka sijoitettiin keskeiselle paikalle linjan viereen. Tämän takia käyttöliittymän vasen puoli varattiin V24 koneelle ja oikea puoli V40 koneelle. Koska projektia lähdettiin heti alusta asti rakentamaan modulaariseksi, saatiin suuri osa PLC- ja HMI-koodista uudelleenkäytettyä toisessa koneessa vain vaihtamalla koneen tunnukset muuttujissa 960 → 970. Asiakkaan vaatimuksesta alustana käytettiin Unified sarjan MTP1500 näyttöä, jonka näyttöalue on kooltaan 15,6”. Suuri näyttökoko mahdollisti molemmille koneille riittävän alueen useimmin käytetyille painikkeille ja koneen kulloinenkin tilanne oli helposti nähtävissä yhdellä vilkaisulla.

Kuvan 17 mukaiset jumbolavat ovat todella kookkaita sisältäen yli 36m^3 XPS-eristeitä yhdessä lavassa. Suurien lavojen käsittely yhtenä yksikkönä nopeuttaa asiakkaan varastointitoimenpiteitä. Käyttöönottomatkan lopuksi muutamia asiakkaan operaattoreita koulutettiin käyttämään linjan laitteistoa, jonka jälkeen linja jäikin asiakkaalle koekäyttöön. Asiakas opiskeli itsenäisesti linjan käyttöä kesän ajan jakaen opittua tietotaitoa yrityksen sisällä.

Kuva 17. 16 levynippua tulossa käärintään OMC-V40 koneeseen.

Tehtaan tuotannon oli määrä käynnistyä loppukesästä, mutta se viivästyi useasti entisestään muiden toimittajien ongelmien vuoksi. Viikolla 40 matkustettiin uudelleen Kanadaan suorittamaan käyttöönoton toista vaihetta, jossa XPS-linjan syöttösekoittajan ja extruuderin oli määrä käynnistyä. Lukuisista yrityksistä huolimatta tuon viikon aikana laitteistoa ja prosessia ei saatu säädettyä kuntoon, eikä minkäänlaista tuotantoa saatu ajettua. Tämän takia myöskään toivottuja käyttäjäkokemuksia ei tulla saamaan vielä pitkään aikaan, koska nyt, viikolla 46 laitteisto on edelleen pois käytöstä. Käyttäjäkokemuksien perusteella tehtävät parannukset uuteen käyttöliittymään tullaan tekemään ensi vuoden puolella toisessa projektissa. Kanadassa suoritettu käyttöönotto osoitti kuitenkin Unified-alustan teknisen toimivuuden ja asiakas oli käyttöliittymään ja Octomecaan toimittajana sen verran tyytyväinen, että tilasi toisen, lähes identtisen linjan Yhdysvaltojen tehtaalle. Tämä tilaus osaltaan vahvisti tämän diplomityön hyödyn ja osoitti, että käyttöliittymäuudistus oli onnistunut.

6.2 Unified käyttöliittymän rakenteen, ominaisuuksien ja toteutuksen esittely

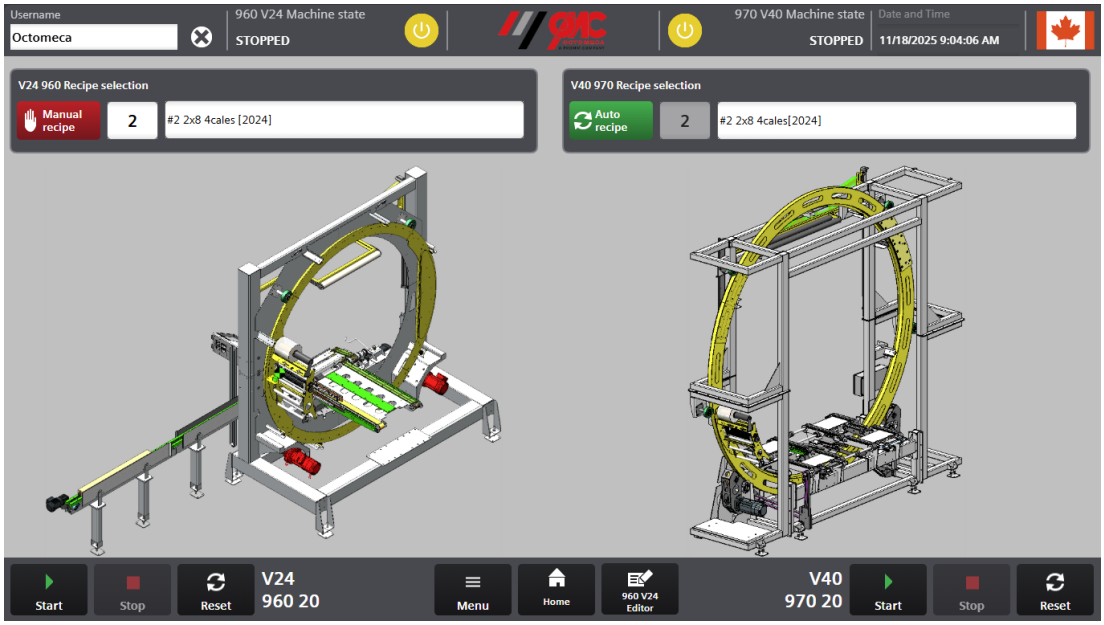
Tässä alaluvussa esitellään Sopreman projektissa pilotoitua OMC Unified -käyttöliittymää pääpirteittäin vain sillä laajuudella, mikä on järkevää paljastamatta yrityksen kilpailuetuja kilpailijoille. Jokaista luotua sivua tai uutta ominaisuutta ei voida siksi tässä esitellä. Luvussa kuvataan uuden käyttöliittymän suunnitteluperiaatteet, visuaaliset ja rakenteelliset uudistukset sekä muut keskeiset parannukset, jotka vastaavat luvussa 4 tunnistettuihin haasteisiin ja luvussa 5 määriteltyihin vaatimuksiin.

Suunnittelun keskeisenä tavoitteena oli luoda yhtenäinen ja modulaarinen HMI-alusta, joka olisi helposti ylläpidettävissä, muokattavissa eri konemalleille ja erityisen helppo käyttää myös kokemattomille käyttäjille. Työ aloitettiin luonnostelemalla yhteistyössä koko automaatiotiimin kera paperille useita eri layout-vaihtoehtoja, joista valittiin yksi suosituin malli, mitä lähdettiin kehittämään ja jota käytetään projektissa kaikkien sivujen pohjana. Kun koko projekti perustuu yhteen ja samaan sivurakenteeseen on tekeminen ennen kaikkea tehokasta sekä visuaaliset ja toiminalliset elementit ovat samoilla paikoilla jokaisella sivulla. Staattiset paikat helpottavat operaattoreiden ymmärtämistä ja käyttölogiikan oppimista. Lisäksi yksi yhteinen pohja ohjaa ohjelmoitsijoita yhtenäiseen lopputulokseen sivujen tuottamisessa.

Keskeisenä ideana oli jakaa käyttöliittymä kuvassa 18 näkyviin kiinteisiin koneiden tilatietoja ja päätoimintoja sisältäviin ylä- ja alapalkkeihin sekä niiden väliin jäävästä

dynaamisesta sisältöalueesta. Lisäksi koneen toiminnot ja eri sivut ryhmiteltiin kolmeen eri ryhmään kuvan 19 mukaisesti: konekohtaisiin toimintoihin ja koko linjastoa koskeviin yhteisiin toimintoihin. Tämän jaottelun avulla kahden erillisen käärintäkoneen ohjaus saatiin toteutettua yhdessä näytössä ilman, että näkymästä tulee sekava tai että käyttäjä eksyy monimutkaisiin valikkorakenteisiin. Dynaamisen alueen rakentamisessa hyödynnettiin Unified -näyttöjen uutta Screen Window-toiminnallisuutta, mikä mahdollistaa sisällön lataamisen ikkunaan ilman koko sivun uudelleenlataamista. Toistuvia ja uudelleenkäytettäviä rakenteita varten tehtiin Faceplate -komponentit, joita voitiin kutsua toistuvasti virkistettynä eri muuttujilla erityisesti koneiden parametrisivuilla. Tämä vähentää merkittävästi kirjoitettavan koodin määrää ja tukee helpompaa ylläpidettävyyttä verrattuna vanhaan KTP-paneelien määrään, jossa jokainen otsikko, parametrin nimi, mittayksikkö ja arvo olivat omat komponenttinsa.

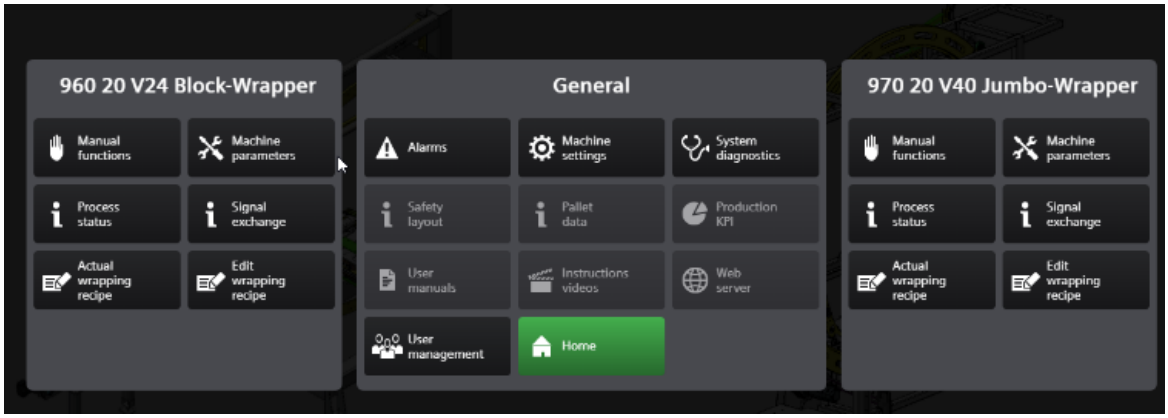
Suunnitteluperiaatteisiin kuului myös tietoinen päätös välttää tarpeettomia visuaalisia tehosteita ja animaatioita, joiden ylläpidosta eri konemallien kanssa tulisi haasteita. Teollinen käyttöliittymä tulee olla nopea ja yksinkertainen käyttää, minkä vuoksi käyttöliittymässä suosittiin flat-design tyyppisiä elementtejä, kirkkaita selkeitä värejä ja pelkistettyjä ikoneita, jotka ovat tuttuja kuluttajaelektroniikan monista käyttöliittymistä.



Kuva 18. Uuden käyttöliittymän aloitussivu.

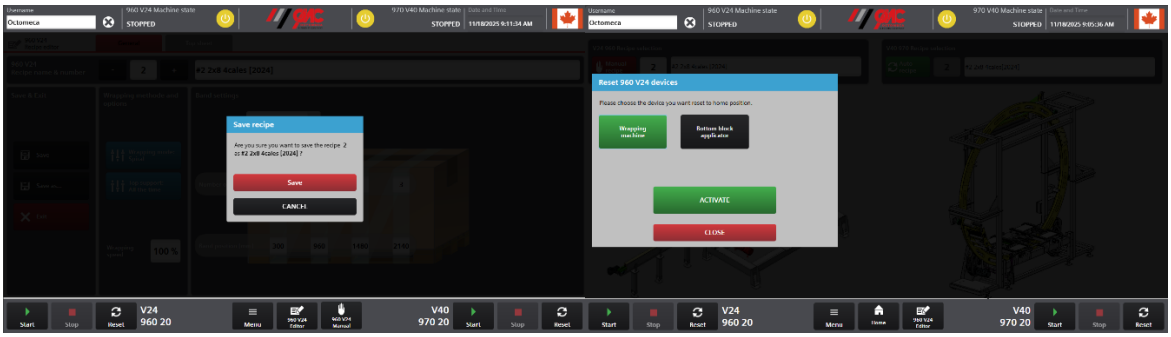
Käyttöliittymän väripaletti pohjautuu Fromm-konsernin graafiseen tyyliohjeeseen, jossa suositaan punaisen, harmaan, mustan ja valkoisen sävyjä. Huomioväreinä käytetään normaalitilanteille vihreää, varoituksille keltaista ja häiriöille punaista. Tumma taustateema valittiin luettavuuden parantamiseksi. Värit noudattavat myös Octomecan tyylejä. Tumma teema on kuitenkin helposti vaihdettavissa vaaleaan näkymään ilman merkittävää uudelleenohjelmointia, sillä jokaisen näyttökomponentin väritys voidaan vaihtaa yhdellä muuttujalla. Kuvakkeina ja symboleina käytettiin alustavasti Siemensin valmiita PNG-kuvakirjastoja. Näiden avulla prototyyppi voitiin kehittää nopeasti ja keskittyä enemmän toiminnallisuuden testaukseen. Varsinaiset geneeriset SVG-vektori ikonit tullaan teettämään projektin myöhemmässä vaiheessa graafisella suunnittelijalla, jotta ikoneista tulee paremmin käärintäkoneisiin sopivia ja muodostavat yhtenäisen ilmeen. Nykyiset ikonit toimivat hyvinä tilanvaraajina ja ne ovat helposti korvattavissa myöhemmin paremmilla. Yleisimmät käärintäkoneen kuvat voidaan pelkistää helposti ymmärrettäviksi ikoneiksi, jolloin voidaan myös vähentää käännettävän tekstin määrää. Monikieliset käännökset aiheuttavat myös haasteita, koska monella kielellä käännös on pidempi kuin sille varattu tila painikkeissa.

Kuvan 19 päävalikossa on nähtävissä koneen yleiset toiminnot, joista on osa deaktivoitu, koska kirjautuneella käyttäjällä ei tässä esittelytilassa ole riittäviä käyttöoikeuksia. Mitä enemmän käyttäjällä on oikeuksia, sitä enemmän toimintoja mahdollistetaan. Kuvasta on myös nähtävissä uusi monella sivulla hyödynnetty tehostuskeino, missä käyttäjän fokus keskitetään kulloinkin tärkeimpään asiaan näytön keskelle piilottamalla tausta läpikuultavan harmaan alle. Näin estetään myös käyttäjän virhepainalluksia alle jääviin komponentteihin, jotka eivät tausta läpi ole käytettävissä.



Kuva 19. Päävalikko, joka ryhmitelty kolmeen osaan.

Samaa tehostuskeinoa hyödynnetään myös muun muassa reseptien tallennus- ja koneen nollaustilanteissa. Käyttäjän on pakko painaa tiettyjä painikkeita ja näin ohjataan paremmin toivottuihin toimintoihin. Kuvassa 20 näkyy myös laajalti käytössä oleva ponnahdusikkunatekniikka, mitä ei aiemmassa käyttöliittymässä tuettu. Molemmat tekniikat yhdessä helpottavat käyttäjää ja antavat erittäin visuaalisen palautteen painikkeiden painamisesta. Tausta häviää ja uusi ikkuna ponnahtaa ruudulle pakottaen painamaan ja varmistamaan toiminnon. Käyttäjällä on mahdollisuus siirtää ponnahdusikkunoita ja niitä voi olla sivulla useampia samaan aikaan.



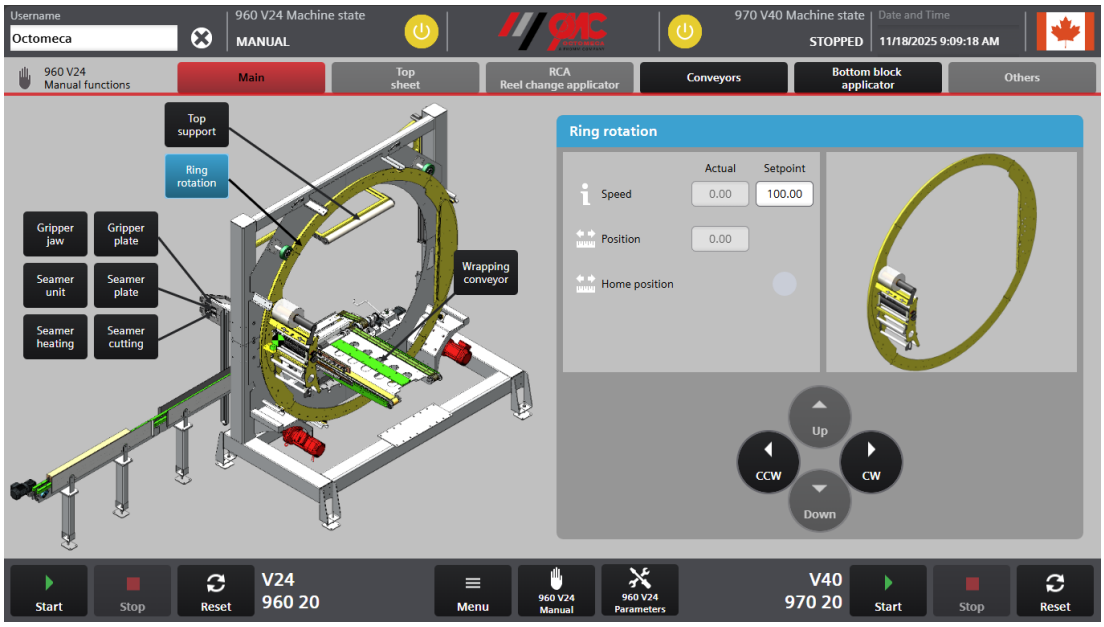
Kuva 20. Ponnahdusikkunoita, jotka ohjaavat käyttäjiä oikeisiin toimintoihin.

Käyttöliittymän ylä- ja alapalkit ovat kuitenkin aina näkyvissä kaikilla sivuilla. Yläpalkista on nähtävissä helposti koneen päätilat, käyttäjätiedot, päivämäärän ja kellonajan sekä nopea kielenvaihtopainike. Alapalkki on varattu koneen päivittäisille ohjauspainikkeille, kuten Start, Stop ja Reset. Nämä painikkeet ovat käärintäkoneen yleisimmin painetut painikkeet ja ilman tuotannonhäiriöitä juuri muita painikkeita ei päivittäin tarvitakaan.

Start-painikkeesta kone menee automaattitilaan ja ottaa automaattisesti seuraavan lavan sisään. Stop-painikkeesta operaattori voi milloin vain pysäyttää koneen, vaikka kesken käärinnän, tarkistaakseen lavan tai tehdäkseen muita toimenpiteitä koneen turva-alueella. Stop-tilassa kone on myös manuaalitilassa valmiina mahdollisiin käsiajoliikkeisiin, joita normaalissa päivittäisessä käärinnässä ei tarvita, mutta niitä voidaan hyödyntää esimerkiksi koneen huoltotilanteissa. Painamalla uudelleen Start-painiketta kone jatkaa käärintää siitä mihin se jäi. Reset-painikkeesta painamalla aukeaa kuvassa 20 nähtävä nollauksen ponnahdusikkuna, josta käyttäjän on valittava minkä toiminnon hän haluaa nollata. Nollauksessa kone palautuu

alkuasentoon ja nollaa käynnissä olleen sekvenssin. Nollaus on tehtävä ennen ensimmäistä käärintää. Alapalkista operaattori voi myös avata päävalikon ja palata nopeasti kahteen viimeksi käytettyyn sivuun, jotka päivittyvät automaattisesti Menu-painikkeen oikealle puolelle.

Molemmille koneille on omat kuvan 21 mukaiset käsiajosivut, joka täyttävät koko tilan ylä- ja alapalkkien välistä. Näin käsiajovalintapainikkeiden viereen on saatu tilaa yksityiskohdille valitusta käsiajosta. Operaattorilla on mahdollisuus säätää käsiajonopeutta ja paikkaa sitä tukevissa liikkeissä. Myös kyseisen liikkeen työ- ja kotiasennon rajatiedot ovat indikoitu vihreillä merkkivaloilla, joista operaattori voi tarkistaa oikean asennon. Käsiajoja voidaan ajaa valitsemalla ensin haluttu käsiajo 3D-kuvan ympäriltä ja sen jälkeen suorittaa liike painamalla pyöreitä ajopainikkeita. Ajopainikkeet mukautuvat automaattisesti valittuun käsiajoon näyttäen vain painikkeet, jotka soveltuvat kyseiseen käsiajoon. Ylös/alas -painikkeet ovat käytössä vertikaalisille liikkeille ja vasen/oikea-painikkeet, kun tuote liikkuu vaakatasossa. Aiemmassa käyttöliittymässä oli vain – ja + -painikkeet, jotka aiheuttivat operaattoreille hämäännystä mitä pitäisi oikeasti painaa. 3D-kuva tullaan korvaamaan jatkossa geneerisellä vaihtoehdolla, joka sopii kaikkiin Octomecan V-koneisiin.

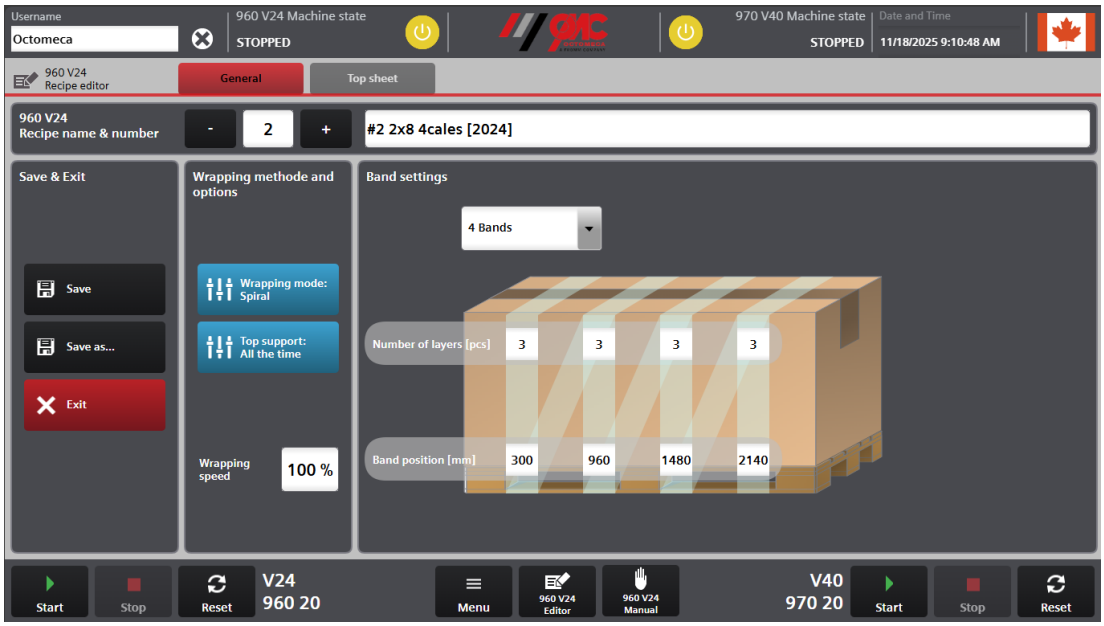


Kuva 21. V24 koneen käsiajovalikko.

Samassa kuvassa 21 on nähtävissä myös välilehtirakenne, jota hyödynnetään, kun näytettävät asiat eivät mahdu yhdelle sivulle. Tässä tapauksessa käsiajot ovat jaoteltu eri optioiden mukaan ja ne optiot, joita koneesta ei löydy, näkyvät deaktivoituina vaalean harmaina. Näitä painikkeita tullaan jatkossa hyödyntämään avamaalla niistä optioon liittyvä esittelyvideo, joilla optioita voidaan suoraan paneelista mainostaa asiakkaille ja näin luoda lisämyyntiä.

Reseptejä hallitaan omasta näkymästä, joka pantakoneissa on yksinkertainen, kuten esitetty-kuvassa 22. Valittavissa on pantojen lukumäärä, pantojen positio sekä kalvokierrosten määrä per panta. Lavakuva keskellä on dynaaminen ja sen pituus muuttuu valittujen pantojen lukumäärän mukaan. Myös lavan päällä näkyvien kalvokierrosten väri tummenee sen mukaan, kuinka monta kalvokierrosta on valittuna. Reseptieditorissa on mahdollisuus valita myös käärintätyyli, käärintäkehän pyörintänopeus ja mahdolliset optiolaitteet käyttöön tai pois.

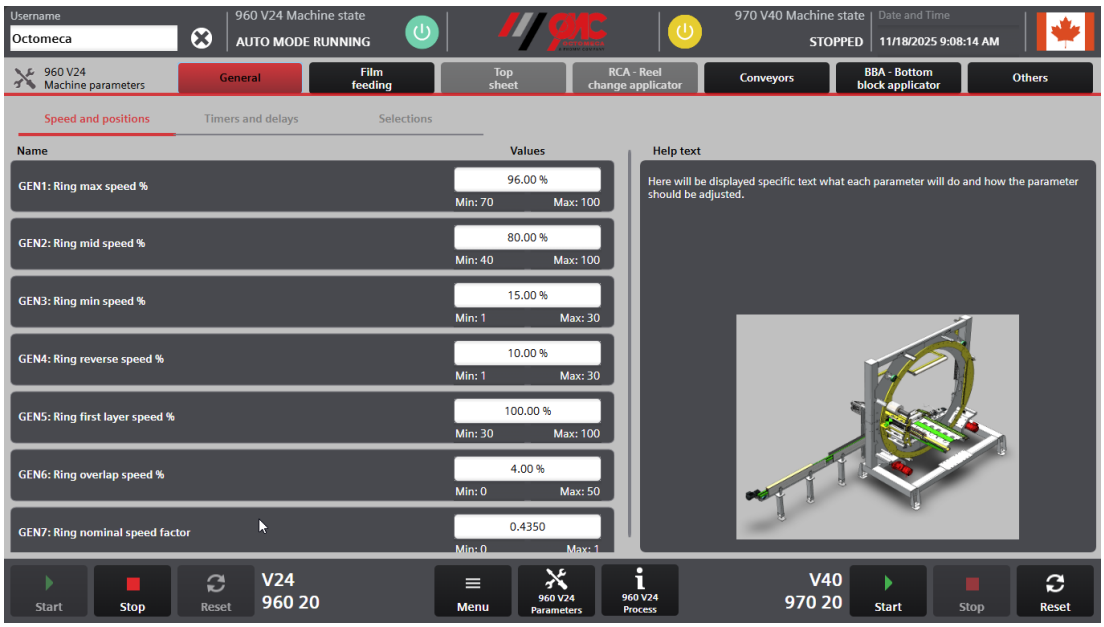
Reseptieditori on yksi monista salasanalla suojatuista sivustoista, joihin vaaditaan vähintään Manager-tason oikeudet. Tällä estetään, etteivät operaattorit vahingossa muokkaa hyväksi havaittuja reseptejä. Mahdollisia reseptimuistipaikkoja on varattu molempiin koneisiin sata, mutta yleensä näistä vain muutama on käytössä. Käyttäjä voi nimetä jokaisen reseptin haluamakseen, sillä reseptit tunnistetaan logiikassa numerosta. Reseptinnumero, jolla lava halutaan käärittävän, tulee yleensä käärintää edeltävältä laitteistolta signaalinvaihdon kautta.



Kuva 22. Pantakoneen reseptieditori.

Yksi eniten palautteita keränneistä vanhan käyttöliittymän ongelmista on tähän versioon parannettu. Käyttäjän painaessa reseptin tallennuspainiketta, näytölle tulee selkeä kuvan 20 mukainen vahvistusviesti ponnahdusikkunassa, jossa pyydetään varmistamaan haluttu toiminto. Käyttäjällä on myös mahdollisuus kopioida hyväksi katsomiaan reseptejä tallettamalla niitä uudelle numerolle.

Koneparametrien hallinta koki myös ison muutoksen vanhaan käyttöliittymään verrattuna, jossa sadat parametrit esitettiin operaattoreille sekavasti yhdessä pitkässä listassa ilman loogista ryhmittelyä. Parametrilistoissa oli myös lukuisia parametrejä, jotka liittyivät optioihin, joita koneissa ei edes ollut. Lisäksi saman option parametrit eivät olleet lähelläkään toisiaan listoissa. Uudessa käyttöliittymässä parametrit jaotellaan ensin optioittain omille välilehdille, kuten kuvassa 23 on nähtävissä. Lisäksi eri parametrityypit löytyvät omilta alavälilehdiltä. Eri tyyppejä ovat nopeuteen ja paikkaan liittyvät (REAL), aikaan ja viiveisiin liittyvät (TIME) ja valintaparametreihin (BOOLEAN) liittyvät. Parametrit ovat nyt lisäksi järjestetty numeroittain uusiksi siten, että yleisimmät ovat listassa ylimpänä. Projektin seuraavassa vaiheessa jokaiselle parametrille kirjoitetaan vielä lyhyt infoteksti, jossa selitetään käyttäjälle mitä kukin parametri tekee. Uutena ominaisuutena nyt myös jokaiselle parametrille on oikea yksikkö, kuten mm, cm, m/s, % entisen pelkän lukuarvon sijaan.



Kuva 23. Parametrit lajiteltuna optioittain.

Jokaisen parametrin yhteydessä on myös esitetty parametrin minimi ja maksimiarvot, joita Octomecan käyttöoikeuden omaava käyttäjä voi myös suoraan näytöstä muuttaa. Aiemmin tämä oli integroitu toiminto parametrin syöttöikkunassa KTP-näytöillä, mutta Unified sarjaan sitä ei ole vielä tehty. Toivottavasti tähän tulee jatkossa parannusta tulevissa TIA Portal versioissa. Tämä projekti on tehty TIA Portalin versiolla 19, joka on toiseksi uusin, mutta version 21 julkaisu on tulossa vielä marraskuun 2025 aikana.

Unified -paneelisarja on vielä tuotekehitysvaiheessa Siemensillä, jonka takia monesti ohjelmointityön aikana oli keksittävä kiertoteitä, koska kaikkea ei voi vielä ohjelmoida, kuten KTP-paneeleilla oli mahdollista. Onneksi moni asia on tehtävissä scriptaamalla Unifiedin JavaScript pohjaisella kielellä. Diplomityön valmistuminen viivästyi alkuperäisestä aikataulustaan, mikä ei valmistumisen kannalta ollut ihanteellista. Ohjelmointityön kannalta viiveellä oli kuitenkin myös positiivisia seurauksia. Työn alkuvaiheessa Siemens Unified -paneelit olivat täysin uusi tuote, eikä TIA Portal -ohjelmisto ollut ollenkaan valmis niiden kehittämiselle. Ajan kuluessa työkalut, kirjastot ja itse paneelien ohjelmistot ovat ehtineet kehittyä merkittävästi, mikä mahdollisti huomattavasti sujuvamman ja helpomman toteutuksen.

Uusien Unified -käyttöliittymien käyttöönotto muuttaa Octomecan koneiden kustannusrakennetta merkittävästi. Laitteiston hankintakustannukset kasvavat entisestään, mutta ohjelmiston ylläpito ja dokumentointi tehostuvat, josta on tiedossa pitkässä juoksussa isoja säätöjä. Aiemmin käytössä ollut KTP900 Basic -paneeli maksaa noin 1000 €, kun taas uusi Unified MT1500 Comfort asettuu noin 2400 € hintaluokkaan. Hintaero on merkittävä, mutta samalla näyttökoko kasvaa 9 tuumasta 15,6 tuumaan, joten vertailu ei ole täysin reilu, kun kyseessä on kaksi täysin eri luokan laitetta. Vanhoista paneeleista TP1500 Comfort olisi samankokoinen, mutta sen hinnat ovat lähteneet jo nousuun ollessa nyt noin 2550 €. Tämä paneelisarja on ilmoitettu jo päättyväksi sarjaksi, mikä nostaa tuotteiden hintaa. Ylläpidon kustannussäästöt saavutetaan muun muassa sillä, että Unified sarjan kanssa ylläpidettäviä pohjaprojekteja tulee olemaan vain yksi nykyisen neljän sijaan. Myös käyttöohjeiden laatiminen tulee helpottumaan, sillä uuden yhtenäisen käyttöliittymän vuoksi jokaisesta koneesta ei tarvitse laatia erillistä käyttöohjetta. Tuotekehityskuluihin voidaan laskea noin 400 tuntia ohjelmointityötä mitä projektiin on kaikkien kuukausien aikana käytetty.

7 Johtopäätökset ja pohdinta

Tämän diplomityön tavoitteena oli selvittää teollisen käyttöliittymän kehittämisen haasteita, arvioida Octomecan koneiden käyttöliittymän nykytilannetta eri käyttäjäryhmien näkökulmista sekä määrittää ja toteuttaa uusi käyttöliittymän prototyyppi. Työ jakaantui kirjallisuustutkimukseen, käyttäjä- ja asiantuntijakyselyihin sekä työn merkittävästi suurimpaan ja haastavimpaan osuuteen, jossa toteutettiin käytännön prototyyppi Octomecan asiakasprojektiin Kanadaan.

Kirjallisuustutkimuksen ja laitteistovertailun perusteella voidaan todeta, että teollisten käyttöliittymien modernimmalle ilmeelle ei juurikaan ole teknisiä rajoitteita. Nykyisin saatavilla olevat uusimmat käyttöliittymävaihtoehdot mahdollistavat visuaalisesti ja toiminnallisesti monipuolisten käyttöliittymien toteutuksen. Rajoitteet syntyvät ennemmin teollisuuden omista toimintatavoista. Järjestelmät tehdään kestämään kymmeniä vuosia eikä niitä juuri päivitetä. Kulutuselektroniikka uudistuu vuosittain ja päivityksiä tulee jatkuvasti langattomina OTA-päivityksinä mikä ei ole teollisuuden tiukkojen tietoturvarajoitteiden vuoksi vielä laajalti mahdollista. Muutoksia ja päivityksiä, jotka aiheuttaisivat tuotantokatkoksia, pyritään myös mahdollisuuksien mukaan välttämään. Teollisten käyttöliittymien on oltava myös luotettavia, turvallisia ja varmatoimisia. Tämän vuoksi kulutuselektroniikan nopeasti kehittyvät ja kokeilevat HMI-konseptit eivät sovi teollisuusympäristöön. Teollisten käyttöliittymien hitaampi kehitystahti ei siis johdu tekniikan rajoitteista vaan ympäristön rajoitteista ja toimintaan liittyvistä tekijöistä.

Octomeca käyttöliittymän nykytilan arviointi osoitti, että aiempi HMI-ratkaisu on toiminnaltaan luotettava, mutta visuaalisesti ja käytettävyydeltään vanhentunut. Niin operaattoreilta kerätty kuin Octomecan eri henkilöstöiltä kerätty palaute nosti esiin kukin omia kehityskohteitaan, mutta yhteistä kaikille oli tarve saada selkeämpää tilannetietoa, parempaa diagnostiikkaa ja ohjeistusta. Myyntiorganisaation näkökulmasta käyttöliittymä ei ole ratkaiseva myynnin lisäämisessä, mutta sillä on merkittävä vaikutus laatuvaikutelmaan ja Octomecan brändikuvaan nykyaikaisena toimittajana. Ohjelmoitsijat toivoivat helpompaa ylläpidettävyyttä ja nopeampaa läpimenoaikaa sekä helpotusta, ettei yksilöityjä dokumentteja tarvitsisi jatkossa enää laatia. Operaattoreiden mielestä parametrien ja häiriöiden ymmärrettävyydessä, kuten myös toimintaohjeissa olisi parannettavaa.

Vastaukseksi toiseen tutkimuskysymykseen ”miksi teolliset käyttöliittymät eivät monesti vastaa kulutuselektroniikan käytettävyyttä” voidaan todeta, että teollisuudessa järjestelmissä priorisoidaan turvallisuutta, toimintavarmuutta ja häiriöttömyyttä, kun taas kuluttajaelektroniikassa haetaan visuaalista elämystä, joilla erotutaan kilpailijoista ja tuotetaan kuluttajille mielihyvää. Diplomityönä suunniteltu ja toteutettu uusi Unified -pohjainen käyttöliittymä pyrkii pienentämään tätä eroa hyödyntämällä kuluttajaelektroniikasta tuttuja elementtejä ilman, että teollisuuden toimintavarmuudesta joudutaan tinkimään.

Uuden käyttöliittymän prototyypin toteutus asiakasprojektina Sopremalle osoitti Unified -paneelisarjan soveltuvuuden Octomecan uudeksi käyttöliittymäalustaksi. Työn tuloksena syntynyttä ohjelmistoa tullaan hyödyntämään jatkossa kaikissa Octomecan käärintäkoneissa, kunhan sitä jatkokehitetään vielä hieman eteenpäin kattaen vertikaalikoneiden lisäksi myös Octomecan yleisimmän konemallin, OMC-H horisontaalikoneet. Pilottiprojektissa asiakastyytyväisyys oli kuitenkin jo nyt sillä tasolla, että asiakas tilasi toisen linjan, joka kertoo omalla tavallaan projektin onnistuneen.

Vaikka aikataulujen ja asiakkaan tehtaan rakennusprojektin viivästymisten vuoksi todellista käyttäjäkokemusta ei saatu kerättyä oikeasta tuotantoympäristöstä, eikä kaikkia suunniteltuja ominaisuuksia voitu kehittää asiakkaan asettamassa aikataulussa, saatiin projektista jo erittäin hyödyllistä kokemusta ja kerättyä tärkeitä ideoita projektin jatkokehitykselle. Asiakkaalle toimitettu käyttöliittymän prototyyppi on täysin toimiva kokonaisuus, mutta osa suunnitelluista ominaisuuksista tullaan toteuttamaan seuraavissa projekteissa. Näistä merkittävimpiä ovat:

- Graafiset käärintäkoneisiin sopivat SVG-symbolit ja ikonit.
- Käyttöönottoavustaja ja paineilmojen testiohjelmat.
- Häiriökohtaiset opastustekstit ja koulutusvideot. Samat myös parametreille.
- Prodiag-toiminnot syvällisempää diagnostiikkaa varten.

Käytännön toteutuksesta tuli myös kantapään kautta opittua, että diplomityötä ei tulisi sitoa laajaan asiakasprojektiin, jossa aikataulu riippuu ulkopuolisista tekijöistä, kuten esimerkiksi tehtaan valmistumisen aikatauluista. Tällaiset diplomityönä tehtävät kehitystyöt tulisi tehdä irrallaan projektitoimituksista ja tehdä omina tuotekehitysprojekteinaan, jotta niitä voidaan kehittää ja testata rauhassa riippumatta asiakkaan valmiuksista.

Työn hyöty akateemisen tutkimuksen kannalta on rajallinen, koska työ ei tuottanut tieteelle juurikaan mitään uusia innovaatioita tai uutta teoriaa. Tämän tyyppiselle tuotekehitysprojektille se olikin täysin odotettavissa. Sen sijaan työn yritykselle tuottama hyöty on huomattava. Diplomityönä toteutettu uusi käyttöliittymä otetaankin jatkossa käyttöön kaikissa Octomecan koneissa. Työtä tullaan hyödyntämään jo lähiviikkoina seuraavan projektin alustana. Modulaarisen rakenteen ja yhtenäisen visuaalisen ulkonäön vuoksi tästä on merkittävää hyötyä yritykselle tulevaisuudessa säästyneiden kehityskulujen muodossa. Tämä vahvistaa diplomityön luonteen täysin tuotekehitysprojektina, jonka tuottama arvo siirtyy yritykselle eikä niinkään akateemiselle tiedemaailmalle.

Tämä diplomityö on ollut pitkä ja monivaiheinen prosessi, joka päättää minun elämänvaiheeni opiskelijana. Käytännönläheinen työ, mitä projektin läpivienti vaati, yhdistää vuosien aikana kerättyjä kokemuksia ja ammattitaitoani käyttöliittymän kehityksestä. Vaikka projekti koki useita viivästyksiä, kuten globaaleja toimitusvaikeuksia, asiakasprojektin haastavan aikataulun, sekä kiireiset omat elämäntilanteet, se tarjosi minulle mahdollisuuden kehittää jotain pysyvää. Tämän projektin tuloksena syntyi käyttöliittymä, joka tulee toimimaan perustana Octomecan koneissa vielä vuosiksi eteenpäin. Siitä saan olla aika ylpeä kouluttaessani koneiden käyttöä uusille asiakkaille ympäri maailmaa.

Lähteet

Ahmad, S., Singari, R. & Bhandarkar, S. (2024). Key Factors in Automobile Design: Expert Views on Enhancing User Experience during New Product Development. [Julkaisu]. Saatavissa: https://www.researchgate.net/publication/381322726_Key_Factors_in_Automobile_Design_Expert_Views_on_Enhancing_User_Experience_during_New_Product_Development

Culter, J & Selke, S. (2016). Plastics Packaging Properties, Processing, Applications & Regulations. 3rd Edition. s.202–218. Viitattu 21.9.2020 Saatavissa: https://www.sciencedirect.com/book/9783446407909/plastics-packaging#book-info

Das, M., Vijaykumar, P. & Chok N. (2024). Apple Inc.: A Case Study on Marketing Excellence and Sustainable Innovation in a Dynamic Market. [Julkaisu]. Viitattu 22.12.2020. Saatavissa: https://doi.org/10.47191/ijcsrr/V8-i4-31

EAO AG (2020). Design Considerations for Effective Human Machine Interface Systems. [Julkaisu]. Viitattu 22.12.2020 Saatavissa: https://eao.com/fileadmin/documents/PDFs/en/08_whitepapers/EAO_WP_HMI-Systems_EN.pdf

Fromm Group (2020). Company profile. [Verkkosivu]. Viitattu 18.8.2020. Saatavissa: https://www.fromm-pack.com/company/company-profile/

Fromm Packaging Australia (2020). FSW360 Semi-automatic pallet wrapping machine. [Verkkosivu]. Viitattu 16.09.2020. Saatavissa: https://www.fromm-pack.com.au/wrapping-solutions/pallet-wrapping-machine/fsw360-semi-automatic-pallet-wrapping-machine

Holma, E., Kunnaala, V. & Sundberg, P. (2012). Kuljetusvahingot tilastoissa ja asenteet niiden takana. Turun yliopiston merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskuksen julkaisuja. s.13. [Julkaisu] Viitattu 13.09.2020. Saatavissa: http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-29-5090-4

Järvi-Kääriäinen, T & Ollila, M. (2007). Toimiva Pakkaus. Pakkausteknologia Ry – PTR. s.10–14. Viitattu 13.09.2020.

Koskela, J. (2025). Toimitusjohtaja, Octomeca Oy, Haastattelu 22.09.2025

Kranert, F., Gertsheimer, O. & Frei, S. (2019). HMI Design Workbook [Julkaisu]. Viitattu 24.11.2020. Saatavissa: https://new.siemens.com/global/en/products/automation/simatic-hmi/hmi-design-workbook.html

Leivo, T., Mutanen, M. & Nieminen-Sundell, R. (2009). Diginatiivit, työ, kansalaisuus. Sitra. [Julkaisu]. Viitattu 28.11.2020. Saatavissa: https://www.sitra.fi/wp-content/uploads/2017/02/Diginatiivit-2.pdf

Macaulay, T. & Singer, B. (2016). Cybersecurity for Industrial Control Systems: SCADA, DCS, PLC, HMI, and SIS. [Julkaisu]. Saatavissa: https://ebookcentral.proquest.com/lib/lut/detail.action?docID=826923

Octomeca Oy (2020a). Yritys. [Verkkosivu]. Viitattu 18.8.2020. Saatavissa: https://www.octomeca.fi/fi/yritys/octomeca-oy/

Octomeca Oy (2020b). OMC-mallisto. [Verkkosivu]. Viitattu 21.9.2020. Saatavissa: https://www.octomeca.fi/fi/tuotekategoria/omc-mallisto/

Omni Group (2020). Hand wrapping pallets. [Verkkosivu]. Viitattu 16.09.2020. Saatavissa: https://www.omnigroup.com.au/hand-wrapping-pallets/

Santhi, A. & Muthuswamy, P. (2023). Industry 5.0 or industry 4.0S? Introduction to industry 4.0 and a peek into the prospective industry 5.0 technologies. [Julkaisu]. Saatavissa: https://doi.org/10.1007/s12008-023-01217-8

Signode Finland (2020). Octopus Twin. [Verkkosivu]. Viitattu 16.09.2020. Saatavissa: https://www.signode.fi/tuotteet/kiristekaarinta/octopus-twin/

Trioplast (2020). Lavakäärintä. [Verkkosivu]. Viitattu 18.09.2020. Saatavissa: https://www.trioplast.com/fi/tuotteet-ratkaisut/lavakaarinta/

Tzafestas, S. (2010). Human and Nature Minding Automation - An Overview of Concepts, Methods, Tools and Applications. s.35–48. Viitattu 15.12.2020. Saatavissa: https://link-springer-com.ezproxy.cc.lut.fi/book/10.1007/978-90-481-3562-2

WRAP (2020). Optimization of pallet wrapping film use. [Julkaisu]. Viitattu 17.09.2020. Saatavissa: http://www.wrap.org.uk/cy/collecting-and-reprocessing/dry-materials/plastics/reports/optimisation-pallet-wrapping-film-use

Wyns J., Cook J. & Dunno K. (2018). Post-wrapping behavior of high-performance stretch films. Journal of Applied Packaging Research: Vol. 10: No. 3, Article 1. Viitattu 5.9.2020. Saatavissa: https://scholarworks.rit.edu/japr/vol10/iss3/1

Liite 1. Myynnin ja markkinoinnin haastattelukysymykset, Janne Koskela

1. Strateginen ja liiketoiminnallinen näkökulma

    - Kuinka tärkeänä näet käyttöliittymän osana OMC-koneiden kilpailukykyä?
    - Koetko, että nykyinen käyttöliittymä kuvaa OMC:n oikeaa teknologista tasoa ja laatumielikuvaa asiakkaille?
    - Onko käyttöliittymä ollut koskaan ratkaiseva tekijä kaupan syntymisessä tai menettämisessä?
    - Näetkö käyttöliittymän osana tuotteen lisäarvoa, jota voidaan hyödyntää meidän koneiden korkeamman hinnan perustelussa myyntitilanteessa?

2. Myynnin ja asiakasrajapinnan näkökulma

    - Minkälaista palautetta asiakkaat ovat antaneet myynnille nykyisestä käyttöliittymästä? Onko se nähty esim. vanhanaikaisena, riittämättömänä vai toimivan yksinkertaisena?
    - Esitteleekö myynti käyttöliittymää osana koneen myyntiprosessia, vai jääkö se taustalle tekniseksi yksityiskohdaksi?
    - Olisiko modernimman ja visuaalisemman käyttöliittymän avulla helpompi myydä kone asiakkaille messuilla tai myyntitilanteissa?
    - Voisiko käyttöliittymän kautta esitellä myös koneen elinkaaripalveluja, etävalvontaa tai huoltopalveluita, jolloin se tukisi näiden lisämyyntiä?

3. Brändi ja asiakaskokemus

    - Tulisiko käyttöliittymän visuaalisen ilmeen olla yhtenäinen OMC-brändin kanssa (värit, logot)?
    - Voisiko uusi käyttöliittymä toimia myös markkinointivälineenä, esimerkiksi kuvissa, esitteissä ja videoissa, korostaen koneiden moderniutta?
    - Kuinka paljon painoarvoa annat sille, että käyttöliittymä erottuu kilpailijoista esimerkiksi visuaalisuudellaan tai helppokäyttöisyydellään?

- Onko olemassa markkinoilla kilpailijoita, joiden käyttöliittymä on mielestäsi tällä hetkellä esimerkillinen tai etulyöntiasemassa?

4. Investoinnit ja pitkän aikavälin visio

- Kuinka tärkeänä pidät sitä, että käyttöliittymä sopii eri konemalleihin, jolloin kehityskustannuksia voidaan jakaa laajemmin?

- Voidaanko käyttöliittymän kehitystä hyödyntää myös markkinointiviestinnässä OMC uutiskirjeissä tms.? Esimerkiksi "Uusi OMC Unified HMI, lisää helppokäyttöisyyttä ja informaatiota tuotantoon”?

- Miten arvioisit käyttöliittymäuudistuksen takaisinmaksavan kuluja: tehostuneen myynnin vai tyytyväisemmän asiakaskokemuksen kautta?