

Eeli Savuoja

PROSESSIKAAVIOIDEN LUOMINEN PRYSMIANIN OULUN TEHTAAN TOIMINNASTA

PROSESSIKAAVIOIDEN LUOMINEN PRYSMIANIN OULUN TEHTAAN TOIMINNASTA

Eeli Savuoja
Opinnäytetyö
Kevät 2024
Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Konetekniikan tutkinto-ohjelma, tuotantotekniikka

Tekijä: Eeli Savuoja

Opinnäytetyön nimi: Prosessikaavioiden luominen Prysmianin Oulun tehtaan toiminnasta

Työn ohjaajat: Matti Rahko, Juha Junnonaho

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2024

Sivumäärä: 35 + 0 liitettä

Tässä opinnäytetyössä luotiin prosessikaaviot kuvaamaan Prysmianin Oulun tehtaan eri prosesseja, niiden osia, toimintaperiaatteita ja eri prosessien välisiä vuorovaikutuksia. Oulun tehtaalla tuotetaan erilaisia kaapeleita ja niiden valmistamiseen käytettäviä materiaaleja kymmenillä eri tuotantolinjoilla. Näiden tuotantolinjojen ja niiden tukiprosessien toimintaa ei ollut aikaisemmin kuvattu yhtenäisellä ja helposti ymmärrettävällä tavalla. Luomalla eri prosesseista kaaviot haluttiin prosessien toiminnan olevan saavutettavissa ja ymmärrettävissä myös niistä täysin ymmärtämättömille henkilöille ja tahoille. Prosessikaavioilla haluttiin luoda pohja tehtaan toiminnan kuvaamiselle ja niitä hyödyntämällä haluttiin luoda mahdollisuuksia ongelmakohtien paikallistamiseen tuotannossa, prosessien syötteiden ja tuotosten analysoimiseen ja prosessien parantamiseen.

Työn tavoitteena oli luoda prosessikaaviot kaikista Oulun tehtaan eri osastoilla toimivista pääasiallisista tuotantolinjoista, raaka-aineiden hankinnasta ja yleisesti koko tehtaan toiminnasta. Tarvittavat tiedot prosessikaavioiden luomiseksi kerättiin tutkimalla tehtaan prosesseja ja niiden toimintaa jalkautumalla eri osastojen tiloihin, haastattelemalla eri prosessien parissa työskenteleviä ihmisiä ja analysoimalla SAP-toiminnanohjausohjelmistosta saatavia tietoja. Kerätyt tiedot koottiin yhteen ja järjestettiin johdonmukaisiksi kaavioiksi Microsoft Visio -ohjelmistossa.

Lopulliset prosessikaaviot luotiin tehtaan pääasiallisista tuotantolinjoista, raaka-aineiden hankinta-prosessista ja yleisesti koko tehtaan toiminnasta. Prosessikaaviot kuvaavat kyseessä olevan prosessin toimintaa visualisoimalla edeltävän prosessin, prosessissa tapahtuvat lisäykset, muutokset ja tuotokset sekä seuraavan prosessin. Prosessikaaviot todettiin helppolukuisiksi ja selkeiksi niiden valmistuttua. Luodut prosessikaaviot tarjoavat pohjan prosessien ja niiden osien analysoimille ja kuvaamiselle yksityiskohtaisemmin ja tarkemmin tulevaisuudessa. Kaavioihin voi lisätä Microsoft Vision ansiosta vaivattomasti turvallisuus-, laatu- tai esimerkiksi tehokkuuselementtejä. Kaavioita voi myös käyttää pohjana jonkin tietyn elementin jatkotarkasteluun ja kehittämiseen.

Asiasanat: prosessi, prosessikaavio, tuotanto, tuotantolinja, kaapeli, raaka-aineet

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical Engineering, Production Engineering

Author: Eeli Savuoja

Title of thesis: Creation of Process Flowcharts for the Oulu Plant of Prysman

Supervisor: Matti Rahko, Juha Junnonaho

Term and year when the thesis was submitted: spring 2024

Number of pages: 35 + 0 appendices

The topic of this thesis was the creation of process flowcharts for a production facility of Prysman Group Finland located in the city of Oulu. The goal was to map out and visualize the main production processes present in the factory as well as the process of obtaining raw materials. In addition, a large-scale flowchart was created visualizing the entire factory in one chart. The flowcharts were created by using the Microsoft Visio software.

The flowcharts showcase the process in question by showing the previous process, all the steps that are executed during the process and the next process. This way not only do the charts display the process in detail but create a sense of flow and continuation by displaying the previous and next steps relative to the process. This allows the viewer to easily navigate between different processes and see where each material comes from and where the materials are going next. The flowchart that showcases the whole factory displays the basic principles and the individual charts provide the viewer with a deeper understanding of any particular segment of the bigger picture.

The process flowcharts have many different uses and improvement possibilities. They can be used to introduce new employees or guests to the working principles of the factory. The charts can be a tool for production planners, process management personnel, safety personnel and, for example, maintenance and upkeep staff. The charts can be easily modified by removing or adding information. The charts created during the making of this thesis provide an excellent platform for many improvements now and in the future.

Keywords: process, flowchart, production, cable, materials

ALKULAUSE

Haluan kiittää Prysmian Group Finland Oy:tä mahdollisuudesta tehdä tämä opinnäytetyö Prysmianin Oulun tehtaalla sekä työtäni ohjanneita tuotantopäällikkö Juha Junnonahoa ja lehtori Matti Rahkoa.

15.1.2024

Eeli Savuoja

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	PROSESSI	8
2.1	Prosessin määritelmä	8
2.2	Prosessien kuvaaminen	9
2.3	Prosessikaavioiden hyödyntäminen	9
2.4	Prosessikaavioiden kehittäminen	11
3	PRYSMIAN GROUP FINLAND OY	13
3.1	Oulun tehdas	13
3.2	Oulun tehtaan toiminnot	13
4	PROSESSIKAAVIOT	15
4.1	RF-tehdas.....	16
4.2	Johdintehdas	21
4.3	AJ-tehdas	24
4.4	Pakkaustehdas.....	29
4.5	Raaka-aineiden hankinta.....	31
4.6	Koko tehtaan kaavio	31
5	YHTEENVETO	33
	LÄHTEET	35

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tilaaja on Prysmian Group Finland Oy, joka on Suomen suurin kaapeleiden valmistaja. Opinnäytetyö suoritetaan Prysmianin tehtaalla Oulun Ruskossa. Oulussa valmistetaan satoja erilaisia kaapelityyppejä rakennuksen ja teollisuuden tarpeisiin. Tuotantoprosessiin kuuluu kymmeniä kaapelin valmistukseen tarkoitettuja tuotantolinjoja ja niiden tukiprosesseja. Opinnäytetyössä kuvataan näitä tuotantoprosesseja ja materiaalien virtaamista niiden läpi prosessikaavioiden avulla.

Prysmianin Oulun tehtaalla toimii samanaikaisesti kymmeniä prosesseja ja niiden tukiprosesseja, mutta niiden toimintaa ei tähän asti ole tarkalleen kuvattu visuaalisesti havainnollistamalla yhtä esimerkkiä lukuun ottamatta. Opinnäytetyössä luotavat prosessikaaviot tarjoavat visuaalisen pohjan prosessien analysoimiselle ja kehittämiseksi. Prosessikaaviossa kuvataan, mitkä ovat havainnollistettavan prosessin eri osat prosessin aloittamisesta sen päättymiseen, mitä raaka-aineita, puolivalmisteita ja komponentteja prosessissa käytetään, millä tavoin prosessin laatu varmistetaan ja mihin prosessissa syntynyt tuote menee seuraavaksi. Prosessikaavioilla pyritään helpottamaan prosessien tunnistettavuutta ja tehostettavuutta kaikilla osa-alueilla ja samalla autetaan koko tehtaan materiaalien hallinnassa.

Opinnäytetyössä luotavat prosessikaaviot toteutetaan Microsoft Visio -ohjelmistolla. Työn tavoitteena on tätä ohjelmistoa hyväksikäyttäen luoda yhtenäiset ja helposti ymmärrettävät prosessikaaviot koko tehtaan toiminnasta, sen sisältämistä tuotantoprosesseista ja materiaalien hankinnasta, jotta tehtaan toiminta ja sen prosessit ovat selkeästi ja visuaalisesti esiteltävissä ja analysoitavissa kaikille niistä tietoa tarvitseville tahoille. Prosessikaavioiden tavoitteena on toimia kiinteänä pohjana tehtaan prosessien ja materiaalihallinnan kehittämiseksi tulevaisuudessa.

2 PROSESSI

2.1 Prosessin määritelmä

Pelkkä prosessi sanana on hyvin laaja käsite. Prosesseja kuvatessa on hyvä käsittää, mitä prosessi tarkoittaa ja minkälainen prosessi on kyseessä. Prosessi voidaan käsittää sarjana eri toimintoja, jotka muuttavat esimerkiksi lähtötiedot, -materiaalit tai lähtötilanteen halutuksi lopputulokseksi. Prosessi voi synnyttää esimerkiksi tuotteita, informaatiota ja palveluja. (1, s. 5.) Mikä tahansa tapahtuma, missä jokin lähtömateriaali muuttuu toiseksi tai kehittyy jollain tavalla, voidaan mieltää prosessiksi. Loogisesti toisiinsa liittyvät toiminnot yhdistyvät prosessissa niiden toiminnan kannalta oleellisten resurssien kanssa luoden prosessissa syntyvän lopputuloksen. (2.)

Jokaisen olemassa olevan yrityksen toiminta koostuu liiketoimintaprosesseista. Valmistavassa teollisuudessa, mihin tämäkin opinnäytetyö liittyy, yrityksen toiminta voidaan karkeasti jakaa neljään pääliiketoimintaprosessiin, joita ovat asiakaspalvelu, tuotteiden ja palveluiden kehittäminen, tuotteiden ja palveluiden tuottaminen ja liiketoimintojen tuki. Liiketoimintaprosessi on suurempi kokonaisuus, johon osallistuu useita ihmisiä yrityksen eri osa-alueilta, jotta saavutetaan liiketoiminnan tavoite. Tässä opinnäytetyössä luotavat prosessikaaviot keskittyvät tuotteiden tuottamiseen ja tämän liiketoimintaprosessin sisällä tapahtuviin prosesseihin. (3, s. 10.)

Tuotteiden tuottamiseksi tehokkaasti onkin tärkeää määritellä ja kuvata eri prosessit ja niiden sisällään pitämät prosessit. Suuren kokonaisuuden tuottaminen kerralla voi osoittautua haasteelliseksi, mutta pienemmissä osissa toteutettuna se voi olla jopa tehokasta, laadukasta ja tuottavaa. (4.) Ydinprosessi tarkoittaa keskeisessä asemassa olevaa prosessia, joka toteuttaa yrityksen tärkeintä tehtävää eli palvelee asiakasta tuottamalla asiakkaalle tämän haluavaan tuotetta tai palvelua. Tukiprosessi sananmukaisesti tukee toista prosessia, jotta sen toteutuminen olisi mahdollista. Osaprosessi on nimensä mukaisesti osa isompaa prosessia, joka on eroteltu siitä havainnollistamisen helpottamiseksi. Osaprosessien osia kutsutaan vaiheiksi, jotka ovat prosessin aikana suoritettavia toimintoja ja tehtäviä. (5, s. 14.)

Esimerkiksi kaapeleiden teollisen valmistamisen voi nähdä yhtenä tuotantoprosessina, jossa raaka-aineet muutetaan valmiiksi kaapeliksi, mutta on huomattavasti tehokkaampaa ja helpommin

hallittavaa kun nähdään alaprosessit ison tuotantoprosessin sisällä. Kaapeli useimmiten koostuu useasta eri osasta, joita lisätään eri prosessien aikana kaapelin puolivalmiin kaapelin edetessä kohti lopputuotetta. Näitä prosesseja ovat esimerkiksi kaapelin johtimen vetäminen ja mahdollinen kertaaminen, johtimen eristäminen, eristettyjen johtimien vaippaus, kaapelin koestaminen ja kaapelin pakkaaminen. Näihin ja muihin kaapelin valmistukseen liittyviin prosesseihin paneudutaan syvemmin tässä opinnäytetyössä.

2.2 Prosessien kuvaaminen

Prosessien kuvaamisen lähtökohtana on prosessien kehittäminen. Visualisoimalla prosessin ja sen eri osa-alueet ovat kehityskohteet helpommin havaittavissa ja määriteltävissä. Yrityksen prosessien ollessa kuvattuina kenellekään ei jää epäselväksi, mitä prosesseissa tapahtuu, ei yrityksen sisä- eikä ulkopuolella. Prosessien selvä ja tarkka kuvaaminen auttaa yhtenäistämään toimintatavat samanlaisissa tai samankaltaisissa prosesseissa sekä eri toimijoiden välillä. On kuitenkin tärkeää tunnistaa, mihin tarkoitukseen ja kenelle suunniteltu kuvaus prosessista on tulossa, jotta voidaan määrittää sen tyyli ja informaationsisältö. Esimerkiksi uuden työntekijän perehdyttämisessä kirjallinen työohje voi olla tehokkain tapa kuvaamaan prosessia ja sen sisältöä, mutta prosessien toiminnan havainnollistamisessa tai viestinnässä voi esimerkiksi prosessikartta tai -kaavio olla parempi vaihtoehto. (6.)

Prosessikaaviota käytetään tavallisesti yhden prosessin visuaaliseen kuvaamiseen. Prosessikaaviossa kuvataan prosessin eri vaiheet, niissä käytettävät resurssit ja niiden väliset syy-seuraussuhteet. (7.) Tässä opinnäytetyössä luotavat prosessikaaviot kuvaavat Prysmianin Oulun tehtaan tuotannolliset prosessit ja niiden vaiheet raaka-aineen syöttämisestä prosessiin sen siirtymiseen varastoon tai lähetettäväksi asiakkaalle lopputuotteena.

2.3 Prosessikaavioiden hyödyntäminen

Prosessien mallintamisen lähtökohtana on prosessien kehittäminen ja niiden parantaminen. Tässä työssä luotavat prosessikaaviot tarjoavat valmiudet tarkastella ja vertailla eri prosesseja kuin myös pohjan tarkemmalle mallintamiselle tulevaisuudessa. Prosesseja tutkimalla ja analysoimalla niiden nykytila saadaan kirjattua yhtenäisellä ja helposti ymmärrettävällä tavalla, jota voidaan käyttää hyödyksi niiden analysoimisessa eri näkökulmista.

Tärkeä osa minkä tahansa tuotantolaitoksen toimintaa on käytössä oleva laatujärjestelmä. Tuotettavien tuotteiden täytyy olla laatujärjestelmän sanelemien ehtojen mukaisia ja läpäistävä niille osoitetut kriteerit. Prosessikaaviot auttavat laadun ongelmakohtien tunnistamisessa, niiden korjaamisessa ja parantamisessa.

Prosesseissa voidaan käyttää samanlaisia tai samankaltaisia elementtejä. Kun yhdessä elementissä havaitaan ongelma, voidaan prosessikaavioista tunnistaa nopeasti, missä muissa prosesseissa kyseistä tai samankaltaista elementtiä käytetään. Eri prosessien toimintatapojen välillä voi olla eroavaisuuksia, joten ongelmanaiheuttaja voi olla myös yksilöllinen. Tunnistamalla kaikki samankaltaiset prosessien vaiheet voidaan jo olemassa olevista toimintatavoista löytää ratkaisu ongelmaan. Tapauksessa, jossa kaikki samankaltaiset elementit ovat ongelmallisia, voidaan kaavioista paikallistaa kaikki prosessit, joissa tämä ongelma esiintyy ja korjata ongelmat kerralla. Prosessikaavioihin voidaan merkitä paitsi eri laatuun vaikuttavia tekijöitä, mutta myös prosessin osia, jotka hallinnoivat tai mittaavat suoraan prosessissa syntyvän tuotteen laatua. Kaapeliteollisuudessa tällaisia keinoja ovat esimerkiksi kaapelin paksuuden ja pintavikojen mittaaminen ja seuraaminen prosessin aikana.

Prosessissa esiintyvät laatuongelmat voivat synnyttää jätettä, mutta tuotannollisissa prosesseissa syntyy yleensä myös hukkaa käytettävien materiaalien ylijäämästä. Prosessikaavioita voi hyödyntää prosessissa syntyvien jätteiden ja materiaalihukan kartoittamisessa ja niiden analysoimisessa. Prosessikaavioista voidaan tulkita eri materiaalien ja syntyvän hukan virtaukset eri prosessien läpi hyödyntäen tätä tietoa hukkamateriaalien ja jätteen synnyn vähentämiseksi, lajittelemiseksi ja kierrättämiseksi. Saadun informaation avulla kyetään myös analysoimaan materiaalien mahdollista uusiokäyttöä ja materiaalivirtojen optimointi mahdollisuuksia.

Prosessin turvallisuuden kartoittaminen, ylläpitäminen ja parantaminen on olennainen osa tuotantoprosessien toimintaa. Eri turvallisuusriskien tunnistaminen ja minimoiminen auttaa vähentämään tapaturmia ja näin ollen tehostamaan prosessin toimintaa. Prosessikaavioita voi hyödyntää turvallisuusriskien tunnistamisessa ja niiden kartoittamisessa. Analysoimalla olemassa olevaa tietoa oman organisaation sisällä ja ulkopuolella tapahtuneista tapaturmista on mahdollista paikallistaa prosessikaavioista ilmenevät ongelmakohdat. Kun jokin riski on todennettu yhdessä prosessissa, voidaan syntynyttä tietoa käyttää hyväksi kaikkien muiden vastaavien prosessien riskienarvioinnissa. Kaikkia riskejä on mahdotonta poistaa kokonaan, mutta prosessikaavioihin voidaan merkitä ongelmakohdat ja riskin aiheuttavat tekijät, jotta ne ovat nähtävissä selkeästi kaikille osallisille.

Erilaiset turvallisuusratkaisut, kuten esimerkiksi turvakytkimet tai hätäseis-painikkeet voidaan merkitä prosessikaavioon niiden sijainnin havainnollistamiseksi.

Prosessikaaviot on mahdollista hyödyntää tuotekehityksessä. Prosessikaavioihin on mahdollista mallintaa prosessissa käytettävät materiaalit ja laitteet kuin myös siihen liittyvät tukiprosessit. Tuotekehityksessä voidaan analysoida kaavioiden tarjoamaa tietoa määrittäessä missä, miten ja milloin uutta tuotetta halutaan valmistaa. Uuden tuotteen materiaaleja, luonnetta ja vaatimuksia voidaan verrata prosessikaavioissa ilmenevään tietoon, jolloin on mahdollista määrittää uudelle tuotteelle paras mahdollinen reitti prosessin läpi. Kun uuden tuotteen elementit eivät täsmää minkään olemassa olevan tuotteen kanssa, voidaan prosessikaavioista nähdä, minkä prosessin laitteisto ja käyttömahdollisuudet sopisivat parhaiten uuden tuotteen tuotantoon. Samaa informaatiota voidaan hyödyntää vanhojen tuotteiden kehittämisessä ja esimerkiksi tuotantokapasiteetin lisäämisessä.

Prosessikaaviot kykenevät auttamaan niissä kuvattavien prosessien kanssa työskenteleviä monin tavoin. Uusi työntekijä on tärkeää perehdyttää työhönsä. Prosessikaavioiden avulla voidaan antaa uudelle työntekijälle yksityiskohtainen, mutta selkeä kuva prosessista, minkä parissa hän tulee työskentelemään. Prosessia esitellessä esimerkiksi laadun tai turvallisuuden näkökulmasta voidaan prosessikaavioita käyttää apuna näiden asioiden havainnollistamiseen. Kun koko tuotantolaitoksen prosessit on mallinnettu yhtenäisiksi prosessikaavioiksi, helpottuu muidenkin prosessien ymmärtäminen ja sisäistäminen yhden opitun prosessin perusteella. Prosessikaavioiden informaatio ei tietenkään rajoitu vain uusiin työntekijöihin, vaan pitempäänkin työskennelleet henkilöt näkevät niistä nopeasti prosessien perusidean, jos he kaipaavat muistin virkistystä. Työnjohtajat ja tuotannonsuunnittelijat voivat käyttää prosessikaavioita suunnitellessaan tuotantoa ja tuotteiden kulua prosessien läpi. Prosessikaaviot kaiken kaikkiaan vähentävät muistin varassa toimimista ja standardisoivat tiedon prosesseista kaikkien osallisten käytettäväksi.

2.4 Prosessikaavioiden kehittäminen

Tässä opinnäytetyössä luotavat prosessikaaviot on suunniteltu sisältämään Prysmianin Oulun tehtaan ja sen prosessien pääasialliset toiminnot. Kaavioiden sisältämä tieto tulee olemaan laaja, mutta tietoa on helppo lisätä ja päivittää niihin. Toisaalta kaaviot tulee säilyttää riittävän yksinkertaisena juuri tiedon päivittämisen kannalta, jottei päivittäminen ole liian työlästä. Vaikkakin itse kaaviot luodaan Microsoft Visio- ohjelmalla, on Prysmianin tavoitteena luoda kaavioille oma ympäristö joltain toista ohjelmaa tai verkkoalustaa hyväksikäyttäen.

Kaavioita ollessa paljon niiden järjestelmällinen tutkiminen, päivittäminen ja säilyttäminen voi olla kankeaa ja epäkäytännöllistä. Tulevaisuuden tavoitteena on luoda kaavioille oma käyttöympäristö, missä kaikki kaaviot linkittyvät yhteen. Melkeinpä jokaisella prosessilla on edeltävä ja tuleva vaihe ja tämä käyttöympäristö mahdollistaisi liikkumisen näiden vaiheiden kaavioiden välillä helposti ja saumattomasti. Ideaali tilanne olisi, että koko tehtaan prosessikaaviota, jota voidaan pitää ydinprosessikaaviona toimisi eräänlaisena pohjana, josta käyttäjä pääsisi helposti tarkastelemaan kaikkia sen sisällään pitämiä tukiprosesseja. Tällä tavoin olisi mahdollista päästä eroon monista turhista paperidokumenteista ja moniin eri paikkoihin tallennetuista vaikeasti löydettävistä tiedostoista.

Prosessikaavioiden luominen interaktiivisessa verkkoympäristössä toisi paljon mahdollisuuksia. Järjestelmän käyttäminen voisi olla mahdollista esimerkiksi tietokoneella, puhelimella ja tabletilla. Tällaisessa ympäristössä paitsi eri prosessien kaavioiden välinen navigointi olisi helppoa ja sujuvaa, mutta mahdollisuudet lisätä muuta informaatiota ja dokumentteja kaavioiden tueksi ovat huomattavat. Jokaisen prosessin vaiheen kohdalle olisi mahdollista lisätä kyseistä vaihetta koskevaa dokumentaatiota. Kunnossapito- ja prosessitiimit voisivat nähdä esimerkiksi laitteiden räjäytyskuvia tai korjausohjeita suoraan kannettavalta ruudulta. Prosessin eri vaiheissa syntyvien laatupoikkeamien hyväksymisrajat ja muu dokumentaatio olisivat helposti kaikkien saatavilla ja nähtävillä. Prosessissa käytettävien materiaalien koodit, valmistajat, toimittajat ja kaikki tarvittava informaatio käden ulottuvilla. Mahdollisuuksia ja hyötyjä tämän kaltaisessa järjestelmässä on paljon. Prosessikaaviot tarjoavat pohjan suurelle muutokselle ja kehittymisen mahdollisuuksille.

3 PRYSMIAN GROUP FINLAND OY

Prysmian Group Finland Oy on osa Prysmian Groupia, joka on maailman suurin energia- ja telekaapeleiden sekä kaapelijärjestelmien toimittaja. Prysmian Group on levittäytynyt ympäri maailmaa operoiden yli 50 eri maassa ja työllistäen noin 30 000 ihmistä. Prysmian Group on listattu Milanon pörssiin. Suomessa Prysmian Group Finland tarjoaa maan suurimman kaapelivalikoiman tuotemerkeillään Prysmian ja Draka. Suomessa toimii kaksi tehdasta, yksi Kirkkonummella Pikkalassa ja toinen Oulun Ruskossa. Nämä tehtaot yhdessä työllistävät noin 700 ihmistä. (8.)

3.1 Oulun tehdas

Oulun tehdas sai alkunsa vuonna 1960, kun silloinen alan toimija Suomen Kaapelitehdas perusti Pohjolan Kaapeli Oy:n. Suomen Kaapelitehdas sulautettiin pian osaksi Nokia Osakeyhtiötä sen aseman vahvistamiseksi. Oulun tehdas toimi aluksi entisen nahkatehtaan tiloissa keskustan tuntumassa. Nykyinen Ruskossa toimiva tehdas perustettiin vuonna 1972. Tehtaan kehittämiseksi entistä suuremmilla investoinneilla Pohjolan Kaapeli liitettiin osaksi Nokian konsernia vuonna 1981, jolloin yhtiön nimeksi tuli Nokian Kaapeli. (9.) Vuoden 1995 osakekaupan jälkeen yhtiöstä tulee NK Cables, jonka omisti NKF Holding. Neljä vuotta myöhemmin tapahtuu fuusion Draka Holdingin kanssa, mutta kuitenkin vasta vuonna 2003 yhtiön nimeksi tulee Draka NK Cables. Yhtiön voima-kaapeli toiminnot myytiin vuonna 2000 Pirelli Cables and Systemsille, josta tulee vuonna 2005 Prysmian Cables and Systems. Draka ja Prysmian fuusioituvat vuonna 2012 synnyttäen Prysmian Finland Oy:n. Vuonna 2018 Prysmian Finlandin nimi muutetaan Prysmian Group Finland Oy:ksi, joka on Oulun tehtaan nykyinen toimija. (10.)

3.2 Oulun tehtaan toiminnot

Oulun tehtaan toiminnot voidaan jakaa eri osa-alueisiin. Johdintehtaalla toimii useita eri tuotantolinjoja, jotka valmistavat kuparijohtimia tehtaan tarpeeseen, mutta myös suoraan myytäväksi. RF-tehtaalla toimivat tuotantolinjat keskittyvät analogisia signaaleja siirtävien RF-kaapeleiden valmistukseen. AJ-tehtaalla valmistetaan maa- ja asennuskaapeleita. Pakkaustehtaalla nimensä mukaisesti pakataan valmiita kaapeleita asiakkaille myytäväksi. Valmiita lopputuotteita varastoidaan sisätiloissa pakkaustehtaan rakennuksessa ja ulkona hyllyissä ja merkityillä varastopaikoilla. Raaka-

aineiden varastointi tapahtuu niille tarkoitetuissa erillisissä halleissa ja niille tarkoitetuilla pakoilla tuotantohalleissa. Lähettämö vastaa tehtaalle tulevasta ja sieltä lähtevästä tavaraliikenteestä. Tässä opinnäytetyössä luotavat prosessikaaviot tehdään tehtaan eri osa-alueilla toimivien tuotantolinjojen ja niiden prosessien pohjalta.

4 PROSESSIKAAVIOT

Työn toteuttaminen aloitettiin lähtötilanteen kartoittamisella. Tehtaan eri osa-alueilla toimivat tuotantolinjat listattiin aluekohtaisesti niiden nimen ja SAP-numeron mukaan. Jokaiselle tuotantolinjalle luotiin prosessikaaviopohja olemassa olevien tietojen perusteella käyttäen hyväksi SAP:tä ja yrityksen eri tietokantoja. Käytössä olevista raaka-aineista, materiaaleista ja puolivalmisteista tehtiin samanlainen listaus kokonaiskuvan ja lähtötilanteen hahmottamisen helpottamiseksi. Lähtötietojen perusteella luotiin karkea kuvaus koko tehtaan prosessien kulusta ja materiaalien liikkeistä prosessien sisällä yhteen suurempaan prosessikaavioon. Näillä toimenpiteillä pyrittiin luomaan kattava kuva työn lähtötilanteesta, olemassa olevasta tiedosta, työn luonteesta ja sen toteuttamisen kuluista.

Prosessikaavioiden luominen päätettiin toteuttaa osasto kerrallaan lähtien liikkeelle RF-tehtaalta, koska siellä sijaitsevista tuotantolinjoista oli vähiten alkutietoja. Johdin-, AJ- ja pakkaustehtaan prosessikaaviot luotiin järjestyksessä johdintehtaan jälkeen. Eri osastojen prosessikaavioiden jälkeen luotiin raaka-aineiden hankinnan prosessikaavio ja lopulta viimeisenä luotiin koko tehtaan käsittävä kaavio. Kaavioiden luomiseen vaadittavan tiedon keräämisen pohjana toimi eri linjojen ja niiden toimintojen tutkiminen eri alueiden tuotantotiloissa ja niiden parissa työskentelevien henkilöiden haastatteleminen. Tuotantolinjojen eri osat kirjattiin muistiinpanoihin, joiden perusteella tiedot täydennettiin prosessikaavioihin. Tuotantolinjoilta kerättyä tietoa täydennettiin ja täsmennettiin SAP:n avulla hyväksikäyttäen myös työntekijöiden ja muun henkilöstön apua ja tietämystä.

Prysmianin tuotantolinjat koostuvat yksinkertaisuudessaan lähtöpäästä, linjan tarkoituksen toteuttavasta koneista ja vastaanottopäästä. Lähtöpäässä linjaan syötetään raaka-aineita tai puolivalmisteita, joita muutetaan linjan prosessin aikana. Raaka-aineita voidaan säilöä esimerkiksi kuormalavoilla, joista ne syötetään suoraan linjalle, mutta puolivalmisteita säilötään erikokoisissa ke-loissa ja häkeissä, joita käytetään tehtaan jokaisella osastolla puolivalmisteiden varastointiin ja siirtämiseen linjalta toiselle. Keloja käytettäessä lähtöpäässä käytetään lähtöpukkeja, joissa kela pääsee pyörimään vapaasti. Häkeille ei tarvita erillistä lähtöpukkia, vaan niissä säilöttävä puolivalmiste purkautuu linjalle suoraan häkistä. Lähtöpään jälkeen linjalle syötetty materiaali voi osaston mukaan kulkeutua esimerkiksi vetokoneiden, kertauskoneiden, erilaisten massapuristinten ja muiden erilaisten koneiden ja niitä tukevien laitteiden läpi kohti vastaanottopäätä. Näillä koneilla linjalle syötetystä materiaalista muokataan haluttu lopputulos. Vastaanottopäässä käytetään erilaisia

puolaajia, jotta linjalta saatava tuotos voidaan kerätä talteen. Samalla tavoin kuin lähtöpäässä, vastaanottopäässä käytetään häkkeitä tai keloja puolivalmisteiden tai lopputuotteiden keräämiseksi. Tätä varten tehtaalla on erilaisia puolaajia eri kokoisille häkeille ja keloille. Tuotantolinjojen eri osiin ja elementteihin paneudutaan tarkemmin osastokohtaisissa selvityksissä.

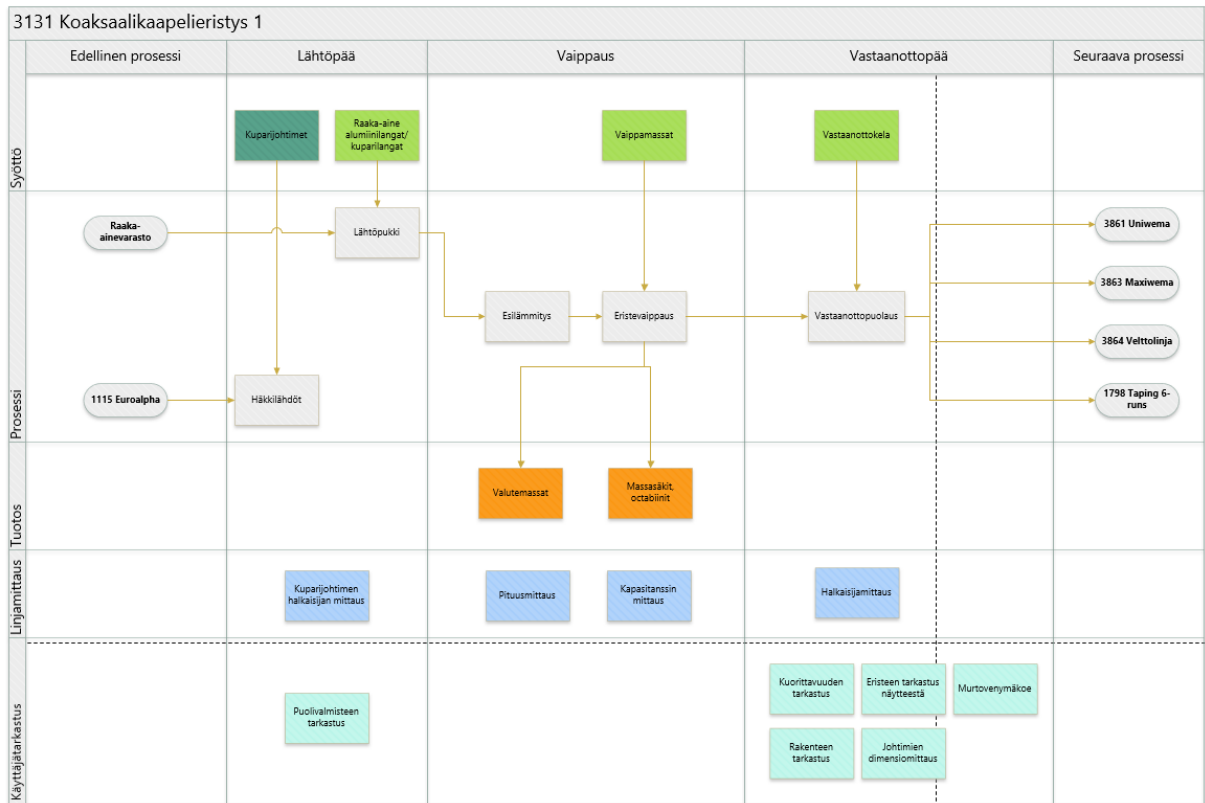
4.1 RF-tehdas

RF-tehtaalla toimii useita eri linjoja, joilla eristetään kuparijohtimia, valmistetaan kaapelia ja niistä syntyviä lopputuotteita. RF-tehtaan kuparijohtimet tulevat Johdintehtaalta linjojen käytettäväksi. Tehtaalla yksittäinen Keskiputkilinja, joka valmistaa kierrettyä kupariputkea eristyslinjojen tarpeisiin. Eristyslinjat eristävät kuparijohtimia ja Keskiputkilinjalta tulevia puolivalmisteita. Vaippalinjat valmistavat eristyslinjojen puolivalmisteita lopputuotekaapelia.

Prosessikaavioiden luominen ja informaation keräys aloitettiin RF-tehtaalta. Ensimmäisenä vuorossa oli Keskiputkilinja. Keskiputkilinjan toimintaperiaate on hyvin tavanomainen, mutta omankaltaisensa sillä tuotettavien puolivalmisteiden luonteen vuoksi. Linjan lähtöpäässä sijaitsevat lähtöpukit, joista kuparinauhaa syötetään linjalle. Kupari nauha kulkeutuu hitsauspöydälle, jossa se ensimmäisenä muotoutuu halutun laiseksi. Tarvittava määrä kuparia leikataan irti ja nauhasta muodostetaan putki. Hitsauskoneen tehtävänä on hitsata tämä putki niin, että se säilyttää muotonsa. Hitsattu putki korrugoidaan, eli kierretään siten, että siihen syntyy ruuvin kaltaiset kierteet. Valmis korrugoitu putki kerätään kelalle vastaanottopukissa. Linja sisältää mittalaitteita putken pituuden ja dimensioiden mittaamiseksi. Puolivalmiste kupariputki siirtyy RF-tehtaan eristyslinjojen käytettäväksi. Prosessikaavioon merkittiin linjan eri vaiheet edellä mainitussa järjestyksessä. Edellisenä prosessina oli materiaalivarasto ja seuraavana prosessina RF-tehtaan eristyslinjat.

RF-tehtaalla toimii kaksi eri eristyslinjaa, jotka ovat toiminnaltaan hyvin samankaltaisia. Linjat ovat Koaksaalikaapelieristys 1 ja 2. Koaksaalikaapelieristys 1:n lähtöpäässä on lähdöt häkeille ja keloille. Johdintehtaalta tulevat kuparijohtimet syötetään linjalle häkeistä ja muuta materiaalit keloista. Lähtöpäästä linjalle syötetyt materiaalit kulkeutuvat esilämmittimen kautta massapuristimelle. Massapuristimella kuumennettu muovimassa puristetaan johtimen päälle vaipaksi, jonka jälkeen eristetty johdin kulkeutuu jäähdytysränniin. Eristekaapelin jäähdyttyä se kerätään vastaanottopukissa kelalle. Tällä linjalla on mittareita eristekaapelin pituuden ja dimensioiden mittaukseen ja kapasitanssin mittaukseen. Tämän linjan puolivalmisteet siirtyvät RF-tehtaan vaippauslinjojen käyttöön.

Koaksaalikaapelieristys 1:n prosessikaavioon merkittiin linjan vaiheet edellä mainitussa järjestyksessä (kuva 1). Edellisenä prosessina ovat materiaalivarasto ja Johdintehtaan Euroalpha-vetolinja. Seuraavana prosessina RF-tehtaan vaippauslinjat Prowema, Uniwema, Velttolinja ja joskus myös nauhoituslinja.



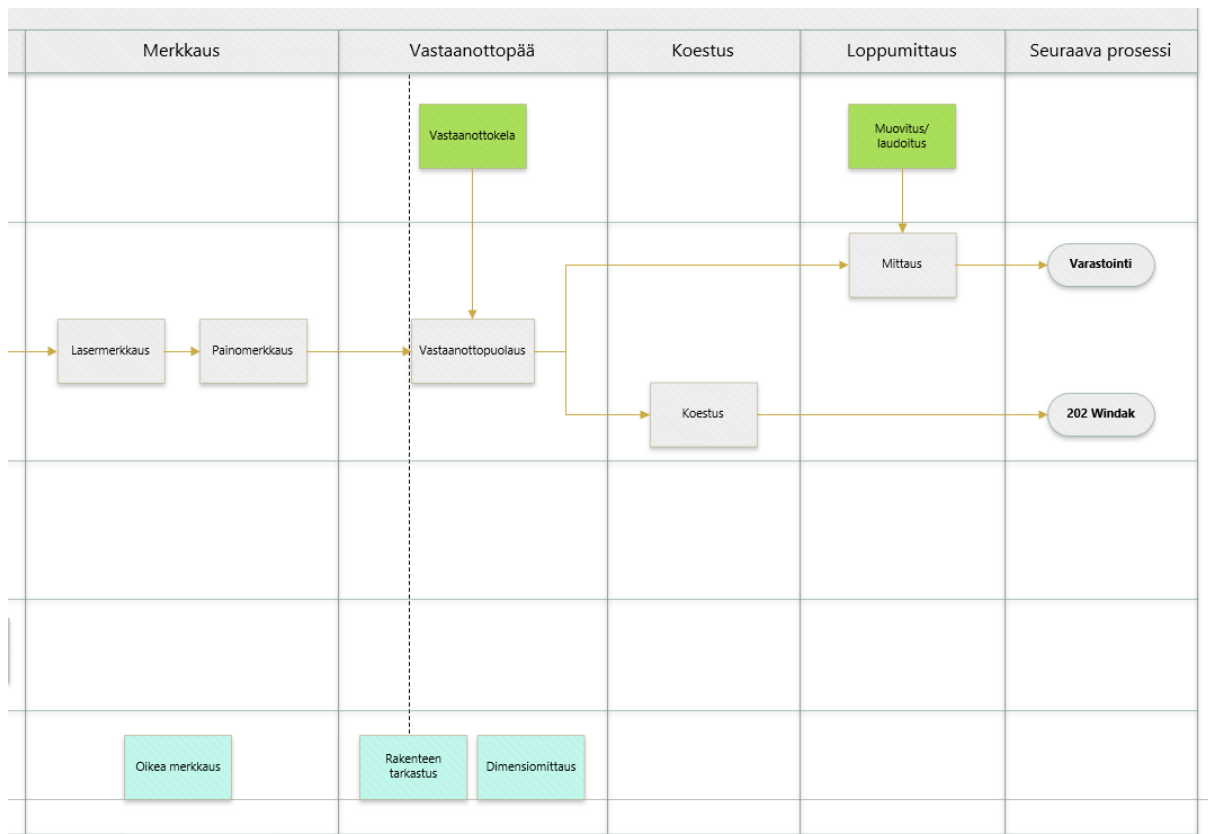
KUVA 1. Koaksaalikaapelieristys 1:n prosessikaavio

Koaksaalikaapelieristys 2:n lähtöpäässä on lähtöpukki keloille. Lähtöpukista syötetään linjalle raaka-aine kupariputkea ja Keskiputkilinjalta tulevaa korrugoitua kupariputkea. Tälläkin linjalla kupariputki kulkeutuu esilämmityksen läpi, jonka jälkeen se menee massapuristimen läpi, joka puristaa sen pintaan eristekerroksen. Eristetty kupariputki kulkeutuu jäähdytysränniin, josta se jäähdytyään kerätään kelalle vastaanottopukissa. Linjalla tuotetusta eristekaapelista mitataan sen pituus ja dimensiot. Koaksaalikaapelieristys 2:n prosessikaavio luotiin edellä mainitussa järjestyksessä. Edellisenä prosessina toimivat materiaalivarasto ja Keskiputkilinja. Seuraavana prosessina ovat RF-tehtaan vaippauslinjat Uniwema ja Maxiwema.

Eristyslinjojen jälkeen vuorossa olivat RF-tehtaan vaippauslinjat, ensimmäisenä Maxiwema. Linjan lähtöpäässä sijaitsevat lähtöpukit keloille, joista linjalle syötetään RF-tehtaan eristyslinjojen puolivalmisteita, raaka-aineita ja Johdintehtaan kuparijohtimia. Lähtöpukkien jälkeen tulee

Valmiit RF-lopputuotteet siirtyvät loppumittaukseen, jossa lopputuotekelan päälle voidaan asentaa laudat suojaamaan kaapelia. Loppumittauksesta kaapeli siirtyy varastoon. AJ-lopputuotteet siirtyvät loppukoestukseen, jonka jälkeen ne viedään pakattavaksi Pakkaustehtaalle (kuva 3). Maxiwe-malla käytetään monenlaisia mittareita kaapelin laadun varmistamiseksi. Kaapelin pituus ja dimen-siot mitataan. Linjalla toimii niin sanottu pattivahti, joka havaitsee kaapelin pinnan epätasaisuuksia. Sparktestaaja havaitsee reiät kaapelin vaipassa. Maxiweman vaiheet merkattiin prosessikaavioon edellä mainitussa järjestyksessä. Edellisenä prosessina olivat Johdintehtaan kertauslinjat ja RF-tehtaan eristyslinjat. Seuraavana prosessina olivat lopputuotevarasto ja Pakkaustehtaan pakkaus-kone Windak.





KUVA 3. Maxiweman prosessikaavion jälkipuolisko

RF-tehtaan linjoista Uniwema, Prowema ja Velttolinja ovat hyvin samankaltaisia Maxiweman kanssa. Lähtöpäässä niissä on pukit puolivalmisteille ja raaka-aineille. Lähtöpukin jälkeen on hitsauskone, jossa kuparinauhasta leikataan ylimääräinen pois ja se hitsataan putkeksi. Tämän jälkeen kupariputki korrugoidaan. Korrugointia seuraa massapuristin, jossa kupariputken päälle puristetaan vaippa, johon lisätään tarvittaessa haluttu värimassa. Kaapeliin merkataan tarvittavat tiedot, jonka jälkeen se siirtyy jäähdytysrännin kautta vastaanottopukille, jossa se puolataan kelalle. Lopputuotekela siirtyy loppumittaukseen, jossa se voidaan laudoittaa. Loppumittauksesta lopputuotekela siirtyy lopputuotevarastoon. Kummankin linjan prosessikaavioiden vaiheet luotiin edellä mainitussa järjestyksessä. Uniweman edellisenä prosessina on Koaksaalikaapelieristys 1 ja materiaalivarasto ja seuraavana prosessina lopputuotevarasto. Proweman edellisenä prosessia on Koaksaalikaapelieristys 2 ja materiaalivarasto ja seuraavana prosessina lopputuotevarasto. Velttolinjan edellisenä prosessina on Koaksaalikaapelieristys 1 ja materiaalivarasto ja seuraavana prosessina lopputuotevarasto.

Viimeisenä RF-tehtaan tuotantolinjana on Jumpperi. Se eroaa muista linjoista siten, että sillä valmistetaan Velttolinjalta tulevasta kaapelista katkottuja liittimillä varustettuja kaapeleita. Velttolinjalta

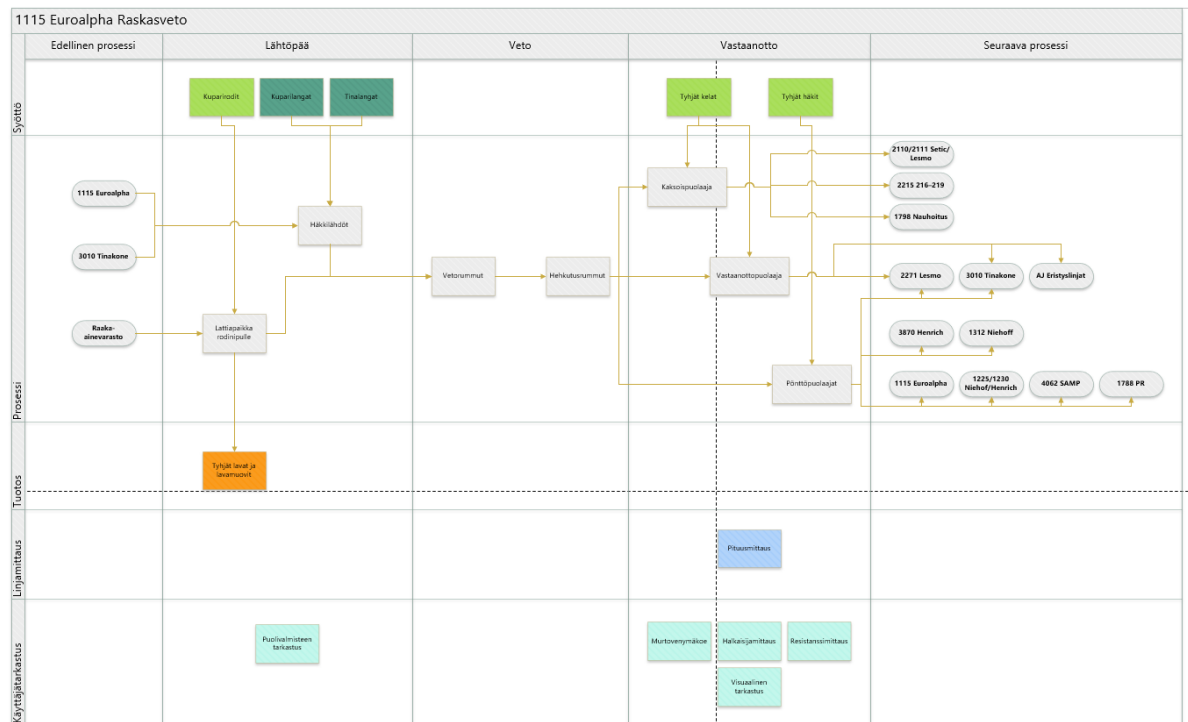
NKJL01 Jumpperi									
	Edellinen prosessi	Katkaisu	Kiepitys	Liittimen asennus		Taivutussuojauks	Mittaus	Vastaanottoää	Seuraava prosessi
Syöte		Yleisku kaapeli	Staat	Liittimet				Puhalluskaikki Klaari	
Prosessi	1864 Valtalojo	Lähtökaikki → Katkaisu	Kiepitys	Kuorinta → Liittimen asennus	Liittimen juttaminen → Kulkailimen palvelus → Ruiskutus		Loppumittaus	Päätös	Varasto
Tuotos				Kuorinapää					
Ulkamittaus		Pluomittaus							
Käytännönkäyttö		Puolipuhdenn teräksuus						Vuorailinen teräksuus	

RF-tehtaan prosessikaavioita mallintaessa prosessikaavioille kehitettiin niiden ulkoasu. Kaavion yläreunaan päätettiin merkitä prosessin vaiheiden nimet ja vasempaan laitaan eri prosessin tapahtumat. Eri tapahtumien värikoodaus määritettiin. Alussa syöttöön merkittävät puolivalmisteet ja muut materiaalit merkittiin tarkemmin. Jokaisen käytettävän materiaalin koodi merkittiin syöttö osi-
ossa oleviin laatikoihin. Tässä vaiheessa kaavioissa ei myöskään vielä ollut edellisen ja seuraavan prosessin vaiheita. RF-tehtaan kaavioiden valmistumisen jälkeen päätettiin tilaajayrityksen edustajan kanssa, että puolivalmisteet ja muut materiaalit merkitään kaavioihin koodien sijaan niiden nimillä.

4.2 Johdintehdas

Johdintehtaalla toimii useita eri veto- ja kertauskoneita ja niiden lisäksi kuparijohtimien tinaukseen tarkoitettu tinauskone. Nämä koneet tuottavat kaiken tarvittavan kuparin koko tehtaan käyttöön useassa eri koossa. Vetokoneet nimensä mukaisesti vetävät joko raaka-aineena käytettävää kuparirodia tai jo vedettyä kuparijohdinta. Vetämällä kuparijohtimen pituus kasvaa ja halkaisija pienenee. Kuparirodista vedettävää kuparijohdinta vedetään eri vetokoneiden läpi, kunnes saavutetaan haluttu pituus ja halkaisija. Eri koneissa kuparijohtimia voi olla vedettäessä yksi tai useampia samaan aikaan. Osa kuparijohtimista siirretään jo vetämisen jälkeen muiden osastojen käytettäväksi, mutta useampia kuparilankoja sisältäviä johtimia voidaan myös kerrata. Kertauskoneet kiertävät useat kuparilangat yhteen, jotta niistä saadaan yksi, paksumpi, kuparijohdin.

Koko Johdintehtaan prosessi lähtee liikkeelle Euroalpha-raskasvetokoneesta. Kuparijohtimien raaka-aineena toimii kuparirodi, joka on paksua kuparilankaa. Kuparirodi vedetään Euroalphalla kapeammaksi, jotta sitä voidaan hyödyntää johdintehtaan muilla linjastoilla. Kuparirodi varastoidaan kuormalavoilla, joista se johdetaan suoraan Euroalpha-linjastolle. Euroalphalla voidaan vetää jo vedettyjä kuparilankoja uudelleen, jota varten linjalla on myös tarvittavat lähdöt lankahäkeille. Linjalle ohjatut kuparilangat kulkeutuvat veto- ja hehkutusrumpujen läpi, jolloin niiden halkaisija muovautuu halutun laiseksi. Vedetty lanka siirtyy vastaanottopäähän, missä se puolataan joko häkkiin tai kelalle. Vastaanotossa vedetyn kuparilangan pituus mitataan. Euroalphalla käytetään niin happeja kuin eri kokoisia keloja. Puolaustyyppi riippuu siitä, mille linjalle vedetty kuparilanka menee seuraavaksi. Euroalphalla käytetään kaksoispuolaajaa, kelapuolaajaa ja häkkipuolaajaa. Euroalphan prosessikaavioon määritettiin lähtöpää, veto-osuus ja vastaanottopää. Vastaanottopäässä jokaiselle puolaajalle määriteltiin erikseen, mille linjalle kyseiseltä puolaajalta menee puolivalmisteita. Valmiille puolivalmisteille suoritetaan erilaisia kokeita ja mittauksia laadun varmistamiseksi, kuten murtovenymäkoe ja resistanssimittaus. Edellisenä prosessina on Euroalpha itse, tinakone ja raaka-ainevarasto. Seuraavana prosessina toimivat Johdintehtaan monet eri koneet, AJ-tehtaan eri linjat ja nauhoituslinja (kuva 5).

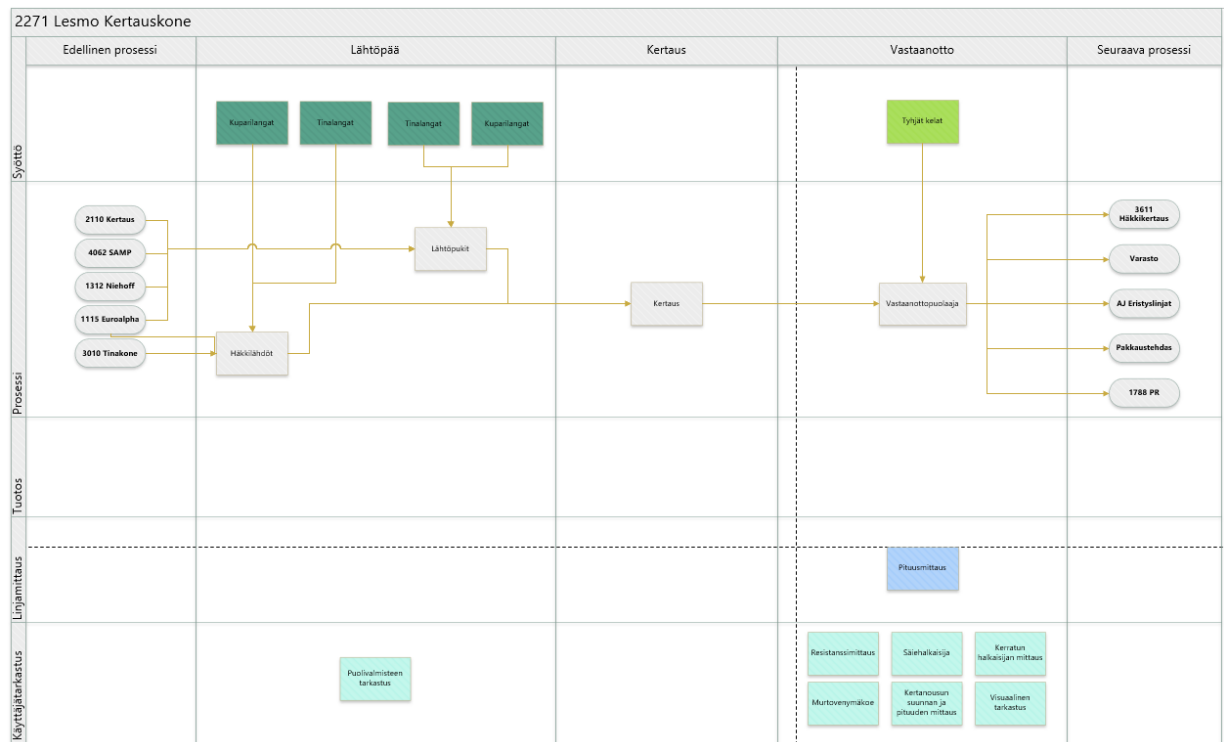


KUVA 5. Euroalpha-raskasvedon prosessikaavio

Johdintehtaalla toimii Euroalphan lisäksi useita muita vetokoneita, joiden toimintaperiaate on käytännössä sama kuin Euroalphan. Näiden linjojen lähtöpäässä on lähdöt lankahäkeille, joista Euroalphalla tehtyä tai tinakoneella tinattua kuparilankaa syötetään linjaan. Kuparilangat menevät vedon ja hekikutuksen läpi vastaanottopään puolaajille. Suurimpana erona Euroalphaan on vedettävien kuparilankojen määrä. Useissa tehtaalla käytettävissä kuparijohtimissa on yhtä useampi säie. Monilankavetokoneissa saadaan paitsi vedettyä useampi lanka kerralla, mutta niillä saadaan myös yhdistettyä tarvittava määrä säikeitä halutun lopputuotteen mukaan. Monilankavetokoneiden vastaanottopäässä on erilaisia vastaanottopuolaajia vastaamaan häkkeitä ja eri kelakokoja, jotta saadaan kaikkia tehtaan toiminnan vaativia kuparilankoja häkeissä ja eri kokoisilla keloilla. Näiden vetokoneiden prosessikaaviot vastaavat pitkälti Euroalphaa. Prosessikaavioissa muuttuvat edelliset ja seuraavat prosessit kuin myös lähtöjen ja vastaanottojen tyypit.

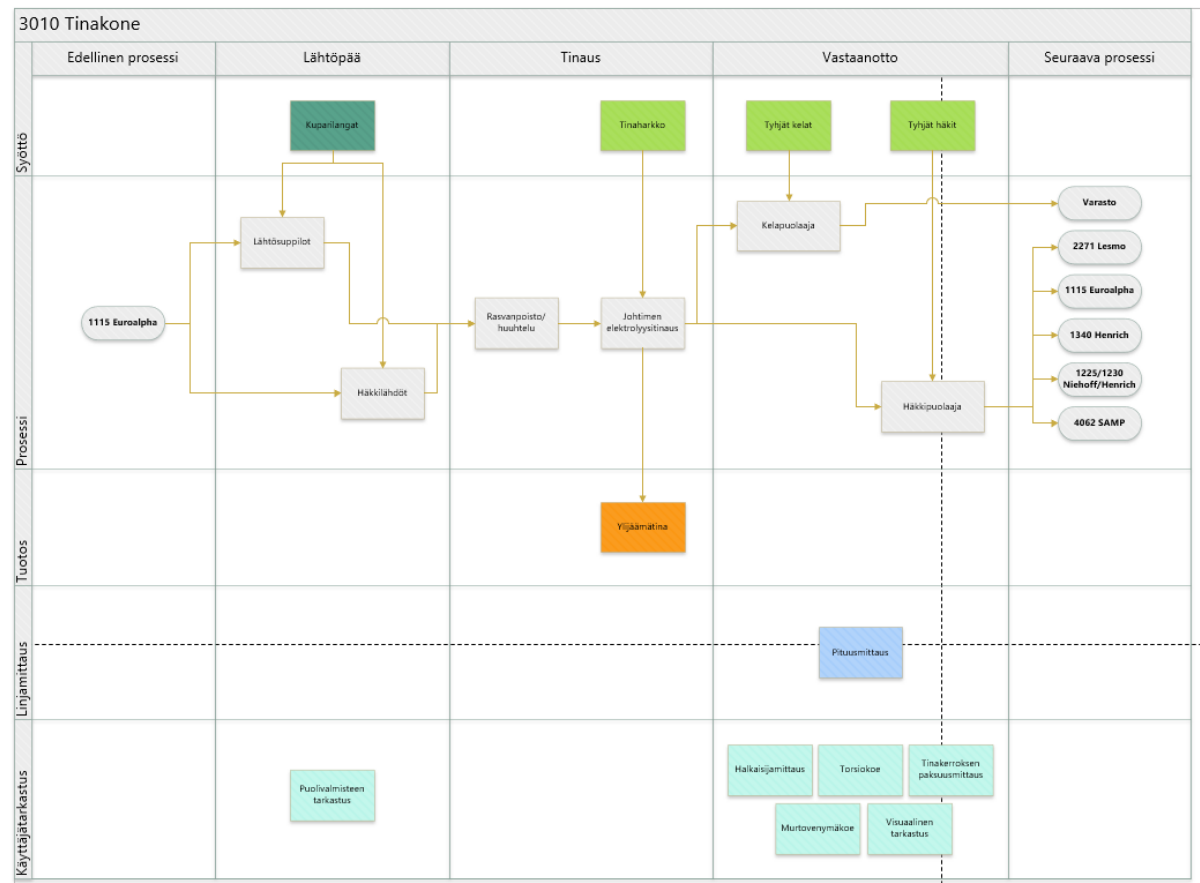
Toisena pääasiallisena konetyyppinä Johdintehtaalla toimivat kertauskoneet. Kertauskoneiden tarkoitus on nimensä mukaisesti kerrata kuparilankaa. Tavallinen kertausprosessi voidaan mieltää ydinlankana, jonka ympärille kierretään useita kuparilankoja, jotka muodostavat yhden kerratun kuparijohtimen. Tästä prosessista esimerkkinä käytetään Lesmo-kertauskonetta. Sen lähtöpäässä sijaitsevat lähtöpukit eri kokoisille keloille sekä häkkilähdöt. Kaikessa yksinkertaisuudessaan lähtöpäästä lähtevät kuparilangat menevät kertaajan läpi, jonka jälkeen valmis kerrattu kupari johdin

puolataan kelalle. Pintasäikeet kerrataan sydänlangan ympärille. Kertauskoneita on useita suurista pieniin vastaamaan tarvittavia kelakokoja, joille kerrattua kuparilankaa puolataan. Lesmon prosessikaavio koostuu lähtöpäästä, kertauksesta ja vastaanottopäästä. Edellisenä prosessina toimivat Johdintehtaan eri koneet ja seuraavana prosessina toimivat AJ-, Johdin- ja Pakkaustehtaan eri koneet ja linjat. Kerratun kuparijohtimen pituus ja dimensiot mitataan ja sille suoritetaan resistanssimittaus ja murtovenymäkoe (kuva 6).



KUVA 6. Lesmo-kertauskoneen prosessikaavio

Johdintehtaalla toimivat kertaus- ja vetokoneiden lisäksi tinakone ja nauhoituslinja. Nauhoituksen tarkoitus on kiertää kuparijohtimen ympärille kiertävä nauhoitus. Nauhoituslinja koostuu lähtöpöydästä, itse nauhoituksesta ja vastaanottopuolaajista. Nauhoituksen käyttämät kuparijohtimet tulevat Johdintehtaan monilta eri koneilta ja nauhoitetut kuparijohtimet menevät AJ-tehtaan linjojen käyttöön. Tinakoneen tarkoituksena on tinata kuparijohtimia eli lisätä niiden pintaan ohut kerros tinaa. Tinaus tapahtuu elektrolyysin avulla. Tinakone koostuu lähtöpäästä, tinauksesta ja vastaanottopäästä. Tinattavat kuparilangat tulevat Euroalphaalta joko häkeissä tai keloilla. Tinakoneen vastaanottopäässä on niin kelapuolaaja kuin häkkipuolaajakin palvelemaan kaikkien tinalankojen jatkokäsittelyssä käytettävien koneiden tarpeita. Tinakoneella valmistetaan myös lopputuotteita, jotka menevät puolauksen jälkeen suoraan varastoon. Muuten seuraavana prosessina ovat Johdintehtaan eri kertaus- ja vetokoneet (kuva 7).



KUVA 7. Tinakoneen prosessikaavio

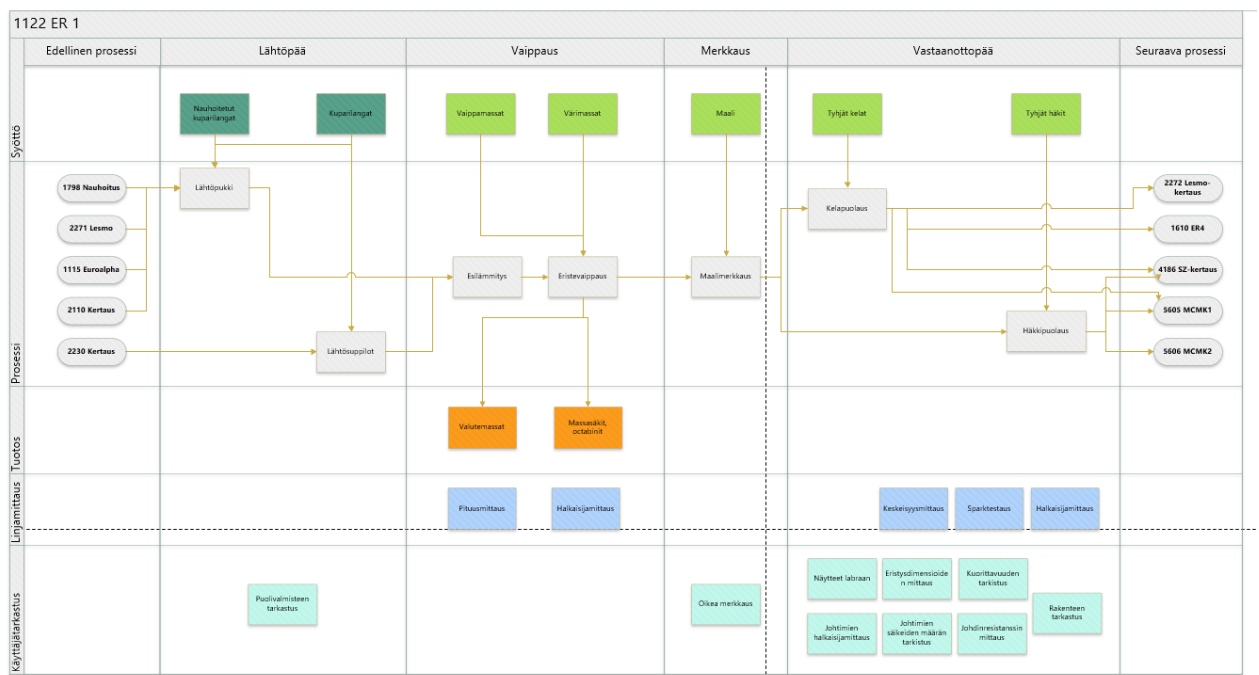
Johdintehtaan prosessikaavioiden valmistuttua käytiin tilaajayrityksen edustajien kanssa palaveri, missä määriteltiin uusia seikkoja prosessikaavioihin. Puolivalmisteiden ja raaka-aineiden yksityiskohtaisesta listauksesta luovuttiin tarpeettomana ja niitä kuvaavat laatikot muutettiin kuvaamaan kussakin vaiheessa käytettävää materiaalityhmää. Edeltävät prosessit oli aikaisemmin kuvattu näissä listauksissa, joten yksityiskohtaisuuden poistuessa päätettiin lisätä jokaisen prosessikaavion alkuun ”edellinen prosessi” -vaihe, johon merkattaisiin kaikki edeltävät prosessit. Näillä muutoksilla haluttiin lisätä prosessikaavioiden helppolukuisuutta ja selkeyttä. Kaikki jo valmiina olleet kaaviot muokattiin vastaamaan tätä uutta menetelmää. Puolivalmisteita edustavat laatikot prosessi kaaviossa päätettiin merkata turkoosilla, jotta ne olisivat erotettavissa raaka-aineista.

4.3 AJ-tehdas

AJ-tehtaalla toimii useita eristys- ja vaippauslinjoja kuten myös nauhoitus-, palmikointi- ja kertauskoneita. Eristyslinjat eristävät Johdintehtaalta tulevaa kuparia vaippauslinjojen käytettäväksi. Nauhoitus- ja palmikointikoneet lisäävät kuparijohtimien päälle nauhaa ja kaapelin ympärille

kuparijohdinta. Kertauskoneet kertaavat eristettyjä johtimia vaippauslinjojen tarpeisiin ja lopputuotteiksi. Vaippauslinjat valmistavat kaapelia suoraan lopputuotteina ja Pakkaustehtaan tarpeisiin.

Eristyslinjat 1–4 ovat hyvin samankaltaisia. Niiden lähtöpäässä on joko lähtösuppilot tai pukit keloja varten. Keloilla olevat kuparilangat ajetaan esilämmityksen kautta massapuristimelle, jossa kuparilangan ympärille puristetaan vaippa. Massapuristimeen kuuluu pää- ja skinipuristin, joten syntynyt vaippa on ikään kuin kaksikerroksinen. Skinipuristimen massa voidaan lisätä halutun lainen värimassa syntyvän vaipan värin muuttamiseksi. Massapuristimen jälkeen eristettyyn johtimeen merkitään tarvittavat tiedot joko musteella tai maalilla, minkä jälkeen se kulkeutuu jäähdytyksen kautta vastaanottopäähän, jossa se puolataan kelalle tai häkkiin. Eristetyn johtimen pituus, dimensiot ja keskeisyys mitataan. Sparktestaus havaitsee eristeessä olevat aukot. Valmiista puolivalmisteesta lähetetään näyte labraan. Näiden eristyslinjojen prosessikaaviot luotiin edellä mainitussa järjestyksessä lisäten eri testit ja mittaukset niille kuuluville paikoille. Edellisinä prosesseina toimivat Johdintehtaan eri koneet ja AJ-tehtaan nauhoituskoneet. Seuraavana prosessina toimivat AJ-tehtaan eri tuotantolinjat ja koneet (kuva 8).



KUVA 8. AJ-tehtaan Eristys 1-linjan prosessikaavio

Eristys 6-linja eroaa hieman muista eristyslinjoista, vaikka on periaatteeltaan melko samanlainen. Tämän linjan erikoisuutena on, että siinä käytetty kuparijohdin vedetään itse linjalla. Raaka-aineena toimiva kuparirodi johdetaan vetokoneeseen, josta se päättyy massapuristimelle. Tästä eteenpäin

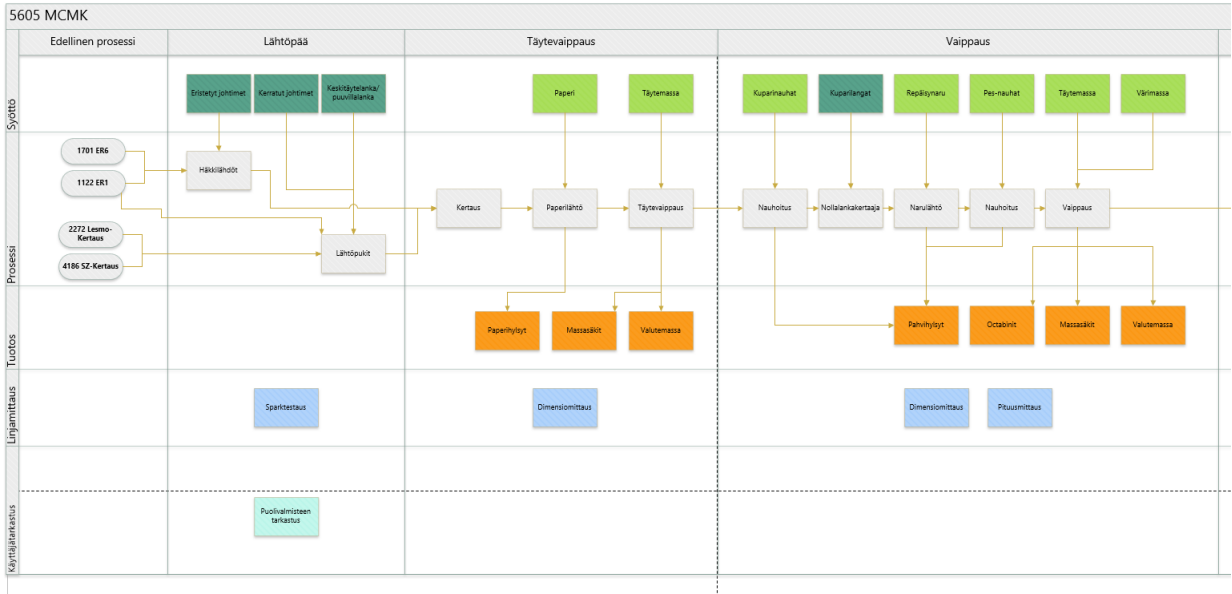
tämä linja toimii samalla tavoin kuin linjat 1–4. Linjalla syntyvät puolivalmisteet puolataan kelalle tai häkkiin, jonka jälkeen ne siirtyvät AJ-tehtaan muiden linjojen käytettäväksi tai lopputuotteina pakkaustehtaalte. Linjan edellisenä prosessina toimii raaka-ainevarasto ja seuraavina prosesseina AJ-tehtaan eri tuotantolinjat ja pakkaustehtas.

5-linja on eristyslinjojen tapainen, mutta valmistaa vain lopputuotteita pakattavaksi Pakkaustehtaalte. Sen lähtöpäässä on lähtöpukit kuparilankakeloille. Ennen massapuristinta on lähtöpukki paperille, joka tulee kuparijohtimen ja eristevaipan väliin helpottamaan kaapelin kuorimista. Massapuristimessa on pää- ja skinipuristin, joilla lisätään johtimen ympärille halutun värinen vaippa. Valmis kaapeli kulkeutuu jäähdytysrännin kautta merkintään, jossa sn tarvittavat tiedot merkataan musteella, minkä jälkeen kaapeli puolataan kelalle. Puolivalmistekelat siirretään Pakkaustehtaalte pakattavaksi. Linjalla valmistettavan kaapelin pituus ja dimensiot mitataan. Sparktestaus havaitsee kaapelin pinnan vauriot. Linjan edellisenä prosessina toimivat Johdintehtaan eri koneet ja seuraavana prosessi Pakkaustehtaan pakkauskoneet.

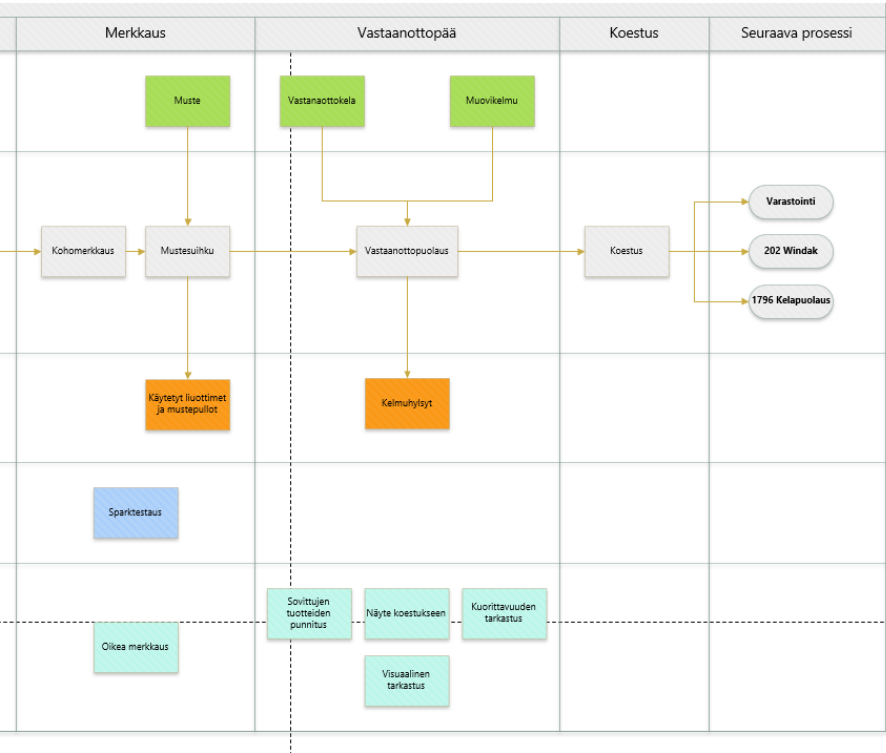
AJ-tehtaalte toimivat vaippauslinjat ovat toimintaperiaatteiltaan hyvin samankaltaisia, mutta niissä on tiettyjä eroja, jotka määrittyvät niillä valmistettavien kaapelityyppien mukaan. Linjoja ovat PR-, Ital-, MMJ1-, MCMK1- ja MCMK2-linjat. Esimerkkinä käytetään MCMK1-linjaa. Linja koostuu lähtöpäästä, täytevaippauksesta, vaippauksesta, merkkauksesta ja vastaanottopäästä. Vastaanottopäässä on lähtöpukkeja keloille ja häkkilähdöt. Lähtöpään jälkeen linjalle syötetyt puolivalmisteet menevät kertauksen läpi täytepuristimelle. Ennen täytepuristinta on lähtöpukki paperirullalle, joka lisätään kerrattujen puolivalmisteiden ja täytevaipan väliin kaapelin kuorittavuuden helpottamiseksi. Täytepuristin puristaa kerrattujen puolivalmisteiden päälle täytevaipan. Täytepuristimen jälkeen on nauhoitus, jossa valmistuvaan kaapeliin voidaan lisätä kuparinauhaa. Seuraavana on nollalankakertaaaja, joka kerta Johdintehtaalte tuotettua kuparilankaa täytevaipatun kaapelin ympärille. Nollalankojen jälkeen voidaan lisätä repäisynaru ja PES-nauha, joka auttaa kaapelin kuorittavuudessa.

Kaiken tämän jälkeen on vuorossa massapuristin, joka puristaa kaapeliin päälyvaipan halutun värisenä (kuva 9). Kaapelin merkitään tarvittavat tiedot musteella ja kohomerkinällä. Merkinän jälkeen valmis kaapeli puolataan kelalle, jonka jälkeen kelat menevät koestukseen. Hyväksytyn koestuksen jälkeen lopputuotekelat siirtyvät varastoon ja puolivalmistekelat siirtyvät Pakkaustehtaalte (kuva 10). Linjan toimintojen aikana kaapelin dimensioita ja pituutta mitataan ja sparktestaukset pitävät huolen, ettei kaapelin vaipassa ole vaurioita. Linjaoperaattori varmistavat kaapelin laadun ja kuorittavuuden. MCMK1-linja prosessikaavio luotiin edellä mainitussa järjestyksessä lisäten

mittaukset ja testaukset niille kuuluville paikoille. Edellisinä prosesseina toimivat AJ-tehtaan eristyslinjat ja kertauskoneet ja seuraavina prosesseina toimivat lopputuotevarasto ja Pakkaustehtaan pakkauskoneet.



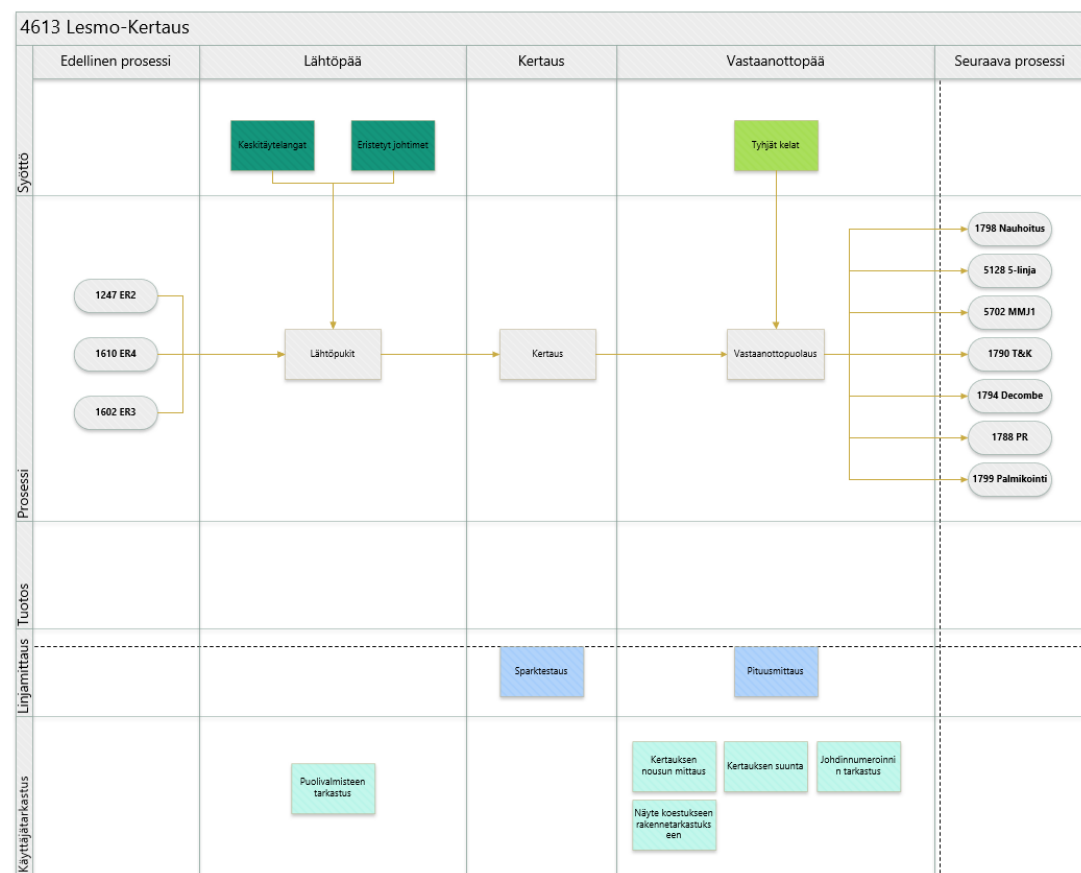
KUVA 9. MCMK1-linjan prosessikaavion alkupuolisko



KUVA 10. MCMK1-linjan prosessikaavion jälkipuolisko

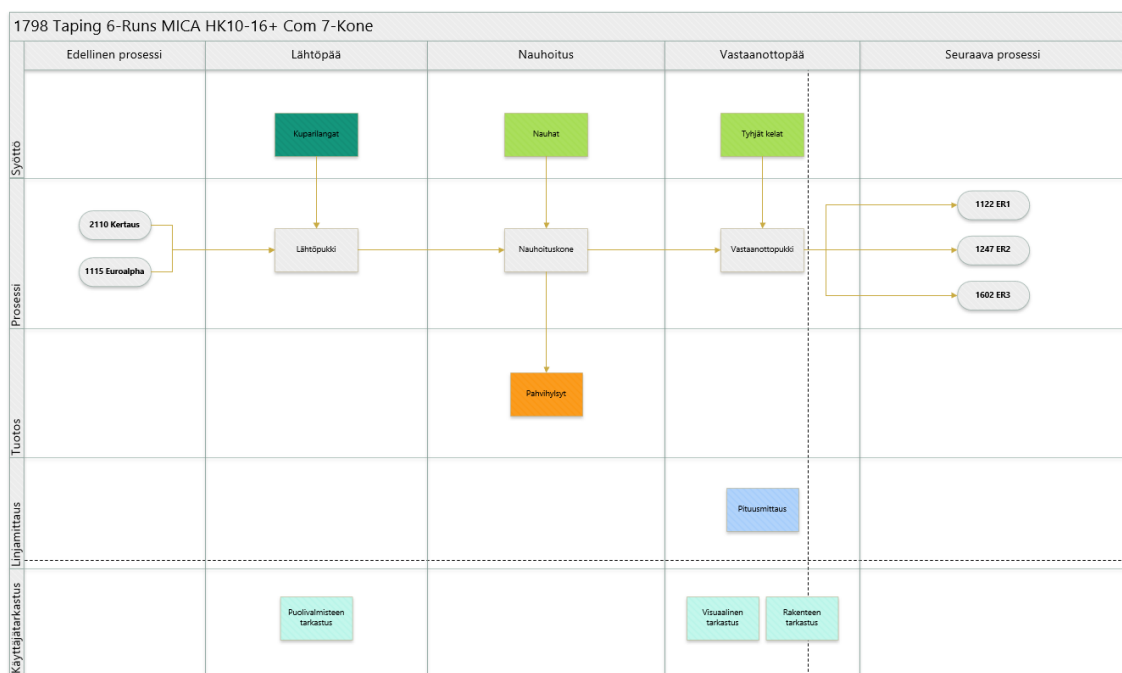
AJ-tehtaan muissa vaippalinjoissa on eroavaisuuksia, mutta ei siinä määrin, että kaikkia kannattaisi listata erikseen tähän raporttiin. Kaikilla linjoilla esimerkiksi ei ole omaa kertaajaa tai niillä ei käytetä nollalankoja. Ital-linjalla käytetään vain sille ominaista alumiininauhaa. Kaikilla linjoilla ei ajeta suoraan lopputuotteita vaan pelkästään Pakkaustehtaalla pakattavia tuotteita. MCMK1-linjan kuvaus ja sen kaavio kuitenkin havainnollistavat hyvin kaikkien näiden linjojen tutkimusprosessia ja niiden prosessikaavioiden mallintamista.

AJ-tehtaalla toimii kaksi eri kertauskonetta, jotka kertaavat puolivalmisteita vaippauslinjojen käyttöön. Nämä koneet ovat Lesmo- ja SZ-kertauskoneet. Nämä koneet toimivat samalla periaatteella kuin Johdintehtaalla olevat kertauskoneet. Niissä on lähtöpää, kertaus ja vastaanottopää. Lähtöpäässä käytetään joko keloja tai häkkejä. Kertauksessa puolivalmisteet kerrataan ja vastaanottopäässä kerrattu puolivalmiste puolataan kelalle. Kerratun puolivalmisteen pituus mitataan ja sparktestaus varmistaa puolivalmisteen pinnan laadun. Kertauskoneissa kerrataan AJ-tehtaan eristyslinjojen tuottamia puolivalmisteita ja niillä valmistuvat puolivalmisteet menevät AJ-tehtaan vaippauslinjojen, nauhoituskoneiden ja palmikointikoneiden käyttöön (kuva 11).



KUVA 11. AJ-tehtaan Lesmo-kertauskoneen prosessikaavio

AJ-tehtaalla toimii useita pienehköjä nauhoitus- ja palmikointikoneita. Näiden koneiden tarkoituksena on nauhoittaa tai palmikoida joko Johdin- tai AJ-tehtaalla valmistettuja puolivalmisteita. Nauhoituksessa puolivalmisteen ympärille kiedotaan nauha. Palmikoinnissa palmikoidaan kuparijohtimia puolivalmisteen ympärille. Koneet muodostuvat lähtöpäästä, nauhoituksesta tai palmikoinnista ja vastaanottopäästä. Lähtöpäässä on lähtöpukki keloille ja vastaanottopäässä koneella valmistunut puolivalmiste puolataan kelalle. Syntyvän puolivalmisteen pituus mitataan. Edellisenä prosessina toimivat Johdintehtaan eri koneet ja seuraavan prosessina toimivat AJ-tehtaan eri tuotantolinjat (kuva 12).

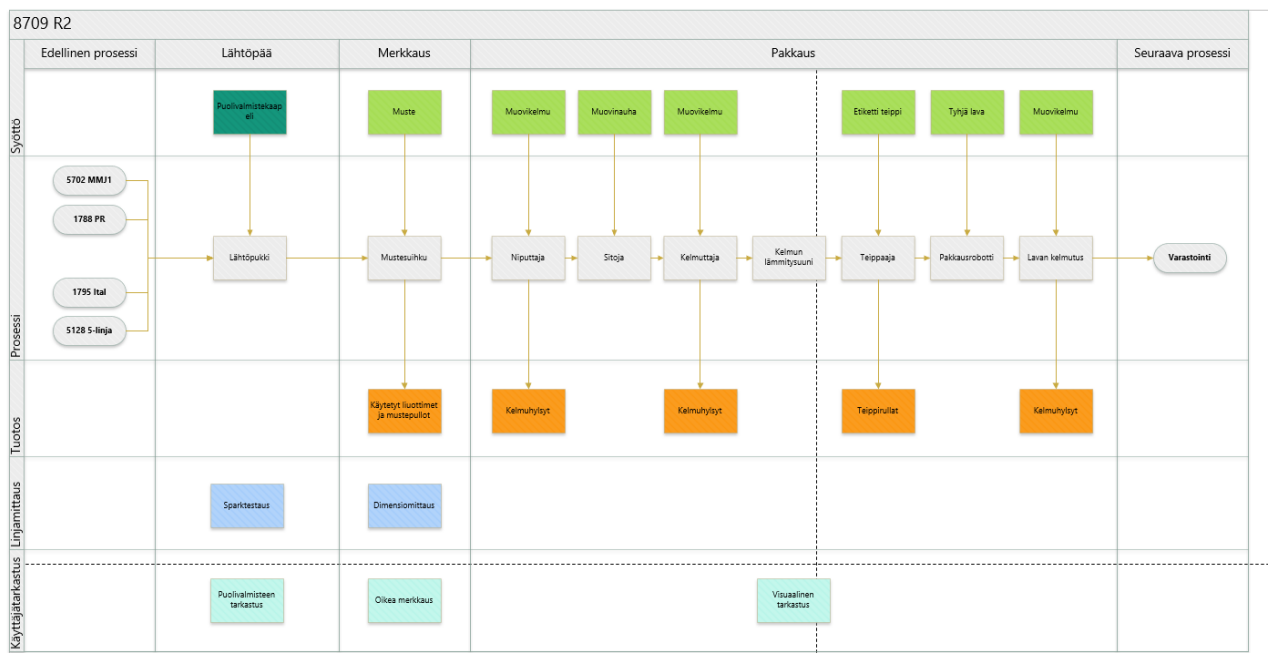


KUVA 12. AJ-tehtaan nauhoituskoneiden prosessikaavio

4.4 Pakkaustehtas

Pakkaustehtaalla toimii useita eri linjoja ja koneita, joiden tarkoitus on tehtaan nimen mukaisesti pakata lopputuotteita. Pääasiallisia linjoja on kolme, joita ovat R2, Myller ja Windak. Näiden lisäksi Pakkaustehtaalla toimii useita pienemmän kapasiteetin linjoja. Pakkauslinjat ovat verrattain lyhyitä ja pieniä verrattuna esimerkiksi vaippauslinjoihin. Niiden toimintaperiaatteet ovat yksinkertaisempia ja niiden toiminnot ovat vähäisempiä. Tässä osiossa käydään Pakkaustehtaan toiminnot läpi käyttäen esimerkkinä R2-linjaa.

R2-linja koostuu lähtöpäästä, merkinnästä ja pakkaustoiminnoista. Lähtöpäässä on lähtöpukki, johon puolivalmistekela asetetaan. Lähtöpukin jälkeen puolivalmiste tarvittaessa merkitään musteella ennen pakkausta. Pakkausprosessissa ensimmäisenä vuorossa on niputtaja. Siinä puolivalmistekaapelista pyöritetään sopivan kokoisia nippuja, joiden ympärille vedetään muovikelmu niiden muodon säilyttämiseksi. Niputtajan jälkeen on sitoja, joka lisää nipun ympärille muovinauhan. Kelmuttaja asettaa nipun ympärille löysähkön muovikelmun, joka asettuu nipun ympärille tiiviisti kelmun lämmitysuunissa. Teippaaja teippaa nipun ympärille teipin, joka toimii sen etikettinä. Pakkausrobotti poimii valmiin nipun ja asettaa sen lavalle. Täysi lava nostetaan pakkauslinjalta kelmuttajaan, jossa lavan ympärille vedetään muovikelmu. Valmis lava varastoidaan lopputuotevarastoon. Linjan alkupäässä sparktestaus huolehtii, ettei puolivalmistekaapelin pinnassa ole vaurioita ja dimensiomittaus varmistaa, että puolivalmistekaapeli on oikean paksuista. R2-linjan prosessikaavio mallinnettiin edellä mainitussa järjestyksessä lisäten mittaukset ja testauksen oikeille paikoilleen. Linjan edellisinä prosesseina toimivat AJ-tehtaan vaippauslinjat ja seuraavan prosessina lopputuotevarasto (kuva 13).



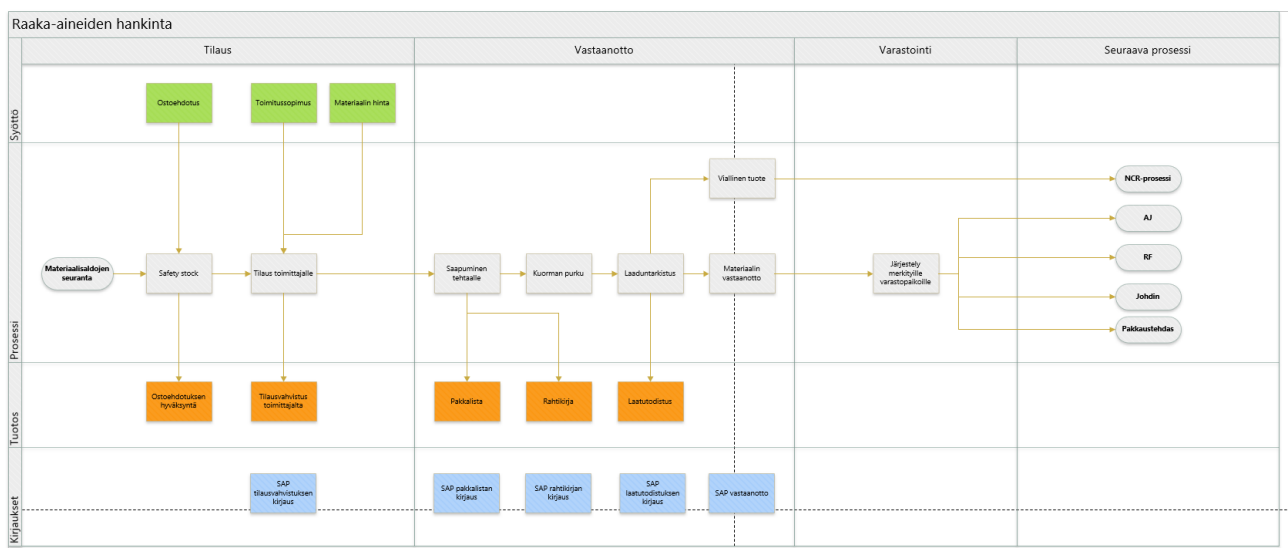
KUVA 13. R2-linjan prosessikaavio

Kun esimerkiksi R2-linjalla tehdään kaapelinippuja, Myller-linjalla käytetään pienehköjä muovikeloja, muutoin linjojen toiminta on melko samanlaista. Windak-linjalla puolivalmistekaapeli pakataan puukeloille, eikä valmiita keloja pakata lavoilta, vaan ne menevät varastoon sellaisenaan. Pienemmillä pakkauslinjoilla pieniä muovikeloja voidaan esimerkiksi pakata laatikoihin. Kaikkien koneiden

pääperiaate on kuitenkin sama. Lähtöpäästä syötetään puolivalmistekaapeli linjastoon, puolivalmistekaapeli suojataan ja pakataan jollain lailla ja siirretään varastoon.

4.5 Raaka-aineiden hankinta

Eri tuotantolinjojen ja koneiden prosessikaavioiden jälkeen luotiin kaavio raaka-aineiden hankinnasta. Tämä prosessi koostuu tilauksen tekemisestä, materiaalien vastaanotosta ja niiden varastoinnista. Raaka-aineiden hankinta perustuu materiaalisaldojen seurantaan. Kun saldot saavuttavat tietyn rajan, järjestelmä tekee ostoehdotuksen. Ostoehdotus hyväksytään, jonka jälkeen tehdään tilaus toimittajalle. Toimittajalta saadaan tilausvahvistus, joka kirjataan SAP:hen. Tilaus saapuu tehtaalte, jolloin sen mukana toimitettavat pakkalista ja rahtikirja kirjataan SAP:hen. Saapunut kuorma puretaan ja sen laatu tarkastetaan. Laatutodistus kirjataan SAP:hen ja laatustandardit täyttävät tuotteet vastaanotetaan SAP:ssä. Vastaanotetut materiaalit järjestellään niille kuuluville varastopaikoille. Varastopaikoilta eri raaka-aineet siirretään niitä tarvitsevin tuotantoprosessien käyttöön (kuva 14).

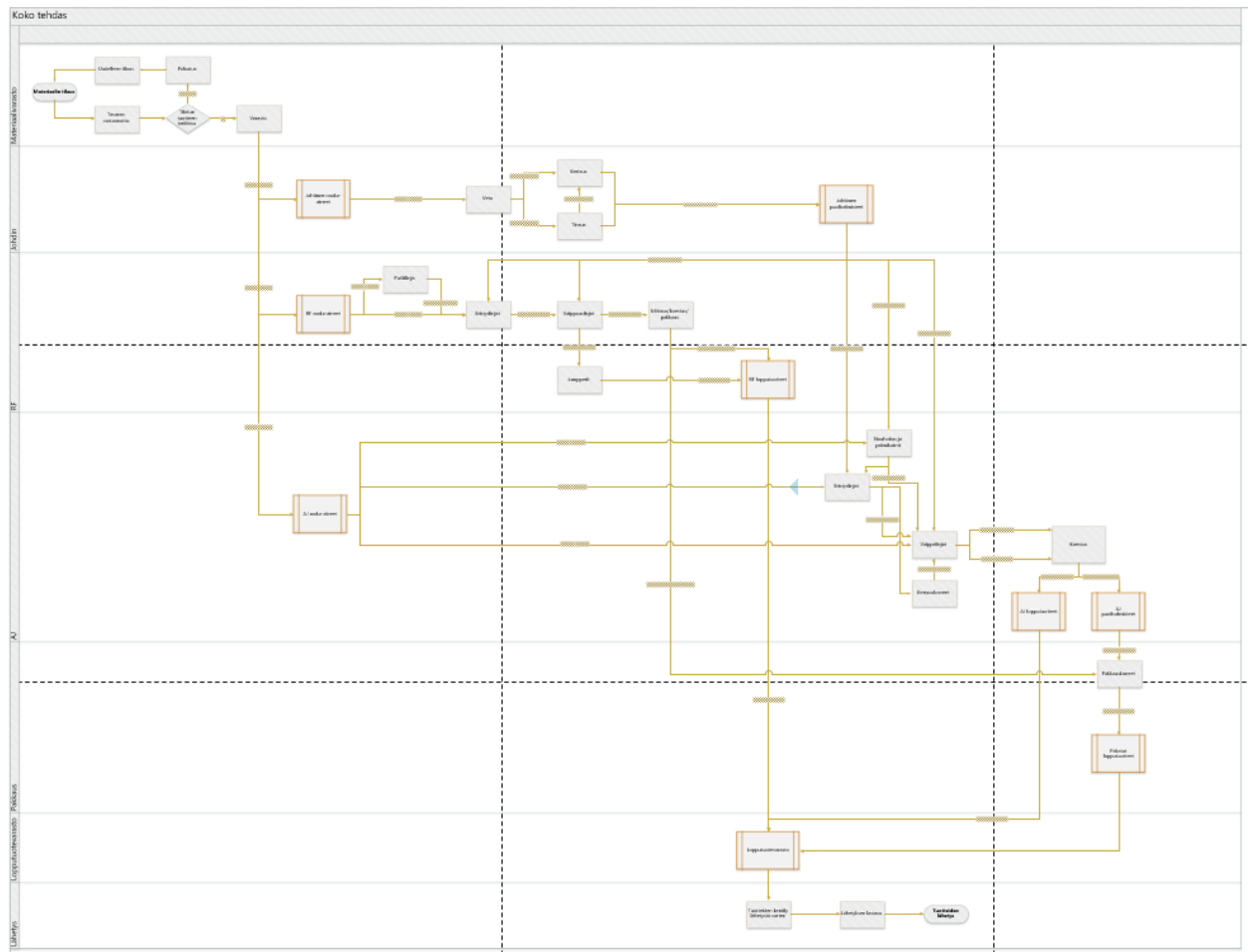


KUVA 14. Raaka-aineiden hankinnan prosessikaavio

4.6 Koko tehtaan kaavio

Koko tehtaan kattavaan kaavioon haluttiin sisällyttää kaikkien aiemmin luotujen prosessikaavioiden kuvaamat toiminnot pelkistettyinä. Koko tehtaan kaaviosta tehtiin karkea hahmotelma heti työn alussa, joka vastasi ulkoasultaan ja tyyliään muita työssä luotavia prosessikaavioita. Muiden

kaavioiden valmistuttua kuitenkin huomattiin, ettei koko tehtaan prosessin kuvaaminen olisi luontevaa tällä tyylillä, joten sille kehitettiin omanlaisensa kaavio. Kaavioon sisällytettiin materiaalien hankinta ja kaikkien eri osastojen toiminta aina valmiiden tuotteiden lähetykseen asti. Kaavion nimetyt vaakasarakkeet kuvaavat koko tehtaan toiminnan eri vaiheet. Kun prosessin alku on kuvattu kaavion ylälaitaan ja loppu alalaitaan, saadaan kaikki eri vaiheet liitettyä toisiinsa saumattomasti. Kaaviosta saatiin lopulta johdonmukainen, helposti luettava ja selkeä kokonaisuus (kuva 15).



KUVA 15. Koko tehtaan kattava prosessikaavio

5 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä kuvattiin Prysmianin Oulun tehtaan prosesseja ja niissä käytettävien materiaalien virtausta prosessikaavioiden avulla. Opinnäytetyön aikana prosessikaaviot luotiin Oulun tehtaan tuotantolinjoista, raaka-aineiden hankintaprosessista ja koko tehtaasta yleisesti. Prosessikaavioita syntyi lopulta useita kymmeniä tehtaan eri toiminnoista. Työn aikana kerättiin tietoa tutkimalla linjastoja, haastatteleamalla tehtaan henkilöstöä ja tutkimalla eri Prysmianilla käytettäviä ohjelmistoja ja tietopankkeja. Kerätyistä tiedoista kirjoitettiin muistiinpanot, joiden pohjalta prosessikaaviot luotiin.

Työn alussa tarkoituksena oli luoda prosessikaaviot erittäin yksityiskohtaisilla tiedoilla. Kaavioissa ilmenivät prosessiin tulevat raaka-aineet, materiaalit ja puolivalmisteet niiden oikeilla tuotekoodeilla ja nimillä. RF- ja Johdintehtaiden kaaviot ehdittiin käytännössä jo saada valmiiksi, kun päätettiin, että näin yksityiskohtainen tarkastelu ei ole tarpeellista. Eri tuotekoodeja ja nimiä saattoi tulla jopa kymmeniä yhteen kaavioon, mikä teki kaavioista sekavia ja vaikeasti tulkittavia. Pitkät nimi- ja koodilistat päätettiin korvata yhdellä kyseistä ryhmää kuvaavalla termillä, jotta kaavioista saatiin siistejä ja helppolukuisia. Näin toimiminen aiheutti lisätyötä niin kaavioiden teossa kuin tiedon keruussa. Raaka-aineiden, materiaalien ja puolivalmisteiden koodit ja nimet etsittiin linja kerrallaan yksitellen SAP:stä, mikä oli työlästä ja aikaa vievää. Muutoksen jälkeen SAP:stä saatuja tietoja käytettiin edelleen prosesseissa käytettävien komponenttien määrittämiseen, mutta yleisellä tasolla, nopeutettiin tiedonkeruuprosessia. Yksityiskohtaisemmin luoduista kaavioista tehtiin uudet yksinkertaiset versiot, mutta myös yksityiskohtaisemmat kaaviot osoittautuivat hyödyllisiksi tiedonlähteiksi Johdin- ja RF-tehtaiden toiminnasta, joten ne säilytettiin.

RF- ja Johdintehtaiden prosessikaavioiden tekemiseen kului eniten aikaa, ei pelkästään yksityiskohtaisemman tiedonkeruun vuoksi, mutta myös siksi, että työn suorittajalla oli näiden osastojen linjoista vähiten olemassa olevaa tietoa. AJ- ja Pakkaustehtaiden kaavioiden luominen sujui jo paremmin. Kaavioiden lisääntyessä vakiintui niiden ilme ja tyyli. Samalla kun yksityiskohtaisista listauksista päätettiin luopua, päätettiin lisätä kaavion alkuun ja loppuun sarakkeet, mihin tulisi kaavion kuvaamaa prosessia edeltävät ja seuraavat prosessit. Eri kaavion komponenteille määritettiin oma väri. Tätä värikoodausta noudatettiin kaikissa tulevilla kaavioissa. Jo valmiina olleet kaaviot muokattiin vastaamaan uutta tyyliä ja uusien kaavioiden pohjat luotiin käyttäen niitä mallina.

Työskentely opinnäytetyössä osallisina olleiden sidosryhmien kanssa sujui hyvin. Prysmianin työntekijät kertoivat mielellään tietoja omasta toimialueestaan kysyttäessä tarjoten tietopohjaa kaavioihin, joka ei välttämättä ole kirjattu mihinkään järjestelmiin. Noin kerran kuussa pidettiin työn katselmuksia yrityksen henkilöstön kanssa, jolloin työn nykytila ja tulevaisuuden suunnitelmat käytiin läpi ja osallistujat esittivät omia ideoitaan ja ajatuksiaan. Noin kerran kuussa pidettiin myös katselmukset, joissa oli mukana työn ohjaava opettaja ja yrityksen edustaja. Katselmointien avulla varmistettiin työn eteneminen aikataulussa ja työn tulosten kelpaavuus yritykselle.

Prosessikaavioiden luonti opinnäytetyönä tarjosi paljon uusia näkökantoja ja oppimismahdollisuuksia. Tiedon keruu ja sen kokoaminen käytettäväksi aineistoksi on tärkeä osa tutkivaa työtä ja toteutumista. Tämän työn tekeminen mahdollisti monien erilaisten tiedonkeruumenetelmien käyttämisen ja niihin syventymisen. Sidoryhmien kanssa työskentely ja uusien näkökulmien hakeminen osoittautuivat erittäin hyödylliseksi työn edetessä. Kaiken työn ja oppimisen päätteeksi työn tuloksena saatiin selkeät, helposti luettavat ja toimivat prosessikaaviot. Prosessikaaviot luotiin tavoitteiden mukaisesti raaka-aineiden hankinnasta, tehtaan eri osastojen prosesseista ja koko tehtaan toiminnasta. Kaavioita on mahdollista käyttää apuna monilla eri tuotannon osa-alueilla ja niiden pohjalta voi kehittää vielä yksityiskohtaisempaa ja tarkempaa kuvausta prosesseista ja niihin liittyvistä toiminnoista.

LÄHTEET

1. Oakland, John 2008. Statistical process control. Sixth edition. Routledge.
2. MCS-Management Consulting Services Oy 2020. Prosessi – miksi ja miten kehittää. Hakupäivä 10.10.2023. <https://mcs.fi/prosessi-miksi-ja-miten-kehittaa/>.
3. Laamanen, Kai 1993. Liiketoimintaprosessien kehittäminen. Tampere: Metalliteollisuuden kustannus Oy.
4. Pesonen, Matti 2019. Onko prosessi ymmärretty väärin? Quality Knowhow Karjalainen Oy. Hakupäivä 10.10.2023. <https://qkk.fi/prosessi/>.
5. Hiltunen, Mikko 2020. Prosessit. Teoksessa Pikaopas. Arter Oy, 14. Hakupäivä 10.10.2023. <https://www.arter.fi/app/uploads/2020/06/Prosessien-pikaopas-6-2020-Arter-Oy.pdf>.
6. Team Laamanen Oy 2020. Miten ja miksi prosessit kannattaa kuvata? Hakupäivä 10.10.2023. <https://teamlaamanen.fi/prosessien-kuvaaminen/>.
7. Laakkonen, Aleksi & Koskiniemi, Emilia 2019. Prosessien kuvaaminen ja kehittäminen. Proakatemia. Hakupäivä 10.10.2023. <https://essee pankki.proakatemia.fi/prosessien-kuvaaminen-ja-kehittaminen/>.
8. Prysmian Group 2023. Markkinoiden suurin kaapelivalmistaja ja alan työllistäjä. Hakupäivä 2.10.2023. <https://fi.prysmiangroup.com/node/47>.
9. Prysmian Group 2023. Oulun tehdas toiminnassa jo 50 vuotta. Hakupäivä 2.10.2023. <https://fi.prysmiangroup.com/node/269>.
10. Prysmian Group 2023. Historia. Hakupäivä 2.10.2023. <https://fi.prysmiangroup.com/node/364>.