



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Anssi Lehtinen

Laitevärit

Opinnäytetyö
Kevät 2024
Insinööri (AMK), Konetekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (AMK), Konetekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Anssi Lehtinen

Työn nimi: Laitevärit

Ohjaaja: Jussi Yli-Hukkala

Vuosi: 2024

Sivumäärä: 34

Liitteiden lukumäärä: 0

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on Pesmel Oy. Yritys on päivittämässä laitevärejä, ja uudet värit on valittu tukemaan visuaalista käytettävyyttä ja Pesmel-brändiä.

Laitevärien päivitys ja toimenpiteet ovat alkaneet vuonna 2020. Tämä opinnäytetyö jatkui edellisestä Mikael Laihosen bränditunnistettavuuden luomista käsitelleestä opinnäytetyöstä. Aikaisemman opinnäytetyön sekä muun laiteväriin liittyvän materiaalin pohjalta tässä työssä lähdettiin kartoittamaan laitevärien päivittämistä käytännössä PLM-järjestelmään.

Opinnäytetyön teoriaosuus käsitteli tuotteen elinkaaren hallintajärjestelmää (PLM). Lisäksi teoriaosuudessa määriteltiin nimikkeen lisätiedon käsite ja miksi tätä attribuuttitietoa tarvitaan tuotaessa ja vietäessä tietoja PLM:n integroituihin ohjelmistoihin ja materiaaliluetteluihin.

Työn aikana selvitettiin, millaisia määritysehtoja pystytään käyttämään laitevärien automaattisessa päivityksessä PLM-järjestelmään. Lisäksi työn aikana testattiin, millaisia ehtoja voidaan käyttää niin uusien kuin vanhojen laitteiden värivalinnassa.

¹ Asiasanat: elinkaari, kehitys, laite, metadata, määrittely, raja-arvo (matematiikka), väri.

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Degree programme: Bachelor of Engineering, Mechanical Engineering

Specialisation: Mechanical and Production Engineering

Author: Anssi Lehtinen

Title of thesis: Device colours

Supervisor: Jussi Yli-Hukkala

Year: 2024

Number of pages: 34

Number of appendices: 0

The thesis was commissioned by Pesimal Oy. The company is updating its device colours, where the new colours support visual usability and the Pesimal brand.

The update of the device colours began in 2020. This thesis continued from a previous work where brand recognizability for Pesimal Oy in industrial systems was enhanced.

The theoretical part of the thesis described the product life cycle management (PLM-software system). The theory defined the concept of metadata and why this additional information was needed to import and export data to integrated software and bills of material in PLM.

The thesis explored how to adjust device colours in the PLM system. This work progressed alongside with customer projects. The work clarified the requirements for a device colour change when the metadata was updated in the system. The work also found what kinds of specification conditions could be used in the choice of device colours.

¹ Keywords: colouring, determination (activity), limit value (mathematics), metadata, product life cycle.

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	1
Thesis abstract	2
SISÄLTÖ	3
Kuva- ja kuvioluettelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Työn tausta	7
1.2 Työn tavoite.....	7
1.3 Työn rakenne	8
1.4 Yritysesittely	8
2 TUOTTEEN ELINKAAREN HALLINTA.....	10
2.1 Yleistä	10
2.2 PLM-järjestelmien kehitys nykyhetkeen	11
2.3 Tuotteen elinkaari PLM-järjestelmässä	12
2.4 Järjestelmäkokonaisuuksien integraatio liiketoiminnassa.....	13
2.5 Tuotetiedon hallinta	14
2.6 Attribuutit	15
3 NYKYTILAN KUVAUS.....	17
3.1 Käytettävät ohjelmistot ja niiden käyttö	17
3.1.1 Autodesk Inventor, Vault ja Navisworks.....	17
3.1.2 M-Files	17
3.1.3 Sovelvia Engineering	18
3.2 Laitevärien käyttö yrityksessä.....	19
4 UUDET LAITEVÄRIT.....	21
4.1 Uuden laiteväriyksen sovitut määrittymiset	21
4.2 Painohtomäärittymisen kehitys.....	22
4.3 Funktioiden määrittymis ja kehitys	23
4.3.1 Painomäärittymisen vaihtoehto 1	24

4.3.2	Painomäärityksen vaihtoehto 2.....	25
4.4	Testaus Sovelia-ohjelmiston testijärjestelmässä	27
4.5	Vanhojen laitevärien päivitys	28
4.6	Uusien laitevärien määrittäminen ja käyttö	28
4.7	Laitevärien muuttamisen laadunvalvonta PLM-järjestelmässä	29
5	TULOKSET	31
6	YHTEENVETO JA POHDINTA.....	33
	LÄHTEET	34

Kuva- ja kuvioluettelo

Kuva 1. Tuotteen elinkaari.	10
Kuva 2. Nimikkeen luonti valikko, Autodesk Inventorin Sovelia CAD lisäosassa.	18
Kuva 3. Sovelian järjestelmän kautta on mahdollista ladata 2D-, sekä 3D-malleja tarkasteltavaksi osa tai kokoonpano kohtaisesti.	19
Kuva 4. Käytössä olevat sekä uudet laitevärit.....	22
Kuva 5. Pesmel Oy:n uuden tuoteväritys ohjeistuksen mallikuva.	22
Kuva 6. Painoehdon määrittäminen tyyliehdotus 1. Sisältäisi enemmän tummaa väritystä.	24
Kuva 7. Yhden ehdon määrittäminen ainoastaan painorajaa käyttäen.	25
Kuva 8. Esimerkki painoraja funktiosta ainoastaan yhden ehdon määrittämisellä.	26
Kuva 9. BOM-listan uusi laitevärimäärittäminen testi 80 kg painoehtoa käyttäen.	26
Kuva 10. Reiästäärintäkoneen vertailu uuden ja vanhan laitevärin kanssa 80 kg määrittämisellä.	26
Kuva 11. Lamellikuljettimen vertailu vanhan ja uuden laitevärin kanssa.....	27
Kuva 12. Paperiteollisuuden hyllystö hissien laiteväri vertailu vanhan ja uuden kanssa.....	28
Kuva 13. Sovelia CAD lisäosan uudet laitevärin attribuutit lisättynä värin valinta valikkoon.....	29
Kuvio 1. Tuotetiedon hallinnan pääalueet.	15

Käytetyt termit ja lyhenteet

Attribuutti	Tietotekniseen tiedostoon liittyvä lisämäärite, jota kutsutaan myös metadatakksi tai nimiketiedoksi. Laadukkaat metatiedot parantavat tiedonhakua sekä helpottavat tietojärjestelmän välistä tiedonsiirtoa.
Dataset	Tiedosto, joka on liitetty nimikkeeseen. Voi olla esimerkiksi nimikkeeseen liitetty CAD-tiedosto tai piirustuksesta luotu PDF -tiedosto.
ERP	Toiminnanohjausjärjestelmä (eng. Enterprise Resource Planning)
Inventor	Autodesk Inventor professional, CAD-suunnitteluohjelmisto.
Item	Nimike on Suomeksi yleisesti käytetty nimitys objektista, joka kuvaa yhtä osaa tai kokoonpanoa. Nimike on objektin kansio, johon voidaan tallentaa datasettejä ja attribuuttitietoa.
PDM	Tuotetiedon hallinta (Product data management).
PLM	Tuotteen elinkaaren hallinta (Product lifecycle management).
Sovelia	Sovelia PLM on ohjelmisto tuotteen elinkaaren hallintaan. Sovelia PLM koostuu moduuleista, joiden kehittämisessä on hyödynnetty pitkää kokemusta erilaisten yritysten PDM- ja PLM-implementaatioista. Moduulit tukevat alalla hyväksi todettuja prosesseja ja käytäntöjä ja ovat joustavasti mukautettavissa yrityksen yksilöllisiin tarpeisiin.
Vault	Autodesk Vault Professional, PDM-ohjelmisto.

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Yhtäaikaisten käynnissä olevien asiakasprojektien myötä on osoittautunut haasteelliseksi toteuttaa asiakkaiden toiveiden mukaiset laitevärit. Jatkossakin näitä erikoisvärejä saattaa vielä esiintyä yksittäisissä asiakasprojekteissa. Pesimal aikoo kuitenkin päivittää omaa laiteväriystään ja tuo uusien värien kanssa päivitykset näkyviin mahdollisuuksien mukaan myös 3D-malleihin sekä pyrkii samalla harmonisoimaan koko laitekirjaston väriystä. Tavoitteena on luoda yhtenäinen brändi, joka on tunnistettavissa omasta laiteväriystään. Päämääränä on saavuttaa ajaton ja tyylikäs kokonaisuus käyttämällä vaalean harmaata standardiväriä sekä tumman harmaata komponenttiväriä.

1.2 Työn tavoite

Tämän työn tavoitteena on kehittää vaihtoehdot laitevärien päivittämiseen PLM-järjestelmässä. Aikaisemmin käytössä olleet väriehdotyylit oranssi väriyst liikkuville laitteille ja tummansininen kiinteille laitteille, kuten lattiavaluun kiinnitetty hitsatut runkokokoonpanot. Värimääriyst tullaan korvaamaan uudella painorajamääriystkellä. Nykyisellä laitevärimääriystkellä kaikki liikkuvat laitteet, jotka valitaan maalattavaksi ovat attribuuttinimikkeellä Moving ja ne laitteet, jotka ovat kiinteästi asennettuna valitaan attribuutilla väriystkeksi Motionless. Uudet värimääriystkset tulevat olemaan vaalean harmaa yleisväri, jonka nimitys attribuuttina on Standard ja tumman harmaa komponenttiväri Component. Työn tavoitteena on lisäksi löytää optimaalinen väriehdotratkaisu ja luoda määriyst, jolla voidaan luoda makro-ohjelma tuotteen elinkaaren hallintajärjestelmään. Ohjelman avulla voidaan suorittaa massajo, joka määristelee ehtoyhdistelmän avulla uudet väriyhdistelmät edellisten väriytietoien tilalle. Uudet väriyhdistelmät määriytyisivät osien painoa hyödyntäen.

Työssä tarkastellaan myös laitevärejä tulevaisuuden näkökulmasta ja pohditaan, miten laitevärit valitaan jatkossa. Tarkastellaan, onko mahdollista ottaa käyttöön ehtoyhdistelmä, jossa laitteen tai osan liikkuvuus määristelee väriin, tai vaihtoehtoisesti ylittäessään valitun painorajan väri muuttuu automaattisesti tummasta vaaleaksi. Luotaessa nimikkeitä PLM-järjestelmään, tällaisen uuden värimääriystksen ohjeistaminen mekaniikkasuunnittelijoille

auttaa laiteväriin käyttöönotossa valitsemaan värivaihtoehdot uusien osien luonnin aikana vaivattomasti.

1.3 Työn rakenne

Opinnäytetyön ensimmäinen luku on johdanto, joka käsittelee työn taustan, tavoitteen sekä työn rakenteen. Ensimmäisen luvun lopuksi esitellään yritys, jossa työ suoritetaan. Luvussa 2 on teoriaosuus, jossa käsitellään tuotteen elinkaaren hallinnan perusteet. Lisäksi käsitellään tuotteen elinkaaren hallinnan kokonaisuutta PLM-järjestelmässä. Teoriaosuudessa käsitellään järjestelmäkokonaisuuden integraatiota liiketoiminnassa, tuotetiedon hallintaa sekä PLM-järjestelmän yksittäisten attribuuttien perusteita. Luvussa 3 on nykytilan kuvaus yrityksessä. Lisäksi luvussa käydään läpi myös käytettävät ohjelmistot sekä kartoitus laitevärien käytöstä nykyhetkessä. Luku 4 käsittelee itse opinnäytetyön aiheen tutkintaa laiteväreistä sekä siihen liittyvän aineiston selvityksestä. Tässä luvussa käsitellään myös opinnäytetyön aikana tehtyjä käytännön osuuksia. Luvun loppuosuus käsittelee sitä, mitä tulee ottaa huomioon työn käytännön toteutuksessa tulevaisuudessa. Luku 5 kertoo tuloksista ja siitä, mihin asti laitevärien päivityksessä päästiin. Lisäksi kerrotaan, mitkä ovat laitevärien päivityksen seuraavat vaiheet. Viimeisessä luvussa ovat yhteenveto ja pohdinta. Luvussa käydään läpi tulokset, työn kokonaisuus, tulevaisuuden suunnitelmat ja kehitysehdotukset.

1.4 Yritysesittely

Pesmel Oy:llä on yli 45 vuoden kokemus materiaalivirtojen ja logistiikan parantamisesta sellu-, paperi-, metalli- ja rengasteollisuudessa (Pesmel, i.a.-a). Pesmel tarjoaa asiakkailleen Material Flow How® -konseptin, joka kattaa älykkään suunnittelun, aktiivisen elinkaarihuollon ja ylläpidon. Yritys keskittyy älykkäisiin pakkaus- ja käsittelyratkaisuihin automatisoidussa korkeavarastossa, mahdollistaen räätälöidyt ratkaisut asiakkaiden tarpeisiin.

Pesmel korostaa tarjoavansa konkreettisia etuja asiakkailleen, kuten parantunut tilatehokkuus, tehostuneet materiaalivirrat, parempi työturvallisuus, tehokkaampi lastaus, lyhyemmät läpimenoajat ja parannettu toimitustarkkuus ja -laatu (Pesmel, i.a.-b). Pesmel sitoutuu jatkuvaan kehitykseen ja tekniseen huippuosaamiseen pohjautuen viiteen kulmakiveen:

innovaatio, tekninen osaaminen, järjestelmäosaaminen, räätälöinti ja joustavuus sekä elinikäinen tuki ja palvelut. Pesimal rakentaa täyden simulointimallin logistiikkajärjestelmilleen. Simulointiprosessi luo digitaalisen kaksosen, jota käytetään käyttöönotossa sekä sen jälkeen päivittäisessä toiminnassa kuten automaattisen varastoinnin jatkuvassa optimoinnissa.

Pesimal on laajentunut yli 400 materiaalivirtateknologian toimituksella maailmanlaajuisesti toimien tytäryhtiöiden ja edustajaverkoston kautta Pohjois-Amerikassa, Euroopassa ja Aasiassa (Pesimal, i.a.-c). Yritys perustettiin vuonna 1978, ja sen pääkonttori sijaitsee Suomessa, Kauhajoella.

2 TUOTTEEN ELINKAAREN HALLINTA

2.1 Yleistä

Tuotteen elinkaaren hallinta (Product Lifecycle Management, PLM) on liiketoimintastrateginen lähestymistapa, joka keskittyy tuotteen koko elinkaaren hallintaan (Udroiu & Bere, 2018, s. 1–8). Se kattaa tuotteen suunnittelun, kehityksen, valmistuksen, käytön ja lopulta kierrätyksen tai hävittämisen (kuva 1). PLM:n tavoitteena on parantaa tuotteen laatua, vähentää tuotantokustannuksia, nopeuttaa tuotteen markkinoille saattamista ja tehostaa resurssien käyttöä. PLM:n avulla yritykset voivat myös parantaa yhteistyötä eri osastojen välillä, tehostaa tiedonhallintaa ja parantaa päätöksentekoa. PLM on tärkeä osa monien yritysten liiketoimintastrategiaa ja se on yhä tärkeämpi tekijä globaalissa kilpailuympäristössä.



Kuva 1. Tuotteen elinkaari.

Martion (2015, s. 9) mukaan tuotetiedon hallinta (Product Data Management, PDM) on vanhempi käsite nykyisin useimmin käytetystä PLM-termistä, joka kattaa isomman kokonaisuuden tuotteen elinkaaren hallinnasta.

PLM-järjestelmän käsite sisältää laajan valikoiman toimintoja, kuten tuotetietojen hallinnan (Product Data Management, PDM), joka sisältää tuotteet ja piirustukset, dokumenttien hallinnan, konfiguraatiohallinnan, muutostenhallinnan, projektinhallinnan ja muita vastaavia tehtäviä (Udroiu & Bere, 2018, s. 1–8). Näiden toimintojen avulla PLM-järjestelmä tukee organisaatiota prosessien optimoinnissa, virheiden vähentämisessä, tuotekehityksen nopeuttamisessa ja tuotteen laadun sekä kustannustehokkuuden parantamisessa. PLM-

järjestelmä toimii integroidusti eri liiketoiminnan osa-alueilla, mikä edistää tehokasta yhteistyötä ja tiedonjakoa organisaatiossa.

PLM-järjestelmässä tiedonhallintaa ja luokittelua tehostetaan lisäämällä jokaiselle nimikkeelle attribuutti eli lisätieto (Sääksvuori & Immonen, 2002, s. 34). Tämä lisätieto kuvaa nimikettä ja tukee järjestelmää tiedon organisoinnissa. Tämä prosessi varmistaa käyttäjäjo olemassa olevaa tietoa mahdollisimman tehokkaasti. Tällä tavoin vältetään tarpeettomien uusien nimikkeiden luominen.

2.2 PLM-järjestelmien kehitys nykyhetkeen

Tuotteiden hallintaan liittyvät järjestelmät ovat kokeneet merkittävän kehityksen ajan myötä vastatakseen liiketoiminnan kasvaviin tarpeisiin ja teknologisten muutosten haasteisiin (Global University Alliance, 2023). Alkuvaiheissa, erityisesti vuoden 1985 jälkeisenä aikana, PLM keskittyi pääasiassa tuotetiedon hallintaan (Product Data Management, PDM), kun yritykset alkoivat tiedostaa tarpeen tehokkaammalle tuotteen elinkaaren hallinnalle.

2000-luvulla PLM-järjestelmät laajenivat kattamaan koko tuotteen elinkaaren hallinnan, mikä sisälsi suunnittelun, valmistuksen, jakelun, käytön ja kierrätyksen (Segal, 2023). Tämä vaihe toi mukanaan monimutkaisempia toiminnallisuuksia ja integraatiota muihin liiketoimintajärjestelmiin. 2010-luvulla digitaalinen kaksonen ja virtuaalisen prototyypin käyttö tulivat keskeisiksi. Tämä mahdollisti tuotteiden suunnittelun, testauksen ja kehityksen virtuaalisesti ennen fyysisten prototyyppien valmistamista. IoT:n ja älykkäiden laitteiden yleistymisen myötä 2010-luvulla ja nykyhetkellä PLM-järjestelmät voivat integroitua reaaliaikaisiin tietoihin, käytön aikana. Tämä mahdollistaa paremman tuoteseurannan ja huollon. Nykyään älykkyys ja tekoäly ovat vahvasti läsnä PLM-järjestelmissä tuoden mukanaan ennustavaa analytiikkaa, suositusjärjestelmiä ja automaattista päätöksentekoa. Yhteisöllisyys ja avoimet standardit ovat nousseet esiin, mikä parantaa eri organisaatioiden ja järjestelmien välistä yhteistyötä ja integraatiota PLM-ympäristöissä. Tulevaisuudessa nähdään älylaitteiden, kuten älylasien ja laitteiden sekä lisätyn todellisuuden (AR) ja virtuaalitodellisuuden (VR) entistä laajempaa integroitumista PLM-järjestelmiin. Kaikki nämä kehityssuunnat ilmentävät PLM-järjestelmien jatkuvaa sopeutumista teknologian ja

liiketoimintaympäristön muutoksiin vastatakseen entistä monimutkaisempiin tuotteen elinkaaren hallinnan tarpeisiin.

2.3 Tuotteen elinkaari PLM-järjestelmässä

PLM-järjestelmässä tuotteiden elinkaaren hallinta kattaa tuotteen suunnittelun, kehityksen, valmistuksen ja ylläpidon eri vaiheet, kuten tuotantoon vientivaiheen, käyttöönoton, luovutuksen ja huollon (Segal, 2023). Järjestelmä mahdollistaa tuotetiedon kokonaisvaltaisen hallinnan, yhteistyön eri sidosryhmien välillä sekä tuotteeseen liittyvän tiedon seuraamisen ja päivittämisen reaaliaikaisesti. PLM-järjestelmä tukee tehokasta viestintää suunnittelutiimien, valmistuksen ja huollon välillä, mikä parantaa tuotteen laatua, vähentää virheitä ja tehostaa koko tuotteen elinkaaren hallintaa. Lisäksi se tarjoaa työkalut tuotteen dokumentaation, muutostenhallinnan ja laadunvarmistuksen optimoimiseen. PLM-järjestelmä on olennainen työkalu organisaatioille, jotka haluavat parantaa tuotetiedon hallintaa ja tehostaa tuotekehitysprosessiaan. Tuotteen elinkaari PLM-järjestelmässä kattaa useita vaiheita, ja PLM tarjoaa työkalut ja toiminnallisuudet tuotteen hallintaan aina sen suunnittelusta käyttöönotosta ja huollosta, kierrätykseen ja poistoon asti.

Tuotteen elinkaaren hallinta (PLM) on prosessi, joka kattaa tuotteen koko elinkaaren alkaen nimikkeen luonnista ja päättyen käytöstä poistoon (Segal, 2023). Nimikkeen luonti: Tässä vaiheessa määritellään tuotteen rakenne, komponentit ja niiden väliset suhteet. PLM mahdollistaa tarkat tuotetietojen hallintatoiminnot. Kehitys: PLM tukee tuotteen konseptointia, suunnittelua ja mallintamista. Se mahdollistaa suunnittelijoiden yhteistyön, versiohallinnan ja dokumenttien hallinnan. CAD-integraatio PLM-järjestelmään helpottaa suunnittelijoiden työtä. Tuotantoon vienti: Kun suunnittelu on valmis, PLM helpottaa tuotteen siirtymistä tuotantoon. Se hallitsee valmistusprosessia, mukaan lukien materiaalinhallinta, tuotantosuunnitelmat ja työohjeet. Käyttöönotto- ja luovutusvaihe: PLM tallentaa dokumentaation, testausraportit ja käyttöohjeet. Se helpottaa tuotteen siirtymistä valmistusvaiheesta asiakkaalle tai käyttäjälle. Huoltovaihe: PLM jatkaa elinkaaren hallintaa, tallentaen huolto-ohjeet, korjausraportit ja varaosatiedot. Se tukee kunnossapidon suunnittelua ja varmistaa, että kaikki huoltotoimet dokumentoidaan. Käytöstä poisto: Tuotteen elinkaari päättyy, kun tuote poistetaan käytöstä. Tämä vaihe sisältää tuotteen elinkaaren lopun,

mukaan lukien tuotteen hävittämisen, kierrättämisen tai uudelleenkäytön. Monissa tapauksissa menestyksekkäitä tuotteita parannellaan edelleen tulevilla iteraatioilla.

Tuotteen elinkaaren eri osia (Segal, 2023) ovat:

- Konseptivaihe
- Suunnitteluvaihe
- Myyntivaihe
- Tuotantovaihe
- Tukivaihe
- Elinkaaren loppu

Konseptivaiheessa tehdään alustavaa suunnittelua ja markkinatutkimusta (Segal, 2023). Suunnitteluvaiheessa tuotetta kehitetään ja testataan. Tässä vaiheessa luodaan tuotteen prototyypit ja varmistetaan, että se täyttää kaikki sääntely- ja turvallisuusvaatimukset. Tuote siirtyy myyntivaiheeseen, jossa se markkinoidaan ja myydään asiakkaille. Tuotantovaiheessa tuote siirtyy tuotantoon, jos yritys on luottavainen tuotteeseensa ja uskoo, että sille on markkinoita tai vastaavasti tuote on myyty projektiasiakkaalle. Tukivaiheeseen kuuluu tuen tarjoaminen asiakkaalle. Tässä vaiheessa tarjotaan jatkuvaa tukea, kuten käyttöönotto ja asiakaspalvelu, takuut sekä huollot ja korjaukset. Tuotteen elinkaaren ja käyttöään päättyessä vaiheeseen kuuluu yhä useammin käyttötarkoituksen muuttaminen, kierrätys ja viimeiseksi tuotteen hävittäminen. Useasti tähän vaiheeseen kuuluu menestyvien tuotteiden päivittäminen uusimpiin versioihin. Kaikkien näiden vaiheiden hallinta PLM-järjestelmällä tuo merkittäviä etuja, kuten paremman tiedonhallinnan, suuremman tehokkuuden ja laadukkaamman tuotteen elinkaaren hallinnan.

2.4 Järjestelmäkokonaisuuksien integraatio liiketoiminnassa

Tuotteen elinkaaren hallintajärjestelmien (PLM) ja toiminnanohjausjärjestelmien (ERP, Enterprise Resource Planning) integroinnin etuja ovat muun muassa osastojen välisen viestinnän parantuminen (Technia, i.a.). Tämä vähentää virheitä ja viiveitä, jotka johtuvat virheellisestä viestinnästä tai tiedon jakamisen puutteesta. Tämä tarkoittaa, että tiedonkulku

organisaation sisällä tehostuu, mikä puolestaan parantaa tuotteen suunnittelua, valmistusta ja jakelua.

Tuotehallinnan monimutkaistuminen edellyttää entistä suurempia kyvykkyyksiä ja toiminnallisuuksia, mikä korostaa PLM-järjestelmien merkitystä (Roima Blog Post, i.a.). Nämä järjestelmät mahdollistavat tehokkaan muutos- ja versionhallinnan sekä keskitetyn tuotetiedon hallinnan. PLM-järjestelmät integroituvat CAD-ohjelmistoihin, mikä helpottaa mekaanisen ja sähköisen dokumentaation hallintaa. Kaikki tuotetiedot tallennetaan yhteen PLM-järjestelmään, josta työntekijät voivat tarkastella koko tuoterakennetta. PLM- ja ERP-järjestelmien välillä on selkeä roolijako: PLM keskittyy tuotetietojen hallintaan, kun taas ERP hallitsee tuotantotietoja ja -prosesseja. PLM-järjestelmän keskeisiä toimintoja ovat tuotehallinta, tuoterakenteen hallinta, dokumentaation hallinta, muutosprosessin hallinta, yksittäisten rakenteiden ylläpito ja hallinta sekä huolto- ja varaosatietojen hallinta. ERP-järjestelmän tärkeimpiä toimintoja ovat myynnin ja toiminnan suunnittelu, kirjanpito, tilausten hallinta, hankintojen hallinta, tuotannonohjaus ja toimitusten hallinta. PLM- ja ERP-järjestelmien integraatiot perustuvat tiedonsiirtolinkeille, jotka mahdollistavat tarvittavien tietojen siirtämisen järjestelmien välillä. PLM-järjestelmä tarjoaa ajantasaista tuotetietoa asiakkaille, toimittajille ja alihankkijoille erityisessä portaalisovelluksessa.

2.5 Tuotetiedon hallinta

Martion (2015, s. 9) mukaan tuotetiedon hallintajärjestelmän pitäisi hallita kaikkea tuotteisiin liittyviä tietoja. Näin ei kuitenkaan käytännössä tapahdu, vaan tuotetiedon hallintajärjestelmä eli PLM-järjestelmä on useimmiten keskittynyt tuotesuunnitteluun ja yleensä myös tuoteyksilöihin liittyviin tietoihin.

Tuotetiedon hallinta voidaan jakaa seuraaviin pääalueisiin (kuvio 1): Nimikkeiden hallinta käsittää jokaisen PLM-järjestelmään lisätyn yksilön, jota kutsutaan nimikkeeksi (Martio, 2015, s. 48–50). Tuotetiedon hallinta on erityisesti nimikkeiden hallintaa. Nimike voi olla esimerkiksi yksilöllinen komponentti tai dokumentti. Usein dokumenttien hallinta on ensimmäinen tuotetiedon ongelma, johon haetaan apua PDM-järjestelmästä. Kaikki yleiset nimikkeiden ominaisuudet koskevat myös dokumentteja, ja lisäksi on myös erityispiirteitä, minkä vuoksi dokumenttien hallintaa käsitellään omana aiheenaan tuotetiedon hallinnassa.

Lähes kaikilla laitteilla on hierarkkinen monitasoinen tuoterakenne. Muutosten hallinta on yksi PLM-järjestelmien tärkeimmistä tehtävistä. PLM-järjestelmän tulee integroitua tuotetietoa luoviin ja sitä käyttäviin järjestelmiin kuten CAD- ja ERP-järjestelmät. Nimikkeiden hallinta on yksi tärkeimmistä tehtävistä ja ilman nimikkeiden käsittelyyn liittyvien prosessien määrittelyä tuotetiedon hallintaa ei ole. Kaikkiaan yksi PLM-järjestelmän tärkeimmistä tehtävistä on parantaa työntekijöiden välistä kommunikaatiota yrityksessä. Järjestelmään luotavat nimikkeet määrittelevät ja luovat yhteisen kielen, jolla laitteista ja komponenteista puhutaan yrityksen sisällä.



Kuvio 1. Tuotetiedon hallinnan pääalueet.

2.6 Attribuutit

Martion (2015, s. 60) mukaan yksittäisiin nimikkeisiin liittyy monta määrämuotoista tietoa, joita kutsutaan yleisesti attribuuteiksi, ja joskus näitä tietoja kutsutaan myös metadataksi. PLM-järjestelmässä määritellään usein nimikkeille monia attribuutteja. Esimerkiksi nimikkeen tunniste ja kuvaus ovat toistuvia, ne ovat sisäänrakennettuja attribuutteja, jotka kertovat nimikkeen lisätietoja. Näiden lisäksi nimikkeet sisältävät tarvittavan määrän muita tarvittavia attribuutteja, kuten luontipäivämäärä, tiedostotyyppi ja esimerkiksi konepiirustuksilla attribuuttina voi olla piirustuksen koko. Nimiketyyppettä käytettäessä jokainen nimike on luokiteltu sen mukaan, mihin ryhmään mikäkin nimike kuuluu. Nimikkeellä on yleensä

tunnisteen lisäksi lyhyt kuvaus tai voi vastaavasti olla myös pitkä kuvaus. Lisätiedot annetaan yleensä myös organisaation käytössä olevilla kielillä.

Nykypäivän tietopohjaisessa ympäristössä organisaatiot kohtaavat haasteen hallita valtavia tietomääriä tehokkaasti eri järjestelmien välillä (Shilovitsky, 2023). CAD-, PDM-, PLM- ja ERP-järjestelmissä yksi kriittinen näkökohta on, miten kaikki vastaavat ominaisuudet säilytetään ja tiedonhallintajärjestelmät ja strategia yhdenmukaistetaan osanumeroiden kanssa. Monipuoliset nimikkeen sisäiset lisätiedot eli tunnistekuvaukset, joita voidaan kutsua myös attribuuttijoukoiksi, parantavat osanumeron analysointia ja käyttöä sekä helpottavat samalla integrointia eri järjestelmiin.

3 NYKYTILAN KUVAUS

3.1 Käytettävät ohjelmistot ja niiden käyttö

Pesmel Oy:ssä on käytössä kattava kokonaisuus tuotannon hallintaan suunnittelusta tilauksiin. Yrityksen ohjelmistot on pyritty integroimaan yhtenäisiin käyttäjäkokemuksiin, jolla pienennetään virheiden riskiä sekä helpotetaan työruutiineja yrityksen sisällä. Ohjelmistojen tehokkuus sekä sujuva käyttökokemus ovat avainasemassa.

3.1.1 Autodesk Inventor, Vault ja Navisworks

Autodesk Inventor on Pesmelin pitkäaikaisessa käytössä ollut 3D-mallinnusohjelmisto. Tällä ohjelmistolla suunnitellaan 3D-mallit sekä piirustukset. Nämä tallennetaan Autodesk Vault PDM-järjestelmällä yrityksen sisäiselle serverille, josta tiedot saadaan julkaistua PLM-järjestelmään. Yrityksen sisäinen teräsrakennepuoli käyttää siihen erikoistunutta Tekla Structures ohjelmaa. Autodesk Navisworks auttaa yrityksen sisäisten rinnakkaisohjelmistojen yhdistämisen samaan layout 3D-malliin tarkasteltavaksi. Tämä auttaa esimerkiksi teräsrakennepuolen IFC-mallien sekä Inventor-mallien sovittamisen yhtenäiseen kokoonpanoon sekä asiakkaiden ja alihankkijoiden liittämisen eri ohjelmien välillä samaan 3D-malliin. Navisworks-mallia voidaan helposti esitellä myös asiakkaille yhden tiedoston avulla, joka sisältää kaikki liitetyt mallinnukset.

3.1.2 M-Files

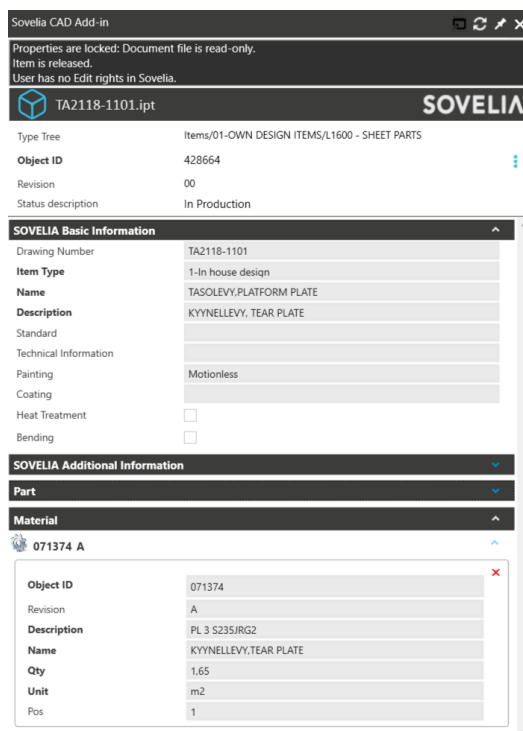
Pesmel Oy:n käytössä oleva M-Files tiedostojenhallintajärjestelmä tarjoaa yrityksen kansiorakennekokonaisuuden. Tätä käytetään yrityksen projekteihin kuuluvien tiedostojen järjestelyyn kansiokohtaisesti. Ohjelmisto toimii verkkopohjaisesti tietokoneen resurssien hallinnan kautta, jolloin tiedostot on mahdollista saada sisäisen julkaisun jälkeen kaikkien saataville. M-Files sisältää yrityksen sisäisiä työkiertoja sekä ohjelman kautta on mahdollista lähettää viestintää henkilöstön välillä. Järjestelmään ladataan myös asiakasprojektien kaikki materiaalit sopimuksista mekaanisiin piirustuksiin. Lisäksi järjestelmään sisällytetään esimerkiksi projekteille tärkeät 2D-piirustukset kuten perustuskuvat ja layoutsuunnitelmat.

Laitevärejä koskevat asiakaskohtaiset väritiedot löytyvät M-Files järjestelmään lisätyistä esisuunnittelutiedoista.

3.1.3 Sovelia Engineering

Sovelia Engineering on PLM-järjestelmä, joka on integroituna Autodesk Inventor CAD-suunnitteluohjelmistoon. Sovelian kautta saadaan ladattua esimerkiksi laitekohtainen BOM-osalista. Osien ja kokoonpanojen tiedot pystytään hakemaan verkkopohjaisesta Sovelian ympäristöstä myös yrityksen ERP-järjestelmään. Sovelia PLM-järjestelmä tarjoaa Pesmel Oy:lle integroidun hallinnointikäyttöliittymän, joka mahdollistaa yhtenäisen käyttäjäkokemuksen työntekijälle.

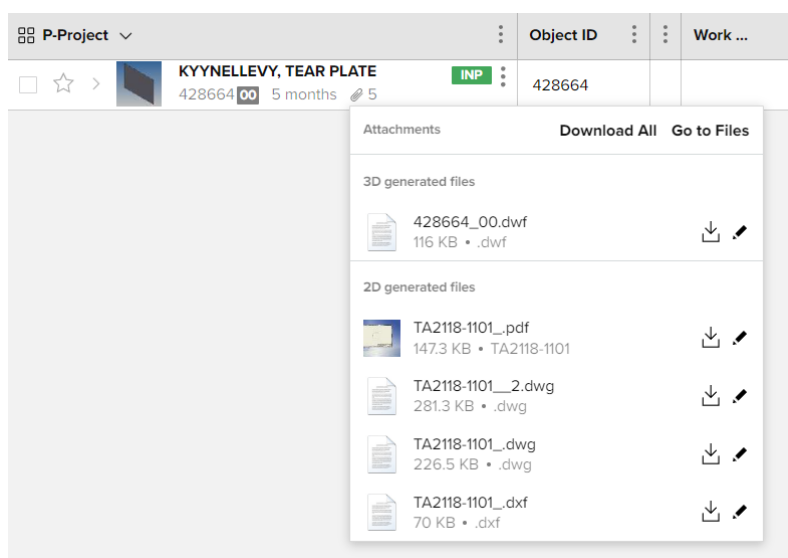
Soveliasta löytyy myös Sovelia Inventor, joka on Autodesk Inventor-ohjelmiston lisäosa, joka antaa mahdollisuudet päivittäisen suunnittelutyön tehostamiseen ja tuotetiedon sekä dokumentaation laadun parantamiseen Sovelia CAD lisäosaohjelmistolla (kuva 2). Pesmel Oy varmistaa tällä nopeamman nimikkeen luontiprosessin. Tämä pyrkii vähentämään manuaalisen työn sekä ohjelmien vaihtelun suunnittelun aikana. Sovelia Inventor-lisäosaa käytetään nimikkeen luonnista mallin ja piirustuksen lataamiseen PLM-järjestelmään.



Kuva 2. Nimikkeen luonti valikko, Autodesk Inventorin Sovelia CAD lisäosassa.

Sovelia Vault -ohjelman sisäänrakennetulla lisäosalla pystyy automatisoimaan rutiinit ja laajentamaan Autodesk Vaultin toiminnallisuuksia. Tämä helpottaa yrityksen suunnittelumallien jakoa yrityksen sisäisesti projektin keskeneräisessä vaiheessa. Sisäänrakennetut liittymät Autodesk Vault ja Inventor tekevät Sovelia Vault ohjelmasta korkean tason ominaisuudet tarjoavan tuotteiden hallinnan ja prosessiautomaation työkalun.

Kun mallit on ladattu ensimmäisen kerran Vault-järjestelmään, 3D-mallit ja piirustukset löytyvät sisäisesti tarkasteltavaksi ja käytettäväksi. Kun osat ja kokoonpanot ovat valmiit tuotantoon, julkaistaan ne Sovelia PLM-järjestelmään, ja julkaisun jälkeen tiedostoja ei voi enää muuttaa ilman uutta revisiota. PLM-järjestelmään julkaistut tiedostot (kuva 3) on mahdollista jakaa esimerkiksi alihankintaan tai tarkasteltavaksi kokoonpanovaiheeseen.



Kuva 3. Sovelian järjestelmän kautta on mahdollista ladata 2D-, sekä 3D-malleja tarkasteltavaksi osa tai kokoonpano kohtaisesti.

3.2 Laitevärien käyttö yrityksessä

Asiakasprojektien näkökulmasta uusien laitteiden värimääritykset määrittää mekaniikka-suunnittelu. Nimikkeiden luonnin yhteydessä määritetään myös värit liikkuvalla tai kiinteällä määrityksellä Sovelia-järjestelmän lisäosassa, joka luo attribuuttitiedon nimikkeelle. Tämä tieto näkyy suoraan BOM-materiaaliluettelosta, joka voidaan ladata Sovelian verkkopohjaisesta PLM-järjestelmästä suoraan esimerkiksi Excel-taulukkoon. Tämän osalistan kautta

ostopuoli pystyy tilaamaan laitteiden osat ja kokoonpanot, ja laitevärikyset pystytään tilaamaan valmiiksi tehtyjen määritysten mukaisesti. Ostohenkilöstö tarkistaa lisäksi M-Files järjestelmään lisättävistä projektikohtaisista lähtötiedoista, onko projektille asetettu erityismäärityksiä sekä mitkä laitevärit on projektisopimuksessa määritetty asiakkaalle.

Mekaniikkasuunnittelu määrittää yleisesti yrityksen laitevärit osa- ja kokoonpanokohtaisesti lähinnä hitsauskokoonpanoihin. Määritys on ohjeistettu suunnitteluohjeessa, jossa määritellään tavat värien hallintaan esimerkiksi sen mukaan, onko maalattava kokoonpano liikkuva vai kiinteä kokonaisuus. Väreinä ohjeessa ovat liikkuvalla oranssi sekä kiinteälle tumman sininen. Lisäksi osalistasta tarkistetaan, mitkä osat pinnoitetaan tai on jo esimerkiksi sinkitty. Sinkitetyt levyt pysyvät sellaisenaan sekä turva-aidat aitavalmistajalta tilataan vakiovärikyksellä.

Näiden aikaisempien määritysten perusteella laitevärien tilaukset etenevät tuotantoon. Tällä hetkellä ostohenkilöstö tarkastaa manuaalisesti lähtötietolomakkeesta sekä tilattavasta osalistasta, millä väreillä projektien laitteet maalataan.

Nykyinen määritys on mekaniikkasuunnittelun helppo toteuttaa, kun laitevärien määrityksessä käytetään vain vaihtoehtoja liikkuva ja kiinteä. Tällä tavoin nimikkeen luonnin yhteydessä ei kulu ylimääräistä mietintäaikaa värien määritykseen liittyen.

Laitevärien värimaailma on monen mielestä jo liian värikäs nykymaailmaan. Lisäksi värimaailmaa on usein hankala sisällyttää asiakkaiden omiin värimaailmoihin soveltuvaksi. Asiakkaat haluavat usein oman värikyksensä tämän oranssi sinisen värikyksen tilalle. On kuitenkin asiakkaita, jotka nyt ja tulevaisuudessa tulevat vaatimaan omien tehdasstandardien käyttöä laiteväreissä.

Pesmel Oy on jo vienyt muutamassa uusimmassa projektissa värimaailmaa kohti uutta laitevärikystä, joka on neutraalimpi ja hillitympi sekä vastaa Pesmelin brändin tulevaa uutta värimaailmaa. Värimäärityksen linjaukset ovat muutosvaiheessa, ja myynnin materiaaleissa käytetään jo nyt uusia laitevärejä. Myyntimateriaalien laitteet on maalattu vain pääpiirteittäin. Laitevärit määritellään kuitenkin tarkemmin laitekohtaisesti kuten tämän luvun alussa kerrottiin.

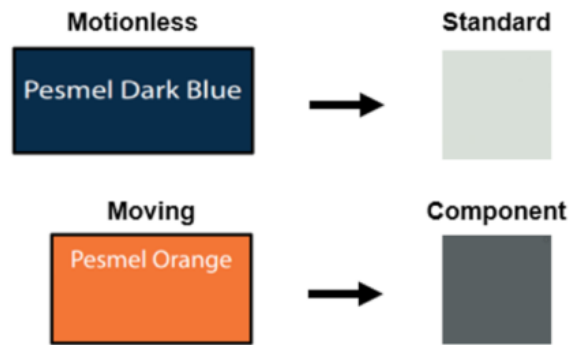
4 UUDET LAITEVÄRIT

4.1 Uuden laiteväriytyksen sovitut määrittymkset

Tämän opinnäytetyön alkuvaiheessa pidettiin kokous laiteväreistä ja siitä, mitkä värit on Mikael Laihosen (2020) opinnäytetyön aikana määritetty käytettäväksi. Laihosen opinnäytetyö liittyy teolliseen muotoiluun ja se on tehty Turun ammattikorkeakoulussa muotoilun koulutusalaan liittyen. Laihosen opinnäytetyön jälkeen jäi vielä kehitettävää käytännön toteutuksessa ja miten uusien laitevärien päivitys ulottuu tuotteisiin saakka sekä miten värien hallintaa jatkossa käytetään.

Laihosen (2020) työn aikana määriteltiin itse värit ja niihin liittyvää brändin luontitietoa. Pesmel Coloring System on ohjenuora ja työkalu tuotekehitykseen, markkinointiin ja projektisuunnitteluun. Pesmel Coloring System koostuu asiakkaiden tuotantoympäristön periaatteiden määrittelystä. Se perustuu visuaaliseen ergonomiaan ja estetiikkaan sekä kilpailija- ja markkina-analyysiin. Värit on valittu huolellisesti tukemaan visuaalista käytettävyyttä ja Pesmel-brändiä. Tuotemerkin väri on Pesmel Blue, ja se on Pesmel Oy brändin tärkein väri. Tämä väri näkyy vain Pesmel-logossa. Tuotteissa Pesmel Blue näkyy vain Pesmel-merkeissä. Sitä ei voida käyttää tuotantolinjan päävärinä.

Pesmel-tuotteiden ja tuotantolinjojen vakioväri on RAL7035 Pesmel Light Grey, ja sitä tarjotaan vakiona asiakasneuvotteluissa. Lisäksi se on ainoa väri, jota voidaan muuttaa lisämaksusta asiakkaan vaatimaksi. Pesmel-tuotteiden ja tuotantolinjojen komponenttiväri on Pesmel Dark Grey, RAL7011. Komponenttien tumma väri on valittu piilottamaan toissijaiset ja visuaalisesti monimutkaiset osat. Tämä parantaa visuaalista ergonomiaa. Työympäristö on visuaalisesti selkeämpi ja käyttäjät keskittyvät enemmän prosessin hallintaan.



Kuva 4. Käytössä olevat sekä uudet laitevärit.

Laitevärien uusi suuntaus on neutraali, ja tuo PSMELin brändilogon näkyviin laitteen rungosta selkeästi (kuva 4). Väritysjärjestelmän tulisi noudattaa 80/20 sääntöä. Tarkoittaen 80 % koko visuaalisesta alueesta on värjättävä päävärillä Pesmel Light Grey. Loput 20 % koko visuaalisesta alueesta tulisi värjätä komponentin värillä Pesmel Dark Grey. Kokonaisuudesta luodaan uudella laiteväriyksellä nykyaikainen, neutraali sekä visuaalisesti selkeä ja näyttävä (kuva 5).



Kuva 5. Pesmel Oy:n uuden tuoteväriyksen ohjeistuksen mallikuva.

4.2 Painohtomäärityksen kehitys

Pesmel Oy:n aloituspalaverissa käytiin keskustelua siitä, miten vanhat laitevärit tulitaisiin päivittämään uuteen väriyksen. Seuraavassa palaverissa keskustelin Sovelia-järjestelmään perehtyneen Pesmel Oy:n työntekijän kanssa, laitevärien päivityksessä huomioon

otettavista asioista. Lisäksi sivuttiin, miten uusien nimikkeiden luontiin pitäisi muuttaa ohjeistusta. Tultiin johtopäätökseen, että makrojen käyttö voi olla hyödyllistä PLM-järjestelmän attribuuttien päivittämisessä. Makrot ovat ohjelmointikielen rakenteita, jotka mahdollistavat toistuvien tehtävien automatisoinnin. Ne auttavat tehostamaan attribuuttien päivitysprosesseja, vähentämään manuaalista työtä ja virheitä sekä parantamaan tietojen johdonmukaisuutta.

On kuitenkin tärkeää huomata, että makrojen käyttö vaatii yleensä jonkin verran ohjelmointitaitoja ja ymmärrystä PLM-järjestelmän rakenteesta ja toiminnasta. Lisäksi makrojen käyttö voi vaikuttaa järjestelmän suorituskykyyn ja turvallisuuteen, joten niiden käyttöön liittyvät riskit on arvioitava huolellisesti. Tämän vuoksi makro-ohjelma tullaan testaamaan ensin Sovelia-järjestelmän testipuolella, jossa laitekokonaisuuden värin päivityksen voi vaarattomasti ajaa läpi ja tarkastella muutama erilainen laitekoonpano ennen isompaa massa-ajoa kaikille laitteille ja nimikkeille.

Opinnäytetyössäni kartoitin mahdollisuuksia makron luontia varten. Ensimmäinen vaihe oli löytää tarvittavat muuttujat, joiden avulla saavutetaan haluttu lopputulos värimaailmaa ajatellen. Palaverissa on käyty läpi eri kokoonpanojen painoehtoa, jota voitaisiin hyödyntää myös uusien laitevärien päivittämisessä vanhoihin nimikkeisiin.

4.3 Funktioiden määrittäminen ja kehitys

Laitevärien määrittämien tutkimus keskittyy värien päivityksen tarkasteluun liikkuvien ja kiinteiden laitteiden määrittämien näkökulmasta. Päivitysprosessi on suunniteltu testattavaksi kuvan mukaisesti käyttäen painoraja-arvolla määritettyä ehtoa (kuva 6).

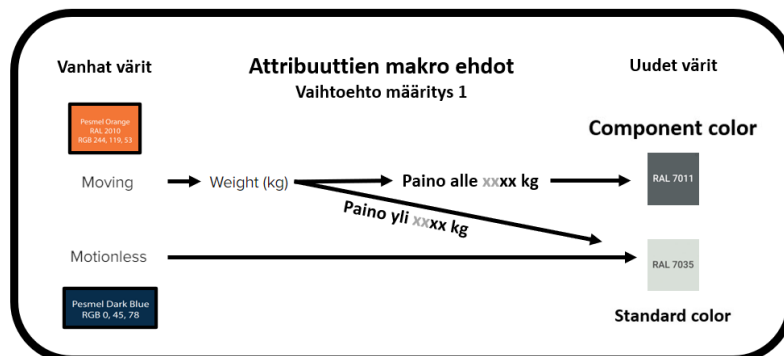
Tutkimuksessa pohdittiin erilaisia painoehtoratkaisuja, ja päätettiin testata kahta jokseenkin samanlaista, mutta silti erilaista kokonaisuutta. Ensimmäinen vaihtoehto: Tumman värin dominanssi. Ensimmäisessä vaihtoehdossa tummaa väriä esiintyisi enemmän kuin vaaleaa. Tämä johtuu siitä, että ehtona määritettäisiin jokaisesta liikkuva-attribuutista komponentti eli tumma väri. Ehtolisäyksenä, jos komponentin paino ylittää valitun painorajan, väri vaihtuisi vaaleaksi. Tämä mahdollistaa dynaamisen värien päivityksen ja monipuolisen visuaalisen ilmeen.

Laitevärien määrittäminen testattiin manuaalisesti hyödyntäen BOM-osalista sekä 3D-malleja kyseisestä kokoonpanosta, mistä osalista on peräisin. Nämä testit auttavat ymmärtämään, kuinka erilaiset painoehdot vaikuttavat värien päivytykseen ja kuinka voidaan parhaiten hyödyntää näitä tietoja visuaalisen ilmeen kehittämisessä.

Työn aikana testattiin eri painomäärillä yksittäisiä laitekokoonpanoja ja kokeilujen jälkeen parhaaseen lopputulokseen päästiin yleisesti 80 kg painorajalla. Kokeilimme myös 35 kg ja maksimissaan 2000 kg painorajaehdot. Teräs- ja paperipuolella kokoonpanojen kokonaispainot vaihtelevat suuresti, joten laitekohtaiset painomääritykset voivat jossain tapauksissa olla ainoa mahdollisuus päästä toivottuun 80/20 väritavoitteeseen kuten luvussa 3.1 laitevärit määritettiin.

4.3.1 Painomäärityksen vaihtoehto 1.

Aikaisemmin käytössä ollut liikkuvien laitteiden värityksen muuttaminen uuteen värityseen ja attribuutin määrittäminen ”Liikkuva” vaihdetaan massa-ajolla makro-ohjelmaa käyttäen ”Komponentti” attribuutiksi.



Kuva 6. Painoehdon määrittäminen tyyliehdotus 1. Sisältää enemmän tummaa väritystä.

Laitevärien päivittäminen vanhasta liikkuvasta ja kiinteästä määrittämisestä uuteen ”Component” ja ”Standard” väriin on mahdollista suorittaa monella eri tavalla. Yksinkertaisin laitevärien määrittäminen olisi suoraa vaihtaa attribuutti ”Moving” eli liikkuva suoraan tumman harmaaksi komponenttiväriksi ”Component” ja vastaavasti kiinteä ”Motionless” suoraan vaalean harmaaksi ”Standard” attribuutiksi. Määrittäminen ei kuitenkaan olisi suoraan visuaalisesti näytettävä,

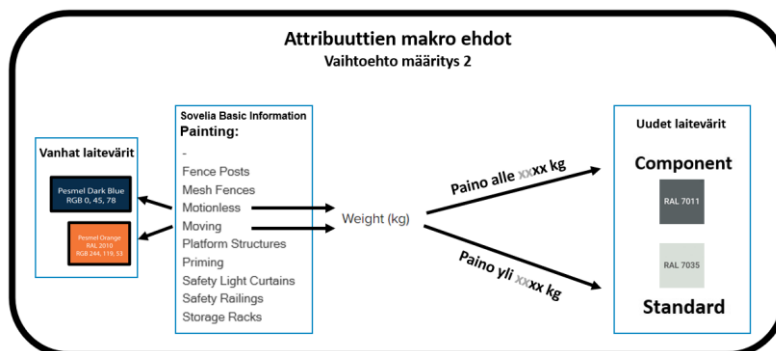
koska tällä määrittelyllä jokaisesta liikkuvasta komponentista tulisi tumman harmaa ja kaikista kiinteistä laitteista ja kokoonpanoista vaalea.

4.3.2 Painomäärityksen vaihtoehto 2.

Muutamien kokeilujen jälkeen huomattiin, että funktiot painorajan kanssa toimivat yksistään ottamatta kantaa, onko osa liikkuva vai kiinteä. Liikkuva ja kiinteä määrittelyssä avulla voidaan kuitenkin päivittää vanhat nimikkeet, joissa määrittely löytyy uuteen laiteväriytykseen. Jos nimikkeelle ei ole maalaukselle mitään merkintää tai sarakkeeseen on laitettu ”-” attribuuteista tiedetään, ettei osaa tai kokoonpanoa ole haluttu maataattavaksi.

Ensimmäisen kerran testattuani JOS-funktiota huomasin, että se muuttaa joka riville uuden arvon. Laitevärejä ei kuitenkaan merkitä jokaiseen vaan ainoastaan maalattavaksi meneviin osiin. Tämän vuoksi täytyi löytää myös funktio, joka tarkastaa, onko sarake tyhjä.

Excelin funktioita pystytään hyödyntämään makro-ohjelmien luonnissa ja sen vuoksi on mahdollista määrittää ehtoja, miten värit valittaisiin kokoonpanoihin. Ensimmäinen määriteltävä funktio värien valinnassa ottaa huomioon ainoastaan painorajan (kuva 7), se muuttaa molemmat vanhat attribuutit painon mukaan uusiin määritteisiin. Funktion ehtona, jos sarake on tyhjä, hyppää seuraavaan sarakkeeseen, mutta jos sisältää jotain, tässä tapauksessa ”Moving” tai ”Motionless” silloin funktio tarkastaa toisesta sarakkeesta kappaleen painon. Jos paino on alle määrätyn kilomäärän, arvoksi eli attribuutiksi muuttuu ”Component” ja yli menevät ”Standard” (kuva 8).



Kuva 7. Yhden ehdon määrittely ainoastaan painorajaa käyttäen.

=JOS(ONTYHJÄ(N11); ""; JOS(P11<=35;"Component";"Standard"))

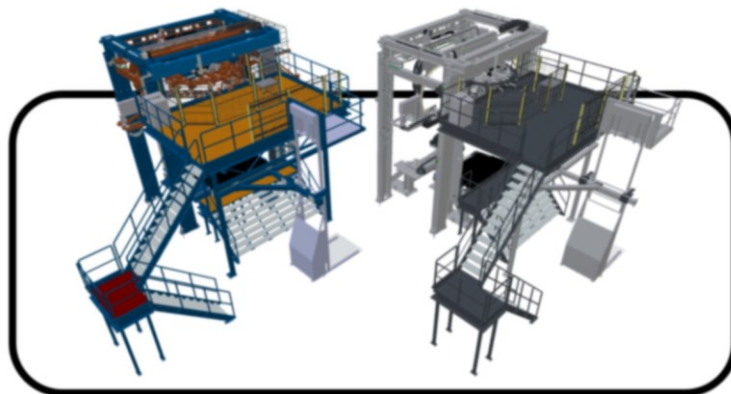
Kuva 8. Esimerkki painoraja funktiosta ainoastaan yhden ehdon määrittämisellä.

Soveliala järjestelmästä ladattujen BOM-osalistojen avulla väripäivityksien funktiota oli mahdollista testata manuaalisesti syöttämällä funktio ensimmäiselle riville sekä kopioida kaikille nimikkeille osalistassa (kuva 9).

Name	Unit	New painting	Motionless / Moving	Coating	Weight (kg)
LOCK FRAME	pcs	Component	Moving	-	20
LINEAR GUIDE FRAME	pcs	Standard	Motionless	-	161,11
FRAME	pcs	Component	Moving	-	6
LOCK FRAME	pcs	Component	Moving	-	3
CASSETTE CRADLE FRAME	pcs	Component	Moving	-	17
TURNPLATE	pcs	Standard	Moving	-	433,78
SUPPORT BEAM	pcs	Standard	Motionless	-	339
FRAME	pcs	Component	Moving	-	10,3
SENSOR BRACKET	pcs	Component	Moving	-	13,98
GUIDE BEAM	pcs	Standard	Moving	-	85
CHAIN SUPPORT	pcs	Component	Moving	-	9,85
BEARING BLOCK	pcs	Component	Moving	-	17
LIFTING BEAM	pcs	Standard	Moving	-	177,41

Kuva 9. BOM-listan uusi laitevärimääritys testi 80 kg painohtoa käyttäen.

Painorajafunktion määrittämiseksi on helpointa näyttää määrittämisen muutos havainnollistavassa muodossa (kuva 10). Kuvassa vanhat värityksen muuttuvat painoraja funktiota hyödyntäen joko komponentti- tai standardiväriksi.



Kuva 10. Reiästäkäärintäkoneen vertailu uuden ja vanhan laitevärin kanssa 80 kg määrittämisellä.

4.4 Testaus Sovelia-ohjelmiston testijärjestelmässä

Tulevaisuudessa laitevärien päivitykseen tehtyä makro-ohjelmaa tullaan testaamaan Sovelian testijärjestelmässä. Siellä voidaan testata serverin puolella suoritettavaa makroa, määrittäviä, miten ne käytännössä toimivat. Järjestelmässä voidaan ajaa massa-ajona läpi testi mielessä valittuihin laitekokonaisuuksiin. Tämä vaihe ei aikataulun puitteissa ehtinyt opinnäytetyön kirjoituksen aikana tehtäväksi, sillä Sovelia-järjestelmässä käytettävän makro-ohjelman teon suorittaa yrityksen ulkopuolinen taho.

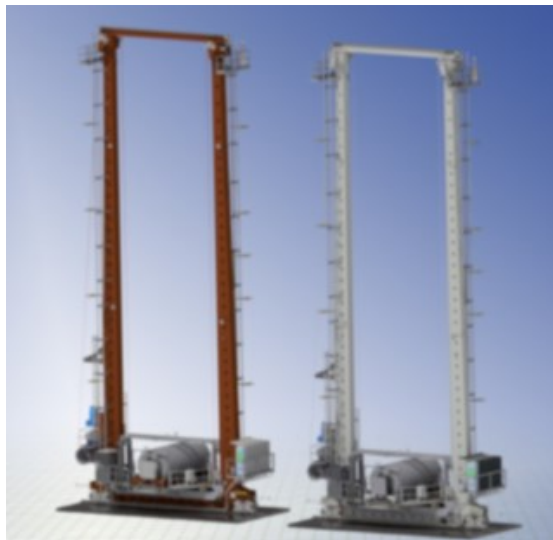
Opinnäytetyössä keskityin makro-ohjelman määrittämiseen sekä lopullisen tuloksen analysointiin testaamalla eri väriehtojen määrittäviä Excel ohjelmistossa BOM-osalistalla sekä Autodesk Inventor- sekä Navisworks-ohjelmistoissa yksittäisten laitekokonaisuuksien kanssa visuaalisen puolen tarkastelun osalta (kuva 11). Väriyhdistelmien testaus alkoi aloituspalaverilla Pasi Annilan kanssa, joka on erikoistunut yrityksen sisällä Sovelia-järjestelmän ylläpitoon sekä kehitykseen. Tässä palaverissa haettiin suuntaviivat makro-ohjelman testaukseen sekä mitä se pitää sisällään. Palaverin aikana kävi selväksi, että Excelillä suoritettavat funktiot ovat mahdollista saada toimimaan myös makro-ohjelman sisällä. Sen funktion kokeilu, millä muuttujilla haluttuun lopputulokseen päästäisiin, on ajateltu jo Laihosen (2020) opinnäytetyön aikana ehdotettu painoehto, jolla värin vaihtaminen suoritettaisiin nimikkeille.



Kuva 11. Lamellikuljettimen vertailu vanhan ja uuden laitevärin kanssa.

4.5 Vanhojen laitevärien päivitys

Yrityksen vanhat laitteet ja niiden nimikkeet tullaan päivittämään makro-ohjelmalla. Määrittymiset tullaan testaamaan Sovelia-järjestelmästä löytyvällä testauspuolelta ennen isompaa virallista massa-ajopäivitystä. Päivityksessä tulee ottaa huomioon, että terästeollisuuden laitekoonpanot ovat huomattavasti raskaampia kokonaisuuksia kuin paperiteollisuuden laitteet. Massa-ajo joudutaan ajamaan todennäköisesti pienemmissä osissa, ja tällä tullaan varmistamaan erilaisten isompien kokonaisuuksien kuten paperi- ja terästeollisuuden laitteiden kokonaisuuksien tarkistaminen, jotta makro-ohjelman painorajaehdojen 80/20 värimääritys toteutuu jokaiselle eri painoluokan kokonaisuuksille, on otettava huomioon myös isot laitekoonpanot, kuten hyllystöhissit, jotka sisältävät suuren määrän alikokoonpanoja sekä nimikkeitä (kuva 12).

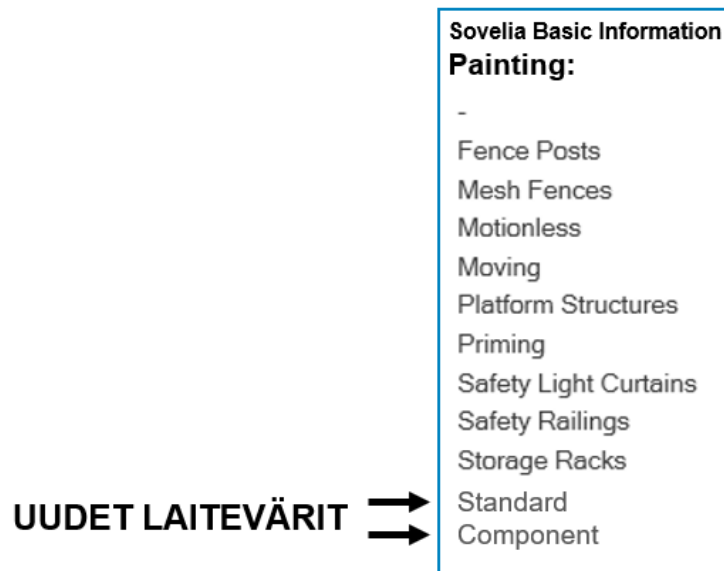


Kuva 12. Paperiteollisuuden hyllystö hissien laiteväri vertailu vanhan ja uuden kanssa.

4.6 Uusien laitevärien määrittäminen ja käyttö

Ohjeistus ja kehitys määritetään mekaniikkasuunnittelijoiden ohjeessa. Ohje sisältää mekaniikkasuunnittelijoille ohjeet uusien nimikkeiden luontiin. Nimikkeiden luonnin yhteydessä määritetään myös väri, joka valitaan valikosta määrittysten mukaisesti (kuva 13). Kuten on tullut selväksi laitevärien käyttö, perustuu valintaan ”Standard” vai ”Component” painoehtoa käyttäen lukuun ottamatta poikkeuksia, jotka näkyvät myös värin valinnan taulukossa (kuva 13). Muiden kuin ”Standard” ja ”Component” määrittysten osalta tullaan kartoittamaan mahdollisuutta komponenttivärin käyttöön myös muissa vaihtoehdoissa. Kartoitus

tullaan tekemään isojen tilausmäärien kohdalla omalla värikoodilla toimittajilta esimerkiksi turva-aitojen osalta, mutta yksittäisten komponenttien kanssa toimitusaika sekä maalauksen kustannukset ovat tärkeämmässä asemassa kokonaisuuden kannalta.



Kuva 13. Sovelia CAD lisäosan uudet laitevärin attribuutit lisättynä värin valinta valikkoon.

4.7 Laitevärin muuttamisen laadunvalvonta PLM-järjestelmässä

Tulevaisuuden laitevärin muutoksia tulee seurata laadun varmistamiseksi. On tärkeää seurata prosessin eri vaiheita sekä jättää vanhojen projektien varaosille mahdollisuus tilata samat värisävyt myös vanhalla värikoodilla. Värimuutosten hallinta PLM-järjestelmässä on monivaiheinen prosessi. Tärkeimpiä käytäntöjä ja ominaisuuksia laadunvarmistamiseksi ja toivottuun lopputulokseen pääsemiseksi ovat:

- Versiohallinta
- Laadunvalvonta
- Dokumentointi
- Yhteistyö sidosryhmien välillä

Kun värimuutokset toteutetaan, PLM-järjestelmä pitää kirjata muutoshistoriasta. Versiohallinta mahdollistaa sen, että aiempiin väriin liittyviin tietoihin voidaan palata tarvittaessa. Tämä voidaan järjestää jättämällä vanhan värimäärittelyn attribuutit päivitettäviin nimikkeisiin. Värimuutosten jälkeen PLM voi integroitua laadunvalvontaprosesseihin varmistaen,

että valmistetut tuotteet vastaavat suunniteltuja värejä. Tämä voi sisältää mallien satunnaistarkastelua ja tulevien projektien aikaista värimaailman tarkistamista. Jos mahdollista, laadunseurantaa jatketaan myös tuotantoprosessin aikana. Kaikkiin värimuutoksiin liittyvät tiedot tallennetaan PLM-järjestelmään ja vastaavasti asiakaskohtaiset päätökset M-Files-järjestelmään. Tämä luo kattavan ja auditoitavan tietopohjan värimuutoksista. PLM mahdollistaa sidosryhmien, kuten suunnittelijoiden, valmistajien ja markkinointitiimin, yhteistyön värimuutosten hallinnassa. Kaikki tarvittavat tiedot ovat saatavilla yhdestä keskitetystä tietokannasta. Muutoksen jälkeen on tärkeää ohjeistaa koko henkilöstöä uudesta laitevärin muutoksesta ja siitä, mistä löydetään värimuutokseen tarvittavat ohjeet ja miten laitevärin muutosta tulee seurata muutoksen jälkeen. Värimuutosten hallinta PLM-järjestelmässä auttaa organisaatiota säilyttämään värien yhdenmukaisuuden tuotteissa ja varmistamaan, että värimääritykset toteutetaan uuden ohjeistuksen mukaisesti uusissakin laitekoonpanoissa.

5 TULOKSET

Opinnäytetyön tuloksena Pesmel sai käyttöönsä laitevärien päivitykseen tarvittavan kartoitussuunnitelman sekä makro-ohjelman ehtomäärittämissä pohjan, jolla yritys voi aloittaa laitevärien päivityksen nykyisestä värimaailmasta uuteen Pesmelin nykyistä brändiä kuvastavaan väriyteen.

Työn tuloksena laiteväriyksiä määrittäminen helpottuu ja selkeyttää koko henkilöstön laiteväriymmärrystä uusien standardivärien käyttöönoton myötä. PLM-järjestelmän käyttöä tullaan käyttämään enemmän tulevaisuudessa myös laitevärien tarkastelun näkökulmasta. Lisäksi uusien mallien värimaailma on mahdollista tarkistaa suoraan PLM-järjestelmään ladattavasta 3D-mallista, kun väritiedot määritellään jo mekaniikkasuunnitteluvaiheessa Autodesk Inventor-ohjelmistossa huoltokuvaan kuten aiemminkin.

Uusien standardivärien myötä Pesmel Oy:llä on uuden aikakauden neutraalimpi värimaailma, jossa tumman ja vaaleanharmaa sointuvat paremmin yhteen sekä luovat hillitymmän ja tyylikkään kokonaisvaikutelman. Tämän muutoksen kautta brändi-ilme tuodaan vastamaan nykyajan trendejä sekä nostamaan Pesmelin omaa nykyistä brändiväriyksiään. Myynnin materiaaleissa projekteja on esitelty jo uusimmalla väriyksellä, ja muutamassa viimeisimmässä projektissa uusi värimaailma on otettu käyttöön ja se on saanut kehuja myös asiakkailta. Lisäksi väriyksi on hillitympi, jolloin se sointuu paremmin useimpien eri asiakkaiden värimaailmoin tehdasympäristöissä. Tällä muutoksella pyritään standardisoimaan koko laiteväriyksiä ja yhdenmukaistamaan kaikkien Pesmelin projektien laitteita yhdenmukaisella värimaailmalla omaa yhdenmukaista brändiä edistäen.

Opinnäytetyön aikana laiteväriyksiä määrittäminen ovat tarkentuneet ja hakeneet suuntaa yhdenmukaisempaan kokonaisuuteen. Löysimme määrittämissä, joka ei kuitenkaan aiheuttaisi liikaa lisätöitä jatkossa. Päädyimme testaamaan painorajan mukaista määrittämissä, joka tulisi lisäämään tämänhetkisten "Motionless" tai "Moving" attribuutin sisältävään nimikkeeseen uuden laiteväriyksiä attribuutin "Standard" tai "Component". Tämä lisäys tullaan tekemään tässä työssä määrittämissä painorajaa hyödyntävällä Excel-funktiolla, jonka pohjalta Sovelialla massa-ajona tehdään käyttämissä uutta makro-ohjelmaa. Lisäksi tulevia uusia nimikkeitä luotaessa uusi laiteväriyksiä määrittämissä käytäntö otetaan käyttöön ja on ohjeistettu

yrittäjien sisäisesti. Uusi määrittely painorajaa käyttämällä on Liikkuva vai Kiinteä. Määrittelyn jälkeen mekaniikkasuunnittelulle helpompaa omaksua määrittelyn valinta, kun määrittely saadaan pysymään tarpeeksi yksinkertaisena uudella painoehtotavalla. Tätä painorajaa testattiin BOM-osalistoihin manuaalisesti mutta uutta painorajaa funktiota hyödyntäen ja sitä tullaan käyttämään tulevaisuudessa makro-ohjelmassa attribuuttien päivitykseen (kuva 9).

Työn laajuus selvisi työn edetessä sekä miten moniulotteinen ja haastava kokonaisuus on päivittää. Ei pelkästään värimäärittelyjen osalta vaan laitevärien käyttöön on otettava kantaa myyntihenkilöstön näkökulmasta, suunnittelijoiden sekä ostohenkilöstön puolelta sekä otettava huomioon, että laitevärejä joutuu tarvittaessa soveltamaan asiakkaiden standardivaatimusten mukaisesti. Kaiken kaikkiaan työ keräsi paljon tietotaitoa jatkaa laitevärien päivitysprosessia eteenpäin yrityksessä sisäisesti, jolloin käytännön osuuteen jää enemmän aikaa keskittyä ja viedä laitevärien päivitys lopulliseen käyttöönottoon.

6 YHTEENVETO JA POHDINTA

Opinnäytetyön selvitystyö ja eri vastuualueilla työskentelevien työntekijöiden laitevärejä koskevat käytännöt osoittautuivat haastavimmiksi yhdistää yhtenäiseen kokonaisuuteen, jotta jatkossa säästyttyisiin manuaaliselta käsityöltä laitevärien tarkastelussa. Opinnäytetyö eteni mahdollisuuksien mukaan hyvin sekä vastuuhenkilöt asiassa innostivat työn eteenpäin viemisessä loppuun asti. Opinnäytetyön tuloksena syntynyt laitevärien päivitysmääritelmä on mielestäni tarpeeksi yksinkertainen ja selkeä, jotta se voidaan ottaa käyttöön mahdollisuuksien mukaan asiakasprojektien ohella.

Laitevärien päivityksessä on kuitenkin otettava huomioon asiakkaiden vaatimukset niiden tapausten varalta, kun uutta laiteväritystä ei haluta käyttää asiakkaan omien standardivärien vuoksi. Tällaisessa tapauksessa liikkuva ja kiinteä väriehto on usein määritelmä, miten asiakas haluaa laitevärit jaotella. Näiden tapausten vuoksi on uuden laiteväriytyksen myötä hyvä määritellä kummatkin värivaihtoehdot eli ”Motionless” tai ”Moving” ja lisäksi määritellään joko ”Standard” ja ”Component” maalattaviin osiin.

Uusien laitteiden kohdalla tullaan laiteväreistä järjestämään tarpeen mukaan katselmointipalaveri, jossa määritellään laitteiden väriytykset sekä onko väriyhdistelmäkokonaisuus onnistunut kyseisellä laitekokoonpanolla käytössä olevan väriehdon mukaisesti hyvin. Pespelin uutta standardiväriä pyritään jatkossa käyttämään yleisesti jokaisessa projektissa, ja mekaniikkasuunnittelu määrittelee siten koko laitekirjaston laitteet jatkossa myös uuden väriytyksen mukaisesti myös 3D-malleihin.

Laitevärit määritellään lähtötietolomakkeessa, onko kyseisen asiakkaan värit Pespelin standardiväreillä vai erikoisväreillä. Kun laitevärit olisivat projektissa standardiväreillä tilauksiin tarvittavat väritiedot olisi jatkossa mahdollista tarkastaa suoraan Sovelia PLM-järjestelmän kautta ladattavasta Excel-osaluettelosta. Erikoisvärit voidaan valita joko uuden painoehdon mukaan tai Liikkuva- ja Kiinteä-määriytyksen mukaisesti.

Tulisi tutkia myös mahdollisuutta avata Autodesk Inventor-ohjelmiston kautta myös vanhat laitekokoonpanot siten, että avatessaan tiedostoa iLogic-makro lukisi iProperties-attribuuteista kyseisien nimikkeiden alta väritiedot, jotka avatessaan näkyisivät suoraan todellisiin värimääriytyksin, mitkä eri osille on määritelty Sovelian nimikkeitä luotaessa.

LÄHTEET

Autodesk Knowledge Network. (i.a.). *About iProperties*.

<https://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2021/ENU/?guid=GUID-DB4F5723-939F-4034-857C-6D54429ED024>

Global University Alliance. (i.a.). *Product lifecycle management*.

<https://www.globaluniversityalliance.org/research/product-lifecycle-management/>

Laihonen, M. (2020). Bränditunnistettavuuden luominen Pesmel Oy:n teollisiin järjestelmiin [AMK-opinnäytetyö, Turun ammattikorkeakoulu]. Theseus.

Martio, A. (2015). *Tuotekonfigurointi ja tuotetiedon hallinta*. Amartekno.

Peltonen, H.K., Martio, A., & Sulonen, R. (2002). *PDM: Tuotetiedon hallinta*. Edita, IT Press.

Pesmel. (i.a.-a). *Material Flow How®*. <https://pesmel.com/solutions/>

Pesmel. (i.a.-b). *Pulp & paper industry*. <https://pesmel.com/solutions/pulp-paper-industry/>

Pesmel. (i.a.-c). *Pesmel in brief*. <https://pesmel.com/about-us/>

Roima Blog Post. (i.a). *Why Product Lifecycle Management and Enterprise Resource*

Planning Belong Together. <https://www.roimaint.com/en/product/insights-blog-and-expert-articles/why-product-lifecycle-management--and-enterprise-resource-planning-belong-together>

Segal, T. (17.3.2023). *Product Lifecycle Management (PLM): Definition, benefits, history*.

Dotdash Meredith. <https://www.investopedia.com/terms/p/product-life-cycle-management.asp>

Shilovitsky, O (25.05.2023). *Meaningful part numbers vs rich attributes in PLM systems: Striking the balance in a hybrid world*. Openbom.

<https://www.openbom.com/blog/meaningful-part-numbers-vs-rich-attributes-in-plm-systems-striking-the-balance-in-a-hybrid-world>

Sääksvuori, A., & Immonen, A. (2002). *Tuotetiedon hallinta- PDM*. Satku-kauppakaari.

Technia. (i.a). *Understanding the benefits of PLM ERP Integration*.

<https://www.technia.com/blog/understanding-the-benefits-of-plm-erp-integration/>

Udroiu, R., & Bere, P. (2018). *Product lifecycle management: Terminology and*

applications. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.75972>