OAMK OULUN AMMATTIKORKEAKOULU

Waltteri Gullsten

RAP5 SÄHKÖISTYKSEN JA AUTOMAATION LAITEKARTOITUS

RAP5 SÄHKÖISTYKSEN JA AUTOMAATION LAITEKARTOITUS

Waltteri Gullsten
Opinnäytetyö
Kevät 2023
Sähkötekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan tutkinto-ohjelma

Tekijä(t): Waltteri Gullsten
Opinnäytetyön nimi: RAP5 sähköistyksen ja automaation laitekartoitus
Työn ohjaaja(t): Ismo Pitkänen
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2023 Sivumäärä: 19

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä laitekartoitus RAP5-linjalle. Lisäksi selvittää millaisia sähkölaitteita linjalla on, niiden varaosatilanne sekä sijainti linjalla. Työn ulkopuolelle rajattiin LVI-laitteistot, yleissähkö, tietoliikenneverkkojen laitteet, hydrauliikkaventtiilit, oikosulkumoottorit sekä kenttäkoteloiden sisältö. Tämän lisäksi tehtiin käytössä olevien taajuusmuuttajakäyttöjen elinkaari-analyysi.

Listaus sähkölaitteista tuli työnantajan käyttöön.

Asiasanat: Laitekartoitus, taajuusmuuttajakäytöt, anturit, terästeollisuus

SISÄLLYS

1 JOHDANTO 5
2 OUTOKUMPU TORNIO 6
2.1 RAP5 -linja 7
3 TAAJUUSMUUTTAJAKÄYTÖT 9
3.1 Taajuusmuuttajan toiminta 9
3.2 Siemensin taajuusmuuttajakäyttöjen elinkaari 10
4 LAITEKARTOITUS 13
4.1 Käytössä olevia sähkölaitteita 13
4.2 Varaosien kartoittaminen ja listaus 15
5 YHTEENVETO 18
LÄHTEET 19

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on kartoittaa Outokumpu Stainless Oy:n RAP5-tuotantolinjan sähkö- ja automaatiolaitteiden listaus. Työn ulkopuolelle on rajattu LVI-laitteistot, yleissähkö, tietoliikenneverkkojen laitteet, hydrauliikkaventtiilit, oikosulkumoottorit sekä kenttäkoteloiden sisältö. Tavoitteena on luoda listaus prosessilinjalla käytettävistä sähkö- ja automaatiolaitteista, kirjata ylös niiden tarkka sijainti linjalla, valmistaja sekä tyyppi. Linjalla käytössä olevista taajuusmuuttajakäytöistä tehdään elinkaarianalyysi.

Varaosien puute kuormittaa kunnossapitoa ja hankintaosastoa, joten kartoituksen tarkoituksena on selvittää linjalle kriittisiä varaosia, joita ei ole lisättynä yrityksen varaosajärjestelmään, ja tätä kautta vähentää varaosien pikatilauksia sekä linjan pysähdysaikoja. Osien kartoituksella myös helpotetaan kunnossapidon varaosien hakemista, kun voidaan tarkistaa tarvittavan osan tyyppi ja varastosaldo suoraan järjestelmästä.

Työ toteutetaan kuvaamalla linjalla olevien sähkölaitteiden tyyppikilpiä, minkä jälkeen tarkistetaan varaosajärjestelmästä laitteen saatavuus. Sähkölaitteet kirjataan Exceliin niin, että on nähtävissä, missä kohtaa linjaa mitäkin sähkölaitteita on. Taajuusmuuttajakäyttöjen elinkaarianalyysissä pyydetään Siemensiltä tuotesarjojen elinkaari.

2 OUTOKUMPU TORNIO

Outokumpu aloitti toimintansa, kun Itä-Suomessa Kuusjärven kunnassa sijaitsevasta Outokummun kukkulasta löytyi kupariesiintymä vuonna 1910. Outokumpu Kopparverk -yhtiö perustettiin vuonna 1914 vastaamaan kuparituotannosta. 1930-luvulla Outokummusta kehittyi yksi Euroopan johtavista kuparintuottajista ja vuonna 1932 Outokummusta tuli osakeyhtiö, jonka merkittävin osakkeenomistaja oli Suomen valtio. Kemissä vuonna 1959 löydetty kromilohkare toimi alkusysäyksenä Outokumpu Tornion toiminnalle. Outokumpu aloitti Kemissä kaivostoiminnan vuonna 1964, ja Torniossa ferrokromituotanto aloitettiin vuonna 1968. Ensimmäinen sulatuserä Torniossa valmistui vuonna 1976 (Kuva 1), ja tästä alkoi kehittymään Tornion tehdasalue (Kuva 2), minne myöhemmin tehtiin lisäksi kuuma- ja kylmävalssaamo. (1.)

KUVA 1. Ensimmäinen valu terässulatolla vuonna 1976 (1.)

Outokummun Tornion tehtailla pystytään valmistamaan teräs alusta loppuun asiakkaan valitsemaan loppumittaan ja laatuun. Kemin kaivoksesta saapuva raaka-aine sekä kierrätysteräs hyödyn-

netään ensimmäiseksi terässulaton sulatusuuneissa, jossa sula seos käsitellään haluttuun koostumukseen ja syötetään jatkuvavalukoneeseen, joka valaa sen valunauhaksi. Valunauhasta katkaistaan sopivan mittaisia aihioita, jotka jatkavat matkaansa kuumavalssaamolle. Kuumavalssaamolla aihiot lämmitetään, minkä jälkeen ne valssataan ohuemmaksi nauhaksi kylmävalssausta varten ja samalla teräs päätyy kelattuun rullamuotoon. Kylmävalssaamoilla musta teräsnauha hehkutetaan ja peitataan, jolloin saadaan poistettua tumma hilse pellin pinnalta. Tämän jälkeen nauha kylmävalssataan valssaimilla haluttuun paksuuteen ja kuljetetaan katkaisu- tai halkaisulinjoille, missä se leikataan asiakkaan haluamaan muotoon esimerkiksi levyiksi tai ohkaisiksi nauhoiksi. Tämän jälkeen tuote matkaa pakkauslinjalle, missä tuote pakataan muoviin ja on sen jälkeen valmis lähetettäväksi asiakkaille. (2.)

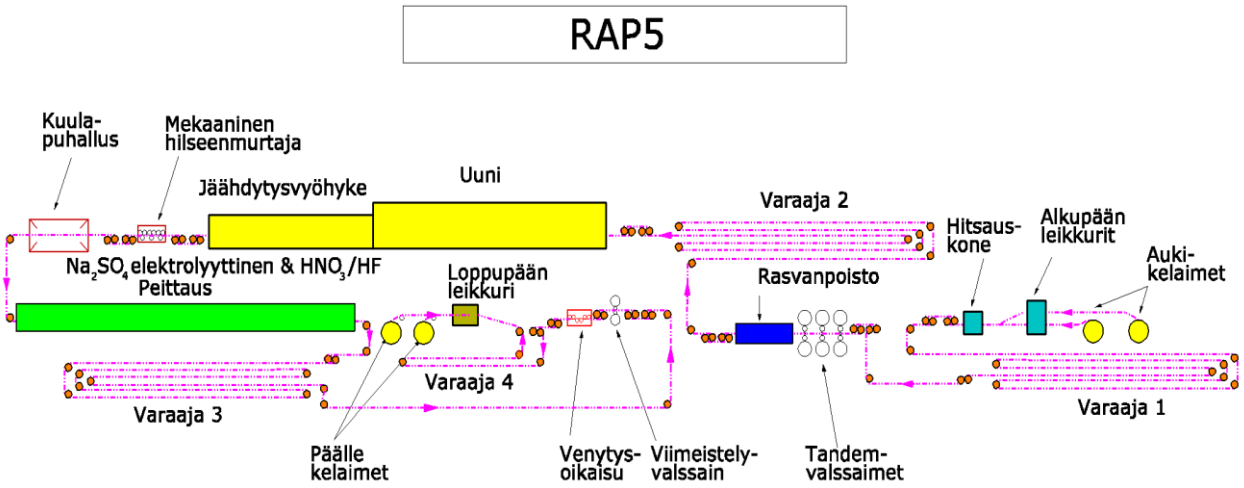
KUVA 2. Outokummun Tornio osasto ilmasta kuvattuna

2.1 RAP5 -linja

Torniossa on kaksi kylmävalssaamoa, joista toinen halli on kylmävalssaamo 1 ja toinen halli on kylmävalssaamo 2, josta käytetään nimeä RAP5. RAP5 on jatkuvatoiminen linja, jossa samaan linjaan on integroitu kylmävalssaus, hehkutus ja peittaus, viimeistelyvalssaus ja venytysoikaisu. Linjalla voidaan tuottaa kuumanauhaa sekä kylmänauhaa. Kylmänauha ajetaan linjan läpi kahdesti, ensimmäisellä kerralla musta kuumanauha hehkutetaan ja peitataan kirkkaaksi kuumanauhaksi, jonka jälkeen toisella kierroksella nauha kylmävalssataan haluttuun loppumittaan. (3.)

RAP5-linjalle syötetään rullia sen vieressä olevasta korkeavarastosta, mistä siirtovaunut kuljettavat ne aukikelaimille. Hitsauskoneella nauhanpää liitetään edelliseen nauhaan hitsaamalla. Varaajien tehtävä on antaa prosessissa aikaa. Varaajaa voidaan täyttää, jos varaajan jälkeen oleva prosessi on jostakin syystä pysähtynyt. Tandemvalssaimilla nauha valssataan haluttuun paksuuteen ja rasvanpoistossa nauha puhdistetaan valssausöljystä. Uunissa nauha hehkutetaan, mikä palauttaa

nauhan kylmämuokkausominaisuudet ja sen jälkeen jäähdytysvyöhyke jäähdyttää nauhan. Kuulapuhalluksessa poistetaan nauhan pinnasta hilsettä ja peittauksessa palautetaan ruostumattoman teräksen pintaominaisuudet happojen avulla. Viimeistelyvalssaimella ja venytysoikaisussa nauhaan tehdään vielä viimeiset muutokset halutun laadun saavuttamiseksi. Viimeisenä nauha katkaistaan loppupään leikkurilla ja ajetaan päällekelaimille rullaksi (Kuva 3).



KUVA 3. RAP5-linjan toimintakuvaus

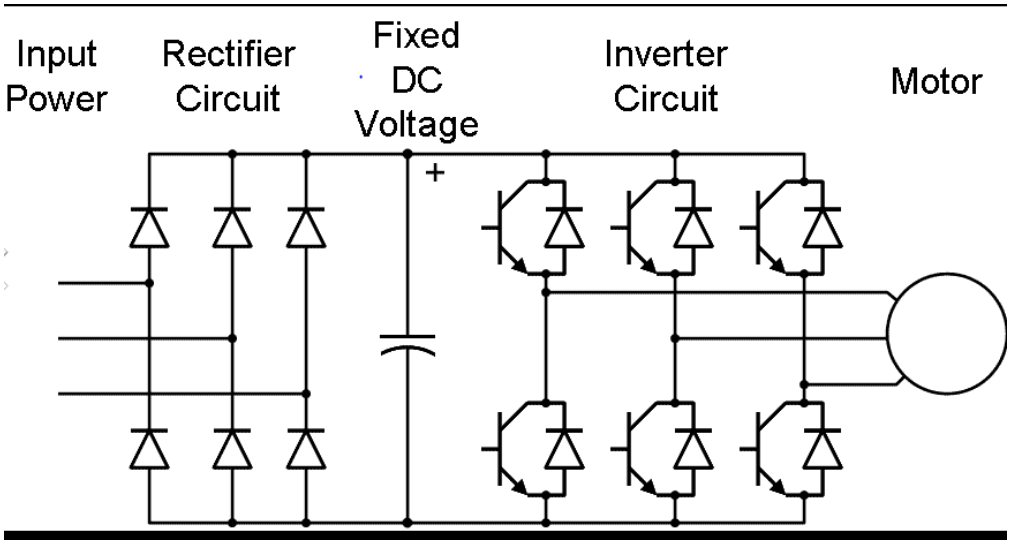
3 TAAJUUSMUUTTAJAKÄYTÖT

Rap5-linjalla on käytössä Siemensin Sinamics G150- ja G130-käyttöjä, sekä Simovert Masterdrives Vector Control ja Motion Control -taajuusmuuttajakäyttöjä.

3.1 Taajuusmuuttajan toiminta

Taajuusmuuttaja ohjaa sähkömoottorin pyörimistä nimensä mukaan muuttamalla taajuutta. Sillä voidaan säätää sähkömoottorin pyörimisnopeutta, kiihdytys- sekä hidastusramppeja. Kiihdytys- ja hidastusrampeilla säästetään myös mekaanisia osia, kun esimerkiksi moottorin lähtiessä pyörimään voidaan säätää kiihdytystä hitaammaksi, jolloin moottorin akselissa kiinni oleva laite ei koe suuria vääntömomentteja. Taajuusmuuttajan hyödyt ovat prosessin säädettävyydessä ja energian säästössä, kun moottorin pyöriminen optimoidaan prosessin tarpeellisuuden mukaan esimerkiksi puhaltimissa ja pumpuissa. (4.)

Taajuusmuuttaja on sähkölaite, mikä kytketään sähköverkon ja vaihtovirtamoottorin väliin. Yleisesti taajuusmuuttajan toiminta koostuu tasasuuntaajasta, jännitevälipiiristä, vaihtosuuntaajasta ja prosessorista (Kuva 4).



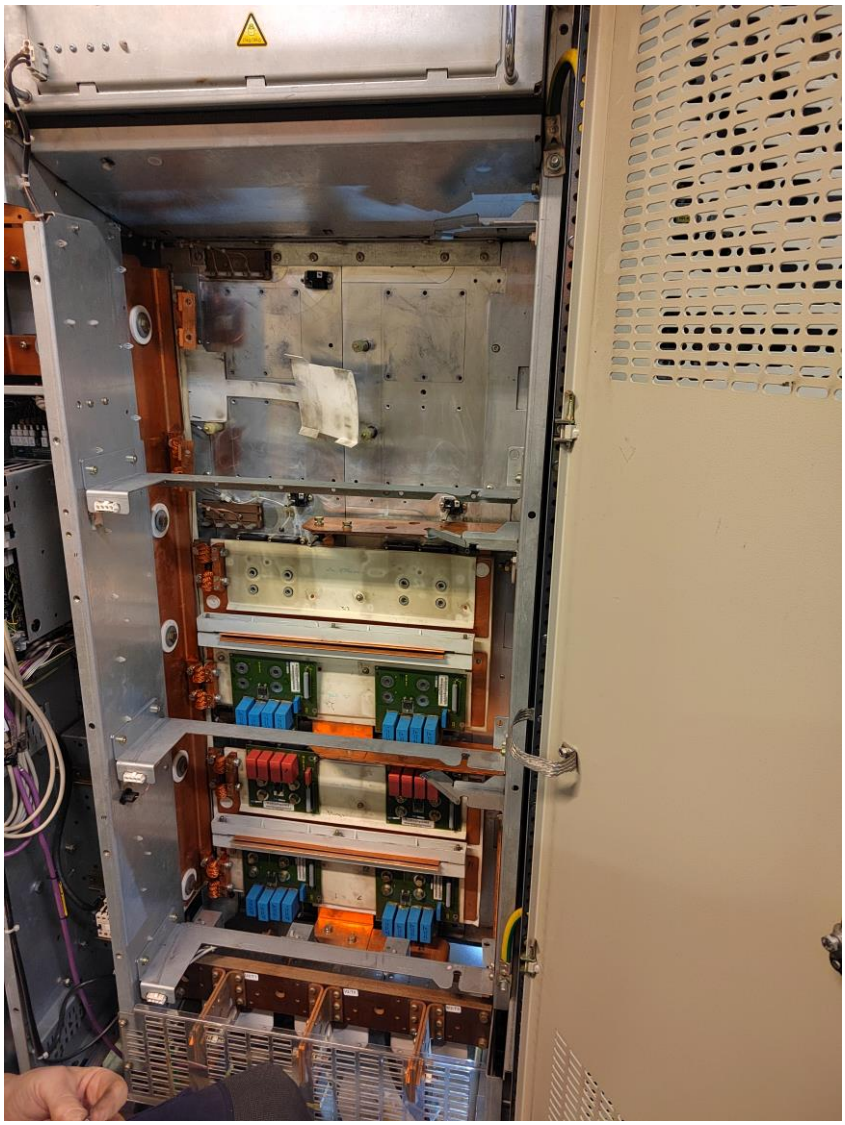
KUVA 4. Taajuusmuuttajan toiminnan yleiskuva

Sähköverkosta otettava syöttö taajuusmuuttajalle kulkee ensimmäiseksi tasasuuntaajalle. Tasasuuntaaja koostuu diodeista tai transistoreista. Tasasuuntaaja muuttaa tulevan vaihtovirran tasavirraksi. Jännitevälipiiri toimii suodattimena ja sen tehtävänä on suodattaa tasajännitteestä mahdolliset epäpuhtaudet pois. Välipiiri toimii energiavarastona ja se koostuu useimmiten kondensaattoreista. Vaihtosuuntaaja syöttää eri taajuista sähköä moottorille riippuen siitä, millä nopeudella moottoria halutaan pyörittää. Prosessori hoitaa taajuusmuuttajan ohjauksen, säädön sekä suojausten toteutuksen valvomalla esimerkiksi ylivirtaa. Prosessori hoitaa myös kommunikoinnin linjan kanssa, jos se on kytketty linjan järjestelmään. (4.) (5.)

3.2 Siemensin taajuusmuuttajakäyttöjen elinkaari

Taajuusmuuttajakäytön elinkaari kertoo, kuinka pitkään valmistaja kehittää ja tarjoaa huoltopalveluja, sekä valmistaa varaosia laitteelle. Elinkaaritiedon avulla voidaan valmistautua taajuusmuuttajakäyttöjen modernisointiin suunnitellusti. Elinkaaren loppuminen hankaloittaa kunnossapidon töitä, koska varaosien saatavuus hankaloituu. Riskinä on myös taajuusmuuttajakäytön totaalinen hajoaminen ilman varaosasaatavuutta, jolloin linja voi olla pysähdyksissä ennakoimattomasti pitkän aikaa.

Siemensin Masterdrives-sarja (Kuva 5) on lopetettu virallisesti vuonna 2020, ja niihin saa huonosti varaosia tai korjauspalvelua. Varaosatuki loppuu kokonaan vuonna 2025. G130- ja G150-sarjat ovat normaalisti aktiivimyynnissä, ja Siemens kehittää niitä edelleen (Kuva 6).



KUVA 5. Purettu Siemensin Masterdrives-taajuusmuuttajakäyttö

KUVA 6. Siemensin G130- ja G150-taajusmuuttajakäyttöjä

4 LAITEKARTOITUS

Laitekartoituksen tarkoituksena on kirjata linjalla olevia sähkö- ja automaatiolaitteita. Kartoitus aloitetaan linjan alkupäästä etenemällä jalkaisin ajosuunnassa loppupäätä kohti. Sähkölaitteiden tyyppikilvistä otetaan kuva, jonka avulla sitä voidaan kirjauksen yhteydessä hakea Outokummun varaosajärjestelmästä, ja tämän jälkeen lisätä myös kirjauksen yhteydessä tunnus, jolla osa löytyy järjestelmästä. Epäselvissä tilanteissa, esimerkiksi kun laitteen tyyppikilpi on jo niin haalistunut, ettei siitä saa selvää, jätetään kirjauksessa osio tyhjäksi ja yritetään myöhemmin selvittää, millaisesta laitetyypistä on kyse tai onko osalle korvaavaa osaa, jota voidaan käyttää kunnossapidossa. Seuraavassa kappaleessa käydään läpi tarkemmin prosessilinjoissa käytössä olevia yleisimpiä sähkölaitteita ja niiden toimintaperiaatteita. Induktiiviset anturit, valokennot, kulma-anturit ja lineaarianturit ovat tärkeä osa linjan toimintaa. Antureilta tulevat signaalit kertovat linjan tilasta ja eri liikkeiden asennoista.

4.1 Käytössä olevia sähkölaitteita

Linjalta löytyy muun muassa erityyppisiä valokennoja, induktiivisiä antureita, pulssi- ja absoluuttiantureita, lineaariantureita ja moottorien jäähdytysilmapuhaltimia.

Induktiivisen anturin toiminta on yksinkertainen: kun anturin tunnistusetäisyyden sisällä käy metallia, se häiritsee anturin luomaa magneettikenttää ja anturi indikoituu. Riippuen anturin koskettimien tyypistä katkaisija sisällä joko avautuu tai sulkeutuu. Tunnistusetäisyydet voivat vaihdella muutamasta millistä useaan senttimetriin riippuen tyypistä (Kuva 7). (6.)

KUVA 7. Induktiivinen anturi, jonka on valmistanut IFM

Valokennoanturin toiminta perustuu valosäteen heijastumisesta takaisin kennolle tai vastaanottimelle. Valosäteen katkeaminen muuttaa valokennon kytkimen tilatietoa ja tätä voidaan hyödyntää esimerkiksi turvajärjestelmissä, missä halutaan varmistaa, ettei ketään ole tuotantoalueella. Valokennon huonoja puolia on sen likaantuminen, joka häiritsee toimintaa katkaisemalla valosädettä. Pölyiset ja öljyiset paikat vaativat säännöllistä linssin pyyhkäisyä lähetinkennolta (Kuva 8). (7.)

KUVA 8. Valokennolähetin

Kulma-antureihin kuuluu pulssianturit sekä absoluuttianturit (Kuva 9). Nämä sijaitsevat useimmiten sähkömoottoreiden perässä moottorin akseliin kiinnitettynä. Antureilla mitataan kuljettua matkaa, nopeutta ja paikkaa. Optinen pulssianturi lähettää reikälevyn läpi valosädettä ja sen mukaan laskee pulsseja siitä, miten useasti valo pääsee reikälevyn läpi. Magneettinen pulssianturi käyttää hyödykseen magneettikenttää. Kapasitiivisessä pulssianturissa on lähetin ja vastaanotin, ja se hyödyntää kahta viivakuviokiekkoa. Pyöriessään anturi laskee viivojen muutoksia magneettikentässä ja päättelee niistä pyörityn matkan sekä nopeuden. (8.)

Absoluuttianturi eroaa pulssiantureista siten, että se muistaa oman asemansa sähköttömyyden jälkeenkin. Absoluuttianturin toiminta perustuu useamman valosäteen käyttämiseen ja se on toiminnaltaan pulssianturia monimutkaisempi.

KUVA 9. Erilaisia kulma-antureita

Lineaarianturien toiminta voi perustua magnetostriktiiviseen mittaustapaan (Kuva 10). Anturin sauvan ympärillä liikkuu magneetti mikä kertoo anturille, missä kohtaa liike on menossa. Näillä antureilla voidaan päästä tarkkoihin mittaustuloksiin, jopa 0,1 mikrometrin erottelutarkkuuteen. (9.)

KUVA 10. Lineaarianturi ja sen mittauspään ympärillä olevia magneetteja

4.2 Varaosien kartoittaminen ja listaus

Varaosien kartoitus aloitettiin linjan alkupäästä (Kuva 11). Puhelimen kameralla otettiin ensin kuva linjan osasta ja sen jälkeen siitä löytyvistä sähkölaitteiden tyyppikilvistä. Ensimmäinen kuva linjan osasta helpottaa muistuttamaan mistä kohtaa tyyppikilpikuvat on otettu, jolloin ne on helpompi listata oikean kohdan alle. Osa sähkölaitteiden tyyppikilvistä oli päässyt niin haalistumaan, ettei niistä voinut tunnistaa muuta kuin laitteen valmistajan muttei tarkkaa tyyppiä (Kuva 12). Lisäksi osa laitteista sijaitsee linjalla korkeissa paikoissa, missä ei ole seisomatasoja tai muutenkaan mahdollista päästä lähelle katsomaan tai ottamaan kuvaa. Joissakin tilanteissa sähkölaite on kiinnitetty niin,

että tyyppikilven näkeminen vaatisi sen irrottamista kiinnityksistään tai se on suojattu metallikotelolla estämään öljyn pääsy laitteeseen öljyisissä tiloissa. Tämmöisissä tilanteissa laitteen tyyppiä on pyritty selvittämään kunnossapidon työtilausjärjestelmästä katsomalla ostettuja osia kyseisen linjan kohtaan.

KUVA 11. Alkupään siirtovaunu, joka kuljettaa rullia linjalle

KUVA 12. Absoluuttianturi ja haalistunut tyyppikilpi

Listaus toteutettiin Microsoftin Excel-taulukkoon (Kuva 13). Taulukon sarakkeissa on Osasto eli linja, Sijainnin alla olevalla numerolla viitataan linjan kohtaan, jolla se löytyy Outokummun järjestelmästä, Kone kertoo sijainnissa olevan laitteen nimen, Valmistaja kertoo, kuka kyseisen sähkölaitteen on valmistanut ja Laitteen tyyppi kertoo, millaisesta laitteesta on kyse. Tunnuksen alla on numerosarja, jolla kyseisen osan voi löytää yhtiön varaosajärjestelmästä.

Osasto	Sijainti	Kone	Valmistaja	Laitteen tyyppi	Tunnus
RAP5	02-105-100	Siirtovaunu 1/2	SICK	TUTKA PLS101-312	554446
RAP5	02-105-100	Siirtovaunu 1/2	SICK	OPTINEN ANTURI L41S-21MA1A	670067
RAP5	02-105-100	Siirtovaunu 1/2	Endress Hauser	PINTAKYTKIN FTS20	672533
RAP5	02-105-140	Pyöritysramppi 1/2	TR ELECTRONIC	ABSOLUUTTIANTURI ZE-65-M 171-50018	620598
RAP5	02-105-140	Pyöritysramppi 1/2	IFM ELECTRONIC	LÄHESTYMISKYTKIN IM5020	581890
RAP5	02-105-140	Pyöritysramppi 1/2	SICK	OPTINEN ANTURI WL24-2B230	621654

KUVA 13. Kuvakaappaus tehdystä laitelistauksesta

5 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli tehdä laitekartoitus Outokummun RAP5-linjalla sijaitsevista sähkölaitteista. Työn ulkopuolelle rajattiin LVI-laitteistot, yleissähkö, tietoliikenneverkkojen laitteet, hydrauliikkaventtiilit, oikosulkumoottorit sekä kenttäkoteloiden sisältö. Lisäksi tehtiin linjan taajuusmuuttajakäyttöjen elinkaarianalyysi.

Laitekartoitus tehtiin alkupäästä uuneille asti. Työn edetessä huomattiin, ettei aika riitä käymään koko linjaa läpi. Näin pitkän linjan kartoittaminen kokonaisuudessaan vie valtavasti aikaa. Turvallisuuden takia linjan piti olla pysähdyksissä, kun tyyppikilpiä kuvattiin, joten se rajasi työn tekemisen vain seisakkipäiville. Linjalla on paljon paikkoja, minne ei ollut mahdollisuutta päästä ja tämän takia listauksesta puuttuu laitteita. Linjalla olevia sähkölaitteita on lisätty kunnossapidon varaosajärjestelmään ja vastaan ei tullut laitteita, mitä ei olisi ollut lisätty sinne. Suurimpana ongelmana varaosien kanssa on ollut toimitusten viivästymiset. Kunnossapidolle laitelistauksesta on hyötyä varaosien hakemisessa, kun näkee minkä tyyppinen laite missäkin kohtaa linjaa sijaitsee. Tyyppikilpien tietojen avulla osan hakeminen Outokummun varaosajärjestelmästä on myös hidasta, siispä työn rajaaminen pienempään osaan linjasta antaisi aikaa käydä vaikeampiakin paikkoja linjalta läpi. Työssä tuli tutuksi linja ja sen osat, sekä erilaisten sähkölaitteiden toimintaperiaate.

Taajuusmuuttajakäyttöjen elinkaarianalyysissä otettiin yhteyttä Siemensiin. Sähköpostivastauksella saatiin eri tuotesarjojen tämänhetkisestä elinkaaresta. Masterdrive-käytöille on vielä varaosia aivan hyvin saatavilla, mutta niiden saatavuus huononee vuosi vuodelta.

LÄHTEET

1. Outokumpu 2022. Outokummun historia. Hakupäivä 15.12.2022. https://www.outokumpu.com/fi-fi/about-outokumpu/history-of-outokumpu.
2. Tornion yleisesittely 2023. Onet. Hakupäivä 16.3.2023. https://stainlesssteels.sharepoint.com/sites/onet-fi-kemi-tornio.
3. Kylmävalssaamo 2023. RAP 5. Hakupäivä 16.3.2023. https://stainlesssteels.sharepoint.com/sites/onet-fi-kemi-tornio/SitePages/Kylm%C3%A4valssaamo.aspx.
4. Blogit.gradia 2023. Taajuusmuuttajakäytöt. Hakupäivä 13.1.2023. https://blogit.gradia.fi/sahkonet/sahko-ja-automaatioasennukset/oppimistehtavat/teollisuuden-sahkoasennukset/moottori-kaytot/taajuusmuuttajat/.
5. ElectricianExpert 2023. Mikä on taajuusmuuttaja. Hakupäivä 17.1.2023. https://electricianexp.com/41/fi/equipment/chto-takoe-chastotnyj-preobrazovatel.
6. Crushtymks 2023. Induktiivisten antureiden toimintaperiaate. Hakupäivä 2.3.2023. https://crushtymks.com/fi/industrial-automation/1057-purpose-and-working-principle-of-inductive-sensors.html.
7. Telnova 2023. Valokenno. Hakupäivä 2.3.2023. https://www.telnova.fi/valokenno-on-yksi-teollisuuden-antureista/.
8. Digikey 2023. Pulssianturi ominaisuudet. Hakupäivä 14.2.2023. https://www.digikey.fi/fi/articles/what-kinds-of-encoder-features-boost-ruggedness.
9. Sarlin 2023. Magnetosktriktiiviset lineaarianturit. Hakupäivä 2.3.2023. https://www.sarlin.com/tuote/magnetosktriktiiviset-lineaarianturit-tr-electronic/.