

Tuukka Sulasalmi

**KUNNOSSAPITOTIETOJÄRJESTELMÄN TOTEUTUS VALMIIKSI SUUNNITTE-
LUYMPÄRISTÖKSI**

KUNNOSSAPITOTIETOJÄRJESTELMÄN TOTEUTUS VALMIIKSI SUUNNITTE- LUYMPÄRISTÖKSI

Tuukka Sulasalmi
Opinnäytetyö
Kevät 2024
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-
ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma, Automaatiotekniikka

Tekijä: Tuukka Sulasalmi

Opinnäytetyön nimi: Kunnossapitotietojärjestelmän toteutus valmiiksi suunnitteluympäristöksi

Työn ohjaaja: Manne Tervaskanto

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2024

Sivumäärä: 29

Tämä työ käsittelee instrumentointisuunnittelua ja siihen liittyvää dokumenttien tiedonhallintaa. Työn tarkoituksena on ALMA-kunnossapitotietojärjestelmän käyttöönotto instrumentoinnin suunnittelu ympäristöksi. Tavoitteena oli myös pohtia tapoja sujuvoittaa järjestelmän käyttöä.

Opinnäytetyö esittelee käytössä olevat tiedonhallinta- ja automaatiojärjestelmät keskittyen järjestelmien käytön etuihin käyttökohteessa. ALMA-tiedonhallintajärjestelmän käytön hyötyjä verrataan perinteiseen instrumentointisuunnittelumenetelmän käyttöön. Automaatiojärjestelmän rakenne kentältä prosessiasemalle esitellään lyhyesti.

Instrumentointisuunnittelun proseduuri kuvataan vaiheittain, siten kuin suunnittelua tehdään Kittilän kaivoksella. Työ sisältää esimerkit uuden automaatiopiirin suunnittelusta sekä olemassa olevan automaatiopiirin modifioinnista. Dokumentoinnin luotettavuutta kehitetään suunnittelutyön yhteydessä tarkastamalla nykytilanne kentällä. Havaitut epäselvyydet selvitetään ja merkitään dokumentteihin mahdollisimman tarkasti tulevien suunnittelutöiden helpottamiseksi.

Kentältä kerätyn luotettavan tiedon avulla tiedonhallintajärjestelmää voidaan alkaa käyttämään suunnittelun työkaluna. Suunnittelu ympäristön käyttöönotto on työlästä ja aikaa vievää. Käyttöönotto jatkuu tämän työn jälkeenkin.

Asiasanat: automaatiojärjestelmä, dokumentointi, instrumentointi, tiedonhallintajärjestelmä

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical and Automation Engineering, Option of Automation Engineering

Author: Tuukka Sulasalmi

Title of thesis: Implementation of Maintenance Information System into Complete Planning Environment

Supervisor: Manne Tervaskanto

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2024

Number of pages: 29

This thesis focuses on instrumentation planning and related documentation management. The goal of the work was to implement the ALMA maintenance information system as an instrumentation planning environment. Secondary objective was to consider ways to simplify the use of the system.

The thesis presents the documentation management and automation systems currently in use. The instrumentation planning procedure is described step by step with examples of a new automation circuit as well as a modification on an existing circuit. The accuracy of the existing documentation was verified on the field. Any inconsistencies found were checked and documented as thoroughly as possible to ease planning in the future.

Verified and reliable documentation collected from the field allows the using of ALMA as a planning tool. The implementation of the planning environment is a time consuming and tedious process that will continue beyond this work.

Keywords: automation system, documentation, information management system, instrumentation

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	AGNICO EAGLE FINLAND OY	7
2.1	Kittilän kaivos	7
2.2	Agnico Eagle Mines Limited	7
3	VITEC ALMA OY	8
3.1	ALMA-tiedonhallintajärjestelmä	8
3.2	ALMAN käyttö Agnico Eaglella	9
3.3	ALMAN käytön laajentaminen	10
4	ABB 800XA AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ	11
4.1	Paikallinen I/O	11
4.2	Etä-I/O	12
5	INSTRUMENTOINTISUUNNITTELU	13
5.1	Uuden automaatiopiirin suunnittelu	13
5.2	Olemassa olevan automaatiopiirin modifiointi	15
5.3	I/O-modulien siirto kenttäkotelosta I/O-kaappiin	16
5.4	Typenpoistolaitoksen jälkikäsitteilytilan SO ₂ -mittaus	19
6	ICT VÄYLÄKYTKENNÄT	22
6.1	Loogiset verkot	22
6.2	Verkkotopologia	22
6.3	Järjestelmäkaappien kytkentä prosessiasemalle	22
7	ALMAN KEHITYSIDEOITA	23
8	LOPPUSANAT	25
	LÄHTEET	26

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on toteuttaa ALMA-kunnossapitotietojärjestelmän käyttöönotto automaation suunnitteluympäristöksi Agnico Eagle Finlandin Kittilän kaivoksen rikastamolle. Tavoitteena on myös tunnistaa kehityskohteita alustan käytön sujuvoittamiseksi. Työssä esitellään kaivoksella käytössä olevan ABB 800xA -automaatiojärjestelmän rakenne, ominaisuudet ja edut kaivosympäristössä. Keskeisin aihe työssä on kuitenkin instrumentointisuunnittelu. Vertaillaan perinteistä automaation instrumentointisuunnittelua ja suunnittelua ALMA-järjestelmän avulla. Perinteisessä menetelmässä instrumentointiin liittyvä tieto poimitaan eri lähteistä ja luodut dokumentit arkistoidaan eri paikkoihin. ALMA-järjestelmän suurin hyöty on dokumentoinnin tiedonhallinta. Kaikki järjestelmään syötetty tieto päivittyy kerralla myös kaikkiin suunnitteludokumentteihin. ALMA suoraviivaistaa instrumentointisuunnittelua muillakin tavoin, esimerkiksi tuotteistusten ja valmiiden ratkaisujen avulla. Uuteen automaatiopiiriin voidaan suoraan liittää jo valmiiksi suunniteltu ratkaisu, joka tarvitsee ainoastaan kytkeä kenttäkoteloon ja I/O-positioon.

Työssä pohditaan myös ALMA-järjestelmän käytön kehittämistä Kittilän kaivoksella. Käytössä olevalla alustalla ei ole käytetty ALMAN laskentakaavoja, jotka mahdollistavat tietojen poimimisen toiselta objektilta. Laskentakaavoilla voidaan automatisoida objektien attribuuttien täyttämistä ja siten poistaa käsin tehtävää työtä. Hakukansioiden avulla voidaan hakea kaikki hakuehdot täyttävät objektit yhden kansion alle. Hyödyllinen hakuehto on esimerkiksi automaatiopiiriltä puuttuva dokumenttilinkki piirikaavioon. Hierarkialinkkien avulla objekti voidaan kopioida useampaan sijaintiin kerralla, kuten kenttäkotelon fyysiseen sijaintiin kentällä sekä suunnittelualustan kotelot hierarkia-ryhmään. Järjestelmän käyttö on mahdollista ulottaa myös muille kunnossapidon osa-alueille sekä varaston ja henkilöstön resurssien hallintaan.

2 AGNICO EAGLE FINLAND OY

Agnico Eagle Finland Oy (AEF) on kanadalaisen kaivoskonserni Agnico Eagle Mines Limitedin (AEM) tytäryhtiö. AEF omistaa Suomessa Kittilän kaivoksen sekä harjoittaa malminetsintää Suomessa ja Ruotsissa. Kittilän kaivoksen lisäksi AEM omistaa kaivoksia Kanadassa, Meksikossa ja Australiassa. Yhtiöllä on aktiivisia tutkimus- ja kehityshankkeita aikaisemmin mainittujen maiden lisäksi Yhdysvalloissa ja Kolumbiassa.

2.1 Kittilän kaivos

Kittilän kaivos on Euroopan suurin kultakaivos. Se aloitti toimintansa avolouhoksena vuonna 2008. Maanalainen louhinta aloitettiin vuonna 2010 ja avolouhinta lopetettiin 2012. Esiintymän malmivarojen arvioidaan riittävän vähintään vuoteen 2034 saakka. Esiintymä ja sitä ympäröivät alueet ovat kuitenkin jatkuvien malminetsintätutkimusten alaisia. Kaivoksen elinkaari voi jatkua aikaisemmin arvioitua kauemmin riippuen malminetsinnän tuloksista. Kittilän kaivos työllistää noin 500 omaa sekä noin 500 urakoitsijan työntekijää. Vuonna 2021 kaivoksen tuotanto oli 239 240 unssia kultaa. Kaivoksen malminkäsittelykapasiteetti on 2 miljoonaa tonnia vuodessa eli noin 6000 tonnia vuorokaudessa. (AEF 2023a; AEF 2023b.)

2.2 Agnico Eagle Mines Limited

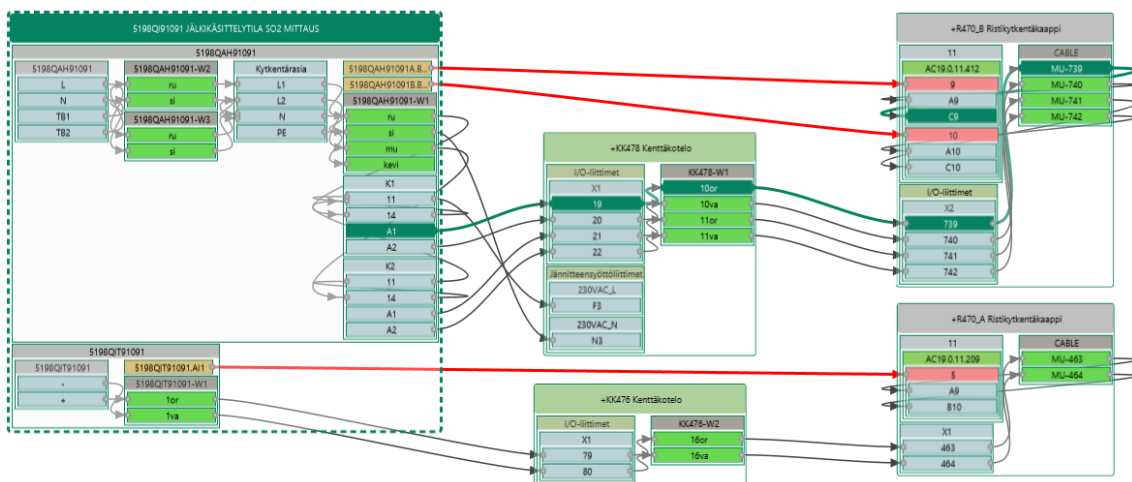
Agnico Eagle sai alkunsa 1953 viiden hopeakaivosyhtiön yhdistyessä Cobalt Consolidated Mining Companyksi. Yhtiö organisoitui uudelleen 1957 ja vaihtoi samalla nimensä. Uusi nimi oli Agnico Mines, joka muodostettiin yhdistämällä hopean (Ag), nikkelin (Ni) ja koboltin (Co) kemialliset tunnukset yhdeksi sanaksi. Nykyisen nimensä yhtiö sai vasta yhdistyttyään Eagle Minesin kanssa 1972. AEM harjoittaa kaivostoimintaa Kanadassa, Australiassa, Meksikossa ja Suomessa. Kanada on yhtiön kotimaa ja siellä sijaitsee suurin osa yhtiön omistuksista. Lisäksi yhtiöllä on aktiivisia tutkimus- ja kehityshankkeita Yhdysvalloissa ja Kolumbiassa. (AEM 2023.)

3 VITEC ALMA OY

Vitec ALMA Oy on Kokkolasta lähtöisin ja nykyisin ruotsalaisen Vitec Software Groupin omistama tietojärjestelmätoimittaja, joka kehittää ja ylläpitää ALMA-tiedonhallintajärjestelmää. Yhtiö toimittaa kaikkia mahdollisia ALMA-palveluita asiakkaiden tarpeiden mukaisesti järjestelmän käyttöönotosta sen käyttöä ja kehitystä tukeviin palveluihin. (Vitec ALMA 2023a.)

3.1 ALMA-tiedonhallintajärjestelmä

Kenttäautomaation dokumentointia on hallittu perinteisesti useilla Excel-taulukoilla ja CAD-kuvilla. Tieto on pirstaloitunut useisiin paikkoihin ja pahimmillaan se on piilossa koko organisaatiolta henkilökohtaisissa kansioissa. ALMA-järjestelmä tarjoaa tähän ratkaisun kokoamalla hajanaisen tiedon yhteen paikkaan. Tietokantapohjaisessa tiedonhallintajärjestelmässä kohteeseen tehdyt muutokset näkyvät heti kaikissa kohteeseen liittyvissä dokumenteissa. Tietoa ei tarvitse päivittää jokaiseen kohteeseen liittyvään dokumenttiin erikseen. Keskitetty tiedonhallinta mahdollistaa myös tiedon esittämisen helppolukuisesti graafisessa muodossa, kuten kuvassa 1. Kuvassa 1 on näkyvissä kaikki automaatiopiiriin liittyvät kenttälaitteet, sähkökomponentit, kaapelit sekä niiden väliset kytkennät. Rakenneselaimen kuva on interaktiivinen. Käyttäjä voi seurata liittimelle saapuvia ja siitä lähteviä kytkentöjä, niiden lähtöpaikkaa ja päämäärää. Kuvassa on korostettuna releen K1 kelan pään A1 kytkentä kenttäkotelon kautta ristikytkentäkaapissa sijaitsevalle I/O-kortille.



KUVA 1. Typenpoistolaitoksen SO2-mittaus ja hälytin esitettynä ALMA:n rakenneselaimessa

Automaation tiedonhallinnan ollessa kunnossa tieto on ajan tasalla ja luotettavaa. ALMAa voidaan käyttää suoraan suunnittelutyökaluna ja ohittaa perinteiset menetelmät. Suunnitteludokumentit voidaan tarvittaessa generoida suoraan ALMAlla esimerkiksi asentajien käyttöön.

Tiedonhallinnan lisäksi ALMAan voidaan suunnitella valmiita standardoituja ratkaisuja. Esimerkiksi tietynlaisia usein käytettyjä kenttälaiteratkaisuja on helpompaa ja nopeampaa monistaa kuin rakentaa samanlainen piiri toistuvasti. Valmiiden ratkaisujen lisäksi käytetyt laitteet ja sähkökomponentit voidaan tuotteistaa. Tällöin tuotteen datalehdien oleelliset tiedot on sidottu positioon, jossa tuotetta on käytetty. Tuotteistamalla objekti, tieto tuotteen yksityiskohdista kuten liittimistä ja johtimista siirtyy suoraan laitepositiolle.

ALMA voi olla myös toiminnanohjausjärjestelmä. Teknisen suunnittelun ja dokumentoinnin tiedonhallinnan lisäksi samaa järjestelmää voidaan käyttää työn suunnittelussa. Henkilöstöressurssien ja varaston hallinta liitettynä valmiiseen suunnitteluympäristöön virtaviivaistaa organisaation toimintaa. ALMAN ratkaisu huolto- ja kunnossapitotoiminnanohjaukseen on tyypillisesti liitetty johonkin muun osapuolen toimittamaan taloushallinnan järjestelmään. (Vitec ALMA 2023b.)

3.2 ALMAN käyttö Agnico Eaglella

ALMAa käytetään Agnico Eaglella Kittilän kaivoksella automaation instrumentoinnin sekä tietoliikenneverkon tiedonhallintaan. Automaation osalta ALMAa käytetään perinteisten suunnittelun menetelmien kanssa rinnakkain. Alustava käyttöönotto ja tiedonsiirto ALMAan on tehty olemassa olevien dokumenttien, piirikaavioiden ja kytkentätaulukoiden, pohjalta. Tiedoissa on silti aukkoja esimerkiksi puuttuvien piirikaavioiden vuoksi, jolloin ALMAssa on automaatiopiirejä, joiden kytkentä on epäselvä. Näiden piirien kytkentöjä selvitetään tarvittaessa kentällä, mikäli piirikaavioita tai kytkentätaulukkoa ei löydy.

Valmistuneet työt korjataan ALMAan asentajien tekemien nk. punakynien avulla. Punakynät ovat suunnitteludokumentteja, kuten piirikaavioita ja kytkentätaulukoita, joihin asentajat ovat merkinneet tekemänsä muutokset asentaessa. Suunnittelijalla on voinut olla käytössä vanhentunut kytkentätaulukko, jolloin suunnitelmissa käytetyt riviliittimet ovatkin jo käytössä. Tällöin asentaja kytkee piirin vapaana oleviin liittimiin ja merkitsee muutoksen dokumentteihin. Nyt käytössä on luotettavaa,

todennettua tietoa. Tavoitteena on päästä tiedonhallinnassa pisteeseen, missä instrumentointi-suunnittelu voidaan tehdä kokonaan ALMAlla.

3.3 ALMAN käytön laajentaminen

ALMA soveltuu myös automaation instrumentoinnin sekä tietoliikenneverkon tiedonhallinnan lisäksi laajemmin laitoksen suunnittelu- ja tiedonhallintatyökaluksi myös muille kunnossapidon osa-alueille. Esimerkiksi sähkö- ja automaatiotekniikka kulkevat aina yhdessä. Automaation kenttälaitteet, kotelot ja kaapit tarvitsevat sähkötulon toimiakseen, mutta samanaikaisesti sähkökeskuksissa on automaatiotekniikkaa etäohjauksien ja tilatietojen muodossa. Näiden lisäksi myös ICT (information and communication technology) lähestyy jatkuvasti automaatiotekniikkaa, sillä prosessinohjausjärjestelmät toimivat Windows- ja Linux-pohjaisilla palvelimilla, jotka on yhdistetty valokuiduilla samaan kytkinverkkoon. Myös kenttälaitteet, kuten erilaiset sähkökäyttöiset toimilaitteet, voivat olla väyläohjattuja. Kittilässä tällaisia laitteita ovat esimerkiksi pumppujen ja puhaltimien taajuusmuuttajalähdöt.

ALMAan voidaan luoda myös mekaanisia positioita ja siten ylläpitää katalogia niiden käyttämistä varaosista. Tähän voidaan yhdistää varaston sekä henkilöresurssien hallinta, jolloin ALMA onkin jo täysi toiminnanohjausjärjestelmä. Kokonaisvaltaisen toiminnanohjausjärjestelmän avulla voidaan suunnitella kaikki kunnossapidolliset työt, muutoksen suunnittelusta aina työn suorituksen aikataulutukseen varastosaldojen ja henkilöstöresurssien käytettävyyden mukaan. Työ saadaan samalla kohdistettua oikeaan kustannuspaikkaan. Alustalle voidaan myös luoda rajattuja suunnittelurevisioita, joihin voidaan antaa käyttöoikeuksia ulkopuolisille suunnittelijoille. Tällä hetkellä Agnico Eaglella on käytössä Oraclen toiminnanohjausjärjestelmä JD Edwards, joka on käytössä emoyhtiöllä sekä sen tytäryhtiöillä.

4 ABB 800XA AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ

Kittilän kaivoksella on käytössä ABB 800xA -automaatiojärjestelmä. Järjestelmä on ns. DCS-järjestelmä (distributed control system) eli hajautettu ohjausjärjestelmä. Rikastamolla järjestelmän rakenne on osittain keskitetty ja osittain hajautettu. Prosessialueiden ohjauksia on hajautettu erillisille prosessiasemille. Esimerkiksi vedenkäsittelyprosessit ovat fyysisesti niin kaukana rikastamon tiloista, että niille on olemassa omat ristikiytkentätilat. Kenttälaitteet on kytketty laitekaapeleilla kenttäkoteloon, mistä signaali kulkee runkokaapelilla ristikiytkentäkaappiin. Ristikiytkentäkaapissa on I/O-moduli, johon laite kytketään.

4.1 Paikallinen I/O

I/O-modulit on kytketty väyläyksikköön, joka on I/O-klusterin modeemi. Väyläyksikkö on kytketty prosessiaseman ABB AC 800M controlleriin ModuleBus-väylän avulla. Väylää voidaan käyttää seitsemän klusterin liittämiseksi controllerille yhdessä ketjussa. Klusteriin kuuluvat I/O-modulit on liitetty yhteen CEX-väylän avulla, joka on väylämodulin ja I/O-korttien pohjakortteihin sisäänrakennettu liitin. CEX-väylää käytetään myös erityyppisten väyläyksiköiden sekä I/O-modulien suoraan liittämiseksi controlleriin. Esimerkiksi Profinet- ja Profibus-väyläyksiköt liitetään controlleriin CEX-väylän avulla. Profinet- ja Profibus-väyläyksiköt liitetään suoraan niiden omiin kytkinverkkoihin, minkä kautta ne kommunikoivat verkon I/O-klustereiden kanssa. (ABB 2019.)

Kuvassa 2 on havainnollistettu 800xA järjestelmän hierarkiaa prosessiaseman näkökulmasta. I/O-kanavien polku ilmoitetaan siten, että siitä ilmenee kaikki järjestelmän osat prosessiasemalta korttikanavalle saakka. Esimerkiksi AC7.0.11.101.1 viittaa prosessiaseman AC7 controllerin 0 kehikon 11 kortin 101 kanavaan 1. Prosessiasemaan voidaan siis liittää useita controllereita, joihin voidaan liittää halutut kommunikointiyksiköt. Controllerin juoksevasta numeroinnista käytetään AEF:llä joissain yhteyksissä nimitystä väylä.

KUVA 2. Prosessiaseman AC7, väylässä 0 ja kehikossa 11 sijaitsevia I/O-moduleja. Kuva ei saatavilla tietoturvasyistä

4.2 Etä-I/O

Käytössä on myös etä-I/O-moduleita, jotka on kytketty järjestelmään pääsääntöisesti Profinet-verkon avulla. Etä-I/O:t voidaan rakentaa ristikytkentäkaappiin kuten paikallinen I/O, mutta I/O-klusterin väyläyksikön on oltava Profinet-yhteensopiva. Etä-I/O:t voivat sijaita jopa suoraan kenttäkoteloissa. Tällöin ne on toteutettu pääsääntöisesti AC500 PLC -laitteilla. AC500-väyläyksikössä on itsessään analogisia ja digitaalisia tuloja ja lähtöjä, mutta siihen voidaan tarvittaessa liittää lisää S500 I/O-moduleita. AC500 I/O soveltuu kenttäkoteloihin erinomaisesti sen kompaktin koon vuoksi. Kuvassa 2 on havainnollistettu ABB 800xA -järjestelmälaitteiston rakennetta prosessiasemalta I/O-modulille. Hierarkiapuun polkua käytetään yksilöimään I/O-kanavia. Esimerkiksi analogiatulo-moduli AC7.0.11.101 on tyyppiltään AI845 ja siinä on kahdeksan analogiatulokanavaa. Kanavilla on juokseva numerointi, joka alkaa yhdestä. (ABB 2019.)

Maanalaisessa kaivoksessa käytetään lähes pelkästään etä-I/O-moduleita. Siellä kenttälaitteet ovat hyvin erillään toisistaan, pienissä ryppäissä. Tällöin S500 I/O on riittävä näiden saarekkeiden tarpeisiin. Maanalaisen kaivoksen maanpäällisissä osissa ilmanvaihtonousujen puhaltimissa ja mitauksissa on käytetty myös S800 Select I/O:ta, joka tarjoaa enemmän joustavuutta I/O-tyypeissä. Select I/O:ssa jokaisella kanavalla on oma I/O-kortti. Tällöin yhden I/O-kortin rikkoutuminen ei välttämättä aiheuta laajamittaista järjestelmäkatkoa.

Maanpäällisissä osissa etä-I/O:t sijaitsevat rikastamosta erillään olevissa laitoksissa, kuten vesienkäsittelyssä. Tällöin on helpompaa ja edullisempaa liittää etä-I/O Profinet-verkkoon kuin rakentaa laitokselle oma prosessiasema.

5 INSTRUMENTOINTISUUNNITTELU

Instrumentointisuunnittelussa tuotetaan suunnitelmia ja dokumentaatiota kenttälaitteiden toiminnasta, ominaisuuksista sekä sijainnista prosessissa. Prosessi sanelee minkälaisia mittauksia ja ohjauksia osaprosesseihin liittyy. Olosuhteet prosessissa ja sen ulkopuolella vaikuttavat laitevalintoihin. Esimerkiksi erittäin syövyttävät aineet tai äärimmäiset lämpötilat prosessissa vaikuttavat kenttälaitteiden materiaalivalintoihin, mitta-alueisiin ja suojausten tarpeeseen. Kenttälaitteiden sijainti prosessissa nähdään prosessi-insinöörin tuottamasta putkitus- ja instrumentointikaaviosta (PI-kaavio). PI-kaavioon on merkitty laitteiden mittaama suure tai toiminto sekä yksilöllinen positio-tunnus. PI-kaavion pohjalta luodaan laiteluettelo, mihin on lueteltu laitoksen laitteet positioittain laitespesifikaatioineen. Laitteiden kenttäsiioittelukuva voidaan luoda käyttäen laitoksen layout-kuvaa tai arkkitehdin pohjakuvaa.

Automaation näkökulmasta instrumentointisuunnittelussa tuotetaan tarvittava dokumentointi kenttälaitteiden kytkemiseksi automaatiojärjestelmään. Jokaisella automaatiopiirillä on piirikaavio, mistä näkyy piirin kytkentä automaatiojärjestelmään. Kenttäkoteloilla ja I/O-kaapeilla on olemassa pääkaaviot ja layout-kuvat. Pääkaaviossa näkyy mm. mistä kotelon tai kaapin sähkönsyöttö tulee, sekä mikä laite tai positio käyttää mitään johdonsuojakatkaisijaa. Layout kuvassa on kuvattuna kotelon tai kaapin sisällön asettelu asennuslevyllä, sekä osaluettelo osoitettuna kuvasta. Uusille koteloille on tärkeää luoda kaapeliluettelo tulevien ja lähtevien kaapelien vetoa varten. Instrumentointisuunnittelija voi silti olla henkilö, joka tekee lopullisen laitevalinnan, vaikka prosessi määrittelee vaatimukset laitteille. On siis tärkeää olla tietoinen olosuhteista kentällä. Olosuhteet vaikuttavat myös kaapelivalintoihin.

5.1 Uuden automaatiopiirin suunnittelu

Uusien piirien suunnittelu on yleisesti ottaen suoraviivaista. Tarkistetaan vapaana oleva reitti kentältä järjestelmäkaappiin ja selvitetään vastaukset seuraaviin kysymyksiin: Onko kenttäkotelossa tarpeeksi vapaita riviliittimiä? Tarvitaanko instrumentti-ilmaa? Onko järjestelmäkaapissa riittävästi oikean tyyppisiä vapaita I/O-kanavia? Jos ei ole, niin voiko järjestelmäkaappiin lisätä I/O-kortteja?

Kittilän kaivoksella instrumentointisuunnittelua tehdään rinnakkain ALMAlla ja perinteisillä menetelmillä. Uutta automaatiopiiriä suunnitellessa molemmilla menetelmillä noudatetaan seuraavaa menettelytapaa:

1. Positiotunnuksen varaus
2. Nykytilan toteaminen kentällä
3. Dokumentaation luominen
4. Dokumentaation mapitus ja jakelu
5. Loppudokumenttien luominen ja arkistointi.

Yksilöllisen positiotunnuksen varaaminen kaikille piireille on tärkeää, jotta voidaan varmasti puhua tietyistä prosessilaitteista ja sen toiminnasta. Sana-selitteiset nimet eivät aina ole kuvaavia prosessin kannalta, vaikka käyttöhenkilöstö puhekielen nimestä tunnistaakin position, esimerkiksi ”Jalat märkänä” -venttiili. AEF:llä positiotunnuksesta ilmenee prosessialue, mitattava suure ja toiminto sekä yksilöllinen positiotunnus. Esimerkiksi kuvan 1 automaatiopiirissä 5198QI91091 tunnuksen ensimmäisessä osassa 51 viittaa Kittilän kaivokseen ja 98 typenpoistolaitokseen. Q ilmaisee piirin mittaavan laatua ja I ilmaisee laadun indikointia järjestelmästä. Tässä tapauksessa on kyse rikkidioksidipitoisuuden mittauksesta, siispä indikointi tarkoittaa mittauksen lukuarvon olevan näkyvässä järjestelmästä. 91091 on piirin yksilöllinen positiotunnus, joka ei ole käytössä millään muulla positiolla Kittilän kaivoksella prosessialueesta riippumatta.

Nykytilan tarkastaminen kentällä on tärkeä osa suunnitteluprosessia. Kohteesta tarkistetaan dokumenttien paikkansa pitävyys, sekä tehdään yleiskatsaus mahdollisten puutteiden ja epäkohtien varalta kohteessa. Dokumenteista ei voida havaita laitteiden kuntoa. Työn ollessa suunnittelupöydällä voidaan suunnitella alkuperäistä työtä laajempia toimenpiteitä. Esimerkiksi vanhan vaurioituneen kenttäkotelon vaihto suurempaan laajennettavissa olevaan kenttäkoteloon. Mikäli työn kohde katsoelmoidaan ensimmäisen kerran juuri ennen työn suoritusta, on epäkohtiin vaikeaa reagoida.

Dokumentaation luominen uudelle piirille on suoraviivaista. Automaatiopiirille piirretään piirikaavio CAD-ohjelmistolla. Siitä näkee tarkalleen, miten instrumentti on kytketty automaatiojärjestelmään. Piirikaavion ohella tehdään merkinnät kytkennässä käytetyn kenttäkotelon ja I/O-kaapin kytkentätaulukoihin. Kenttäkotelointa ja I/O-kaappejakin voi joutua suunnittelemaan, kun suunnitellaan uutta laitosta tai instrumentti sijaitsee liian kaukana lähimmästä kenttäkotelosta. Kotelolle ja kaapeille piirretään pääkaavio ja layout-kuva. Pääkaaviosta ilmenee, mistä sähkönsyöttö on tuotu, sekä kaikki kotelon sähkölähtöjen sulakkeet tunnuksineen ja minne lähtö on kytketty. Layout-kuvassa on

esitetty, miltä kotelo näyttää sisältä. Kaikki kotelossa olevat komponentit piirretään layout-kuvaan mittakaavassa. Komponentit on osoitettu kuvasta ja niiden mallitiedot on lueteltuna kuvan laidassa. Esimerkiksi maanalaiselle kaivokselle suunnitellussa täytyy uuteen kohteeseen usein suunnitella myös uusi etä-I/O:lla varusteltu kenttäkotelo. Tämä johtuu prosessilaitteiden sijoittelusta kentällä. Maanalaiset positiot ovat hajallaan pienissä ryppäissä. Tällöin pieni määrä I/O-tuloja ja -lähtöjä riittää yhteen kohteeseen. Samasta syystä keskitettyä I/O-kaappia on vaikea toteuttaa pitkien kaapelivetojen vuoksi. Rikastamon prosessi on huomattavasti keskitetympi, jolloin keskitetty I/O-kaappi ilmastoidussa automaatiotilassa on käytännöllinen ratkaisu.

Luodut dokumentit mapitetaan ja jaellaan työtä tekeväille organisaatiolle. Ainakin asentajille, työnjohdolle, järjestelmäsuunnittelijalle sekä instrumentointisuunnittelijalle jaetaan omat kopionsa. Nämä dokumentit ovat nk. työkuvia. Suunnittelija lataa työ kuvat myös pilvipalveluun tai verkkolevyille, mistä kuvat ovat löydettävissä suunnittelijan ollessa tavoittamattomissa.

Loppudokumentit luodaan asentajien palauttamien työkuviin perusteella. Asentajien korjaamia työkuvia kutsutaan punakynäsarjaksi. Punakynäsarjaan on merkitty poikkeamat alkuperäisistä suunnitelmista. Suunnitelmista voi joutua poikkeamaan, jos kentällä on dokumentoimattomia kyt-kentöjä. Poikkeamat lisätään dokumentteihin punakyniä puhtaaksi piirrettäessä. Lopulta dokumentit arkistoidaan tiedonhallintajärjestelmään.

5.2 Olemassa olevan automaatiopiirin modifiointi

Olemassa olevia piirejä modifioidessa osa vaiheista on jo tehty, kuten positiotunnuksen varaus. Työ alkaa tarkastelemalla piirin kytkentää ja toimintaa. Tässä vaiheessa on helpointa tehdä tarvittavat purkukuvat merkitsemällä piirikaavioon ja kytkentätaulukon, mitkä kytkennät puretaan. Tämän jälkeen suunnitellaan piirin uusi kytkentä. Lähtökohtaisesti kuitenkin käytetään mahdollisimman paljon olemassa olevaa piiriä. Modifiointityö alkaa jostain tarpeesta muuttaa prosessin tai prosessilaitteen toimintaa. Esimerkki tällaisesta voisi olla sulkuventtiilin toimilaitteen vaihto sähkötoimisesta pneumaattiseen toimilaitteeseen, jossa on jousipalautus turva-asentoon. Tällainen laite palautuu turva-asentoon sähkökatkon tai instrumentti-ilman paineen laskusta. Instrumentti-ilman syöttöä venttiiliin toimilaitteelle voidaan ohjata esimerkiksi solenoidiventtiilillä, joka myös palautuu venttiiliä avaavaan asentoon ohjaussignaalin kadotessa sähkökatkossa. Laajemmissa prosessi-

muutoksissa suunnitellaan usein uusia automaatiopiirejä tai muutokset ovat lähes kokonaan ohjelmallisia. Prosessin konfiguraation tai ohjelman muutoksen vuoksi täytyy muutokset dokumentoida, sillä prosessilaitteiden sana-selitteiset nimet voivat muuttua.

5.3 I/O-modulien siirto kenttäkotelosta I/O-kaappiin

Aran pastalaitos on Kittilän kaivoksen vanhempi pastalaitos. Pastalaitos käsittelee rikastusprosessissa syntyvää rikastushiekkaa, johon sekoitetaan sementtiä sopivassa suhteessa. Lopputuotteena on pastaa, jota käytetään maanalaisessa kaivoksessa louhosten uudelleentäyttöön sortumisriskien minimoimiseksi. Aran pastalaitos on toimitettu Agnico Eaglelle valmiina laitoksena ja sen takia laitoksen kenttäkotelot noudattavat muusta rikastamosta poikkeavaa nimeämiskäytäntöä. Vuosien saatossa pastalaitokselle on kuitenkin ollut tarve tehdä muutoksia, jotka ovat johtaneet laitoksen oman erillisen automaatiotilan rakentamiseen. Aikaisemmin I/O-modulit sijaitsivat kenttäkotelossa kuten IOTH:ssa etä-I/O:na. Aran pastalaitoksen automaatiotilassa on kolme ristikiytentäkaappia sekä laitoksen oma prosessiasema.

I/O-modulien siirtotyö on suoritettu vuonna 2022 ja pastalaitos on otettu muutoksen jälkeen käyttöön. Dokumentointiin on kuitenkin jäänyt ristiriitaisuuksia ja tietoa on jäänyt merkitsemättä. Puutteet paljastuivat muutostöitä syötettäessä ALMAan. Piirikaavioista puuttui runkokaapelimerkintöjä tai merkintä oli ristiriidassa piirin käyttämien riviliitintunnuksien kanssa. Piirikaavioon merkityt riviliittimet eivät täsmänneet runkokaapelin tunnuksen tai johdinmerkinnän kanssa. Runkokaapelit ovat yleensä 24-johdinparisia Nomak-instrumenttikaapeleita. Normaalisti runkokaapelin johdinparit asennetaan riviliitinrimalle numerojärjestyksessä. Taulukossa 1 on ote IOTH-kaapin kytkentätaulukosta, josta nähdään, miten runkokaapelin IOTH-W1 kytketään järjestyksessä IOTH-kaapin riviliitinryhmään X1. Tarkastelun alla olevissa piirikaavioissa runkokaapelin pari- ja riviliitintunnukset eivät täsmänneet. Kytkentä oli siis epäselvä, kun ei voida tietää, onko kaapelimerkintä vai riviliitintunnus todellinen. Tilanne oli tarkastettava kentällä.

OSOITE		KAAPELI		IOTH			KAAPELI		OSOITE		R e v
PAIKKA	LIITIN	NUMERO JA TYYPPI	JOHD.	X1	KETJ.	JOHD.	NUMERO JA TYYPPI	LIITIN	PAIKKA		
+R703	X1:361	IOTH-W1	1or	1		1pu	THI01-C3		5190-LIT-70019		
	X1:362		1va	2		1si	4x				
	X1:363		2or	3		ru	TRM01-C3		0440-WIT-0001 5190WIT70016		
	X1:364		2va	4		ru	4x				
	X1:365		3or	5		1pu	MX01H-C4		0440-LIT-0002 5190WIT70015		
	X1:366		3va	6		1si	4x				
	X1:367		4or	7		1or	5190FIT70010-W1		5190F70010		
	X1:368		4va	8		1va	Nesmak 2x				
	X1:369		5or	9		1or	5190FIT70013-W1		5190F70013	B	
	X1:370		5va	10		1va	Nesmak 2x				
	X1:371		6or	11		1or	5190LIT70019B-W1		5190LIT70019B		
	X1:372		6va	12		1va	Nesmak 2x				

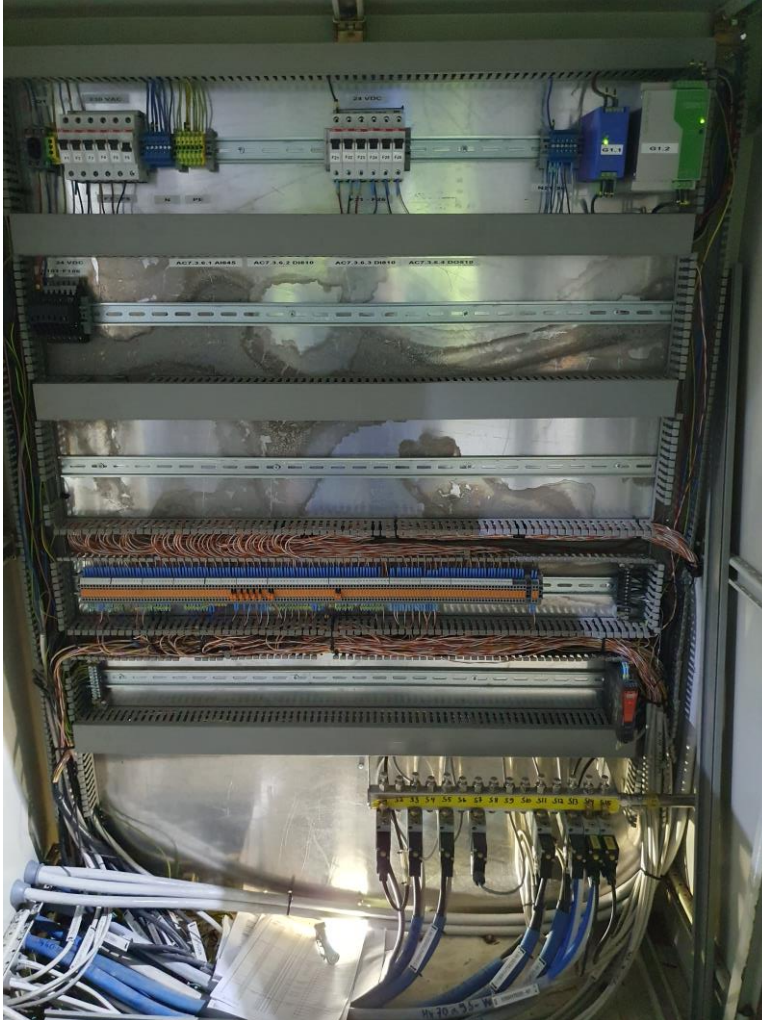
TAULUKKO 1. Ote IOTH-kaapin kytkentätaulukosta

Kenttätöiden tehokasta suorittamista varten täytyi tehdä kooste tarkastettavista kohteista. Lisäksi mukaan otetaan kenttäkotelon ja ristikytkentäkaapin kytkentätaulukot. Ne sisältävät lähtökohtaisesti luotettavaa tietoa, sillä kaapit asennetaan käyttäen niitä. Piirikaaviossa on esitetty yksittäisen piirin kytkentä kentältä järjestelmään, jota on helpompi tarkastella vianetsinnässä. Koteloiden ja kaappien kytkentätaulukoissa on esitetty kaikki kohteen kautta kytketyt piirit kompaktissa helposti luettavassa muodossa. Kytkentätaulukossa ei kuitenkaan ole esitetty automaatiopiirien koko kytkentää, vaan ainoastaan kyseisessä kohteessa olevat kytkennät. Kuten taulukossa 1, kytkentätaulukoon voidaan merkitä runkokaapelin kytkentä kummassakin päässä: kenttäkotelossa ja ristikytkentäkaapissa.

Kentällä ensimmäinen kohde on itse IOTH-kaappi. Sieltä tarkastetaan epäselvien piirien käyttämiin riviliittimiin kytketyt laitekaapelit. Kaapelikiilpiin merkityt tiedot ovat luotettavia ja tällä tavoin saadaan selvitettyä, mihin kukin piiri on kytketty IOTH-kaapissa. Samalla tarkistetaan runkokaapelin johdinparin merkinnät niiltä osin, kun ne ovat ristiriidassa riviliittintunnuksien kanssa. Todetaan runkokaapeleiden olevan kytketty numerojärjestyksessä kuten oletettiin. IOTH-kaapista löytyi signaalimuunnin, jota ei ollut merkitty piirikaavioon. Taulukossa 1 näkyvissä oleva piiri 5190WIT70016 on kytketty ruskeilla johtimilla riviliittimille. Se on siis kytketty kaapin sisäisesti MKJT 0,5 johtimilla eikä instrumenttikaapelilla kuten normaalissa tilanteessa. Laitekaapeli on kytketty suoraan signaalimuuntimeen, josta signaali tulee sisäisillä kytkentäjohtimilla riviliittimille.

Kuvassa 3 on IOTH-kaappi sisältöineen. Kaapissa on runsaasti tilaa purettujen I/O-modulien jäljiltä. Alareunassa on riviliitinryhmä X1 sekä signaalivahvistin ja ilmanjakotukki. Yläreunassa vasemmalta luetellen on kaapin päävirtakytkin, syötön sininen nollaliitin ja keltavihreä PE-liitin, 230 VAC

sulakkeet sekä niistä lähtevien syöttöjen nolla- ja PE-liittimet. Yläriivin keskellä on 24 VDC sulakkeet. Oikeassa reunassa on kaksi tasavirtatehonlähdettä ja niiden nollaliittimet. Vasemmalla yläriivin alapuolella on lisää 24 VDC sulakkeita.



KUVA 3. IOTH-kaapin sisältö

IOTH-kaapin I/O-modulit on siirretty ristikytkentäkaappiin R703, jonne tulevien runkokaapeleiden kytkennät kentän suuntaan on tarkistettu ja todettu luotettaviksi. R703-kaapista tarkistetaan piirien riviliitinmerkinnät sekä mille I/O-kanavalle piiri on kytketty. I/O-kanava selvitetään seuraamalla sisäistä kytkentää riviliittimeltä I/O-modulille. Kuvassa 4 on R703-kaappi sisältä kuvattuna. Runkokaapelit IOTH:lta ja muilta kenttäkoteloista tulevat kaapin pohjalle, missä riviliitinrimat sijaitsevat. Kaapin yläreunassa on kaapin sähkönsyöttö keskukselta ja UPS:ltä sekä sulakkeet ja liittimet kaapin komponenttien syöttöjä varten. Kaapissa on myös kaksi tasavirtatehonlähdettä ja niiden tassauntaajat. Kaapin keskellä on ABB S800 -klusterimodeemit ja niihin liitetyt I/O-modulit.



KUVA 4. R703 ristikytkentäkaappi sisältä

5.4 Typenpoistolaitoksen jälkikäsittelytilan SO₂-mittaus

Kaivoksen typenpoistolaitos on yksi kaivoksen vedenkäsittelyprosesseista. Typenpoistolaitoksella on käytössä biologinen kantoainemenetelmä, jossa bakteerit hajottavat typpeä. Puhdas, käsitelty vesi puretaan maanalaisen kaivoksen kuivanapitovesien kanssa Loukiseen, joka on Ounasjoen sivujoki. Ounasjoki yhdistyy Rovaniemen kohdalla Kemijokeen, joka laskee Pohjanlahteen. (AEF 2023c.)

Typenpoistolaitoksen jälkikäsitteilytiloissa voi esiintyä prosessiolosuhteiden vuoksi rikkidioksidia, SO₂, kaasumaisessa muodossa. Prosessitiloissa käytetään hengityksen suojaimia, sillä rikkidioksidi ärsyttää hengityselimiä ja aiheuttaa hengenahdistusta. Turvallisuussyistä prosessitiloihin asennetaan rikkidioksidin mittaus ja hälyttimet. (Ilmatieteenlaitos 2023.)

Suunnittelu noudattaa luvussa 5.1 esitettyä menettelyä. Kaivoksella suunnitellaan kuitenkin erilaisia ilmanlaadun mittauksia erityisesti maan alla, missä ilmanvaihto joutuu tekemään jatkuvasti töitä pitääkseen ilman hengitettävänä. Tätä varten suunnittelutyö tallennettiin ALMAan valmiina ratkaisuna tuotteistuksineen. Tällöin uusia vastaavia mittauksia suunniteltaessa voidaan helposti kopioida valmiiksi suunniteltu ratkaisu automaatiopiiriin sisällöksi. Kuvassa 1 on jo valmis suunnitelma SO₂-mittauksesta ja sen hälyttimistä ALMAN rakenneselaimessa. Kuvassa 5 on esitetty sama piiri ALMAN hierarkiapuussa. Varsinainen suunnittelu tapahtuu hierarkiapuussa, minne voidaan lisätä laitepositiot erikseen ja niiden alle laitteiden osat, laitekaapelit ja I/O-positiot.

- 5198QI91091 JÄLKIKÄSITTELYTILA SO2 MITTAUS
 - 5198QAH91091 Hälytin
 - 5198QAH91091A.BO1 (BO1 --> R400.+R470_B.11.AC19.0.11.412.9) Hälyttimen torvi
 - 5198QAH91091B.BO1 (BO2 --> R400.+R470_B.11.AC19.0.11.412.10) Hälyttimen valo
 - 5198QAH91091-W1 (MMJ 5x1,5 S) Kaapeli
 - 5198QAH91091-W2 (MMJ 2x1,5 S) Kaapeli
 - 5198QAH91091-W3 (MMJ 2x1,5 S) Kaapeli
 - KytKentärasia Liitinryhmä
 - 5198QAH91091 Hälytin ääni- ja valomerkillä
 - K1 (G2R-1-SNI 24VDC (S)/P2RF-05-S) Rele
 - K2 (G2R-1-SNI 24VDC (S)/P2RF-05-S) Rele
 - 5198QIT91091 SO2 mittaus
 - 5198QIT91091.AI1 (AI1 --> R400.+R470_A.11.AC19.0.11.209.5) I/O-positio
 - 5198QIT91091-W1 (NOMAK-HF D 2x2x0,5+0,5) Kaapeli
 - 5198QIT91091 (Dräger Polytron 7000) Osa

KUVA 5. Typenpoistolaitoksen jälkikäsitteilytilan SO₂-mittaus ja hälyttimet

Piiriin osat on osittain tuotteistettu, mikä on toinen tapa virtaviivaistaa suunnittelutyötä valmiiden ratkaisuiden lisäksi. Valmis tuote tuo mukanaan tiedot laitteen liittimistä tai kaapelijohtimista, niiden tunnuksat ja lukumäärän. Tuotteistuksessa voidaan liittää mukaan laitedokumentteja tai syöttää datalehdien tietoja objektin attributeiksi. Kuvassa 6 on esitettyä tuotteistettu Dräger Polytron 7000

kaasun pitoisuuden mittari. Tuotteelle on lisätty dokumenttilinkki tuotteen tekniseen dokumentaatioon, missä on mm. valmistajan ohjeistuksen mukainen kytkentä. Tuotteita käytettäessä saadaan helposti luettelo positioista, missä tuotetta on käytetty.

Perusnäkyvä		Osa: Dräger Polytron 7000			☰
Osa	Tyyppi	Alempi	Käytössä	Dokumenttilinkki	
Valittu		Linkki	Lähde/Kohde	Nimi	Lähde/Kohde (Lisätyyppi)
 Dräger Polytron 7000 Kaasu mittaus	←		9033002_07_2012_en Dokumentti	Dokume	 EDA Tekniset tiedot

KUVA 6. Dräger Polytron 7000 tuotteistettuna ALMAssa

Tämä piiri on yksittäinen piiri, joka on erillään muusta prosessista. Laajempia koko prosessiin vaikuttavia muutoksia varten voidaan luoda suunnittelurevisio, minne tehdyt muutokset eivät vaikuta nykytilaa kuvaavaan näkymään. Suunnittelurevision muutokset saadaan nykytilaan julkaisemalla revisio. Tällöin kaikki muutokset siirtyvät nykytilaan. Samanaikaista suunnittelutyötä voidaan tehdä, kun suunnittelurevisio on rajattu esimerkiksi prosessialueen mukaan, jotta muualla tehdyt muutokset eivät peruunnu rajaamattomia revisioita julkaistaessa. Revisioiden näkyvyyttä voidaan myös jakaa eri käyttäjäryhmille, esimerkiksi urakoitsijan suunnittelijoille tai asentajille.

6 ICT VÄYLÄKYTKENNÄT

Kittilän kaivoksen tehdasstandardissa on määritelty mm. järjestelmän olevan Profinet-yhteensopiva. Profinet-yhteyksiä varten on kaivokselle rakennettu valokuidusta sisäinen kytkinverkko, johon prosessiasemat on kytketty. Tietoliikennetekniikka on olennainen osa myös prosessinohjausjärjestelmää. AEF:llä kytkimiin liitettyjen laitteiden luetteloa osoiteavaruudessa hallitaan Excel-taulukoilla samoin kuin instrumentoinnin dokumentteja.

6.1 Loogiset verkot

Ei saatavilla tietoturvasyistä.

6.2 Verkkotopologia

Ei saatavilla tietoturvasyistä.

6.3 Järjestelmäkaappien kytkentä prosessiasemalle

Ei saatavilla tietoturvasyistä.

7 ALMAN KEHITYSIDEOITA

Käytössä olevassa ALMAN alustassa on vielä runsaasti kehittämisen varaa. Ilmeisin puute alustassa on laskukaavojen vähäinen käyttö. Tietoa on syötetty objekteille käsin, mikä on työlästä ja helposti automatisoitavissa laskentakaavoilla. Esimerkiksi I/O-kanavien polut on syötetty pääosin käsin I/O-positionien attribuutteihin. Laskentakaavojen hyödyntämiseksi täytyy I/O-modulit ja prosessiasemat järjestellä ALMAan ennalta sovitulla tavalla. Samalla voidaan poimia muutakin oleellista tietoa I/O-position attribuutteihin. Kuvassa 10 on esitetty kirjoittamani koodi I/O-polun hakemiseksi I/O-kehikolle.

```
1 ioPolku()
2 {
3     prosAsema = "";
4     vayla = "";
5     kehikko = "";
6
7     if(alma.parent() != 0)
8     {
9         if(alma.outgoingIdByLinkType(566) != 0)
10        {
11            prosAsema = alma.attributeValue(alma.outgoingIdByLinkType(566), "ALMA_CODE");
12
13            if(alma.childByType(alma.outgoingIdByLinkType(566), "COMPONENT") != 0)
14            {
15                vayla = alma.attributeValue(alma.childByType(alma.outgoingIdByLinkType(566), "COMPONENT"), "ALMA_CODE");
16            }
17        }
18
19        kehikko = alma.sortNumber();
20
21        {
22            return prosAsema + "." + vayla + "." + kehikko;
23        }
24    }
}
```

KUVA 7. Javalla kirjoitettu laskentakaava ALMAssa

ALMAssa on sisäänrakennettuna oma funktiokirjasto, joka on helposti selattavissa kaavaeditorista. ALMAN käyttöohjeesta löytyvät myös funktioiden toiminnankuvaukset. Monimutkaisemmat laskentakaavat mukautuvat eri käyttökohteiden mukaan. Esimerkiksi kaapeleiden nimeämistapa riippuu kaapelin käyttötarkoituksesta. Kaavaan voidaan luoda ehtoja, jotka määrittävät nimeämiskäytteen. Jokaista käyttötarkoitusta varten ei tarvitse olla erillistä kaavaa. Monikäyttöinen kaava voidaan lisätä objektin perustyyppiin. Nyt kaapelin nimeäminen tapahtuu automaattisesti, kun kaapelia on käytetty oikein kutakin käyttötarkoitusta varten.

Laskentakaavojen käyttöä varten tarvitaan ennalta sovittu tapa rakentaa prosessilaitteiston hierarkiaan. ALMAN sijaintihierarkiaa voi samalla käyttää karkeana karttana mm. kaappien ja koteloiden sijainnista. Esimerkiksi järjestelmäkaapit sijoitetaan hierarkiassa prosessialueen rakennukseen,

jonka alle prosessitiloista eritellyt tilat on jaettu kerroksittain. Järjestelmäkaapista tehdään hierarkialinkki automaation suunnittelualustan hierarkiapuussa sijaitsevaan järjestelmäkaappiryhmään. Hierarkialinkki tekee objektista kopion toiseen sijaintiin. Järjestelmäkaappiryhmä toimii luettelona kaikista kaapeista, kun sijaintihierarkiassa oleva kopio kertoo kaapin sijainnin tehtaalla. Molempia voidaan käyttää muutosten tekemiseen. Ne ovat sama objekti kahdessa eri sijainnissa.

Automaation suunnittelualustalla on käytetty joidenkin prosessialueiden alla erillisiä hierarkiaryhmiä erottamaan epäselvät ja kytketyt piirit toisistaan. Nykyisellä käytännöllä piirin tilan muuttuessa täytyy piiri muistaa siirtää käsin oikeaan hierarkiaryhmään. Hakukansioiden avulla kaikki piirit voidaan sijoittaa samaan hierarkiaryhmään, mistä eri tilassa olevat piirit haetaan laskentakaavan avulla hakukansioon. Hakukansioon voi asettaa myös muita ehtoja, kuten puuttuva dokumenttilinkki piirikaavioon. Projektipuussa hakukansioita on käytetty tiedonsiirtoprojektissa sekä mm. typenpoistolaitoksen suunnitteluprojektissa.

8 LOPPUSANAT

Työn päämääränä oli ALMA-tiedonhallintajärjestelmän käyttöönotto automaation suunnitteluympäristöksi Agnico Eagle Finlandin Kittilän kaivoksen rikastamolla ja muilla maanpäällisillä osilla. Taivoitteena oli myös ideoida mahdollisuuksia alustan käytön sujuvoittamiseksi ja kehittämiseksi.

Työtä suoritettaessa huomattiin nopeasti tietokantapohjaisen tiedonhallintajärjestelmän vahvuus. Tutustuminen käytössä olevaan ALMA-alustaan aloitettiin tekemällä käyttöön otettujen asennuksien mukaiset muutokset ALMAan. Käytettävissä oleva dokumentointi jo suoritetuista instrumenttien asennuksista ja modifikaatioista sisälsi epäjohdonmukaisuuksia ja ristiriitaisuuksia. Tietokantapohjaisen tiedonhallintajärjestelmän avulla dokumentointi on yhdenmukaista. Ristiriitaisuuksia kentällä selvitettäessä huomattiin, ettei kaikkia käytöstä poistettuja kytkentöjä ole purettu pois.

ALMAN käyttöönotto suunnitteluympäristöksi vaati niin paljon työtä ja aikaa, ettei sen saavuttaminen tämän opinnäytetyön puitteissa ole mahdollista. Joidenkin ALMAN ominaisuuksien käyttö vaatii koulutusta, jota ei ole pystytty järjestämään opinnäytetyön teon aikana. Dokumenttien kuten kytkentäluetteloiden ja piirikaavioiden generoiminen on yksi näistä ominaisuuksista. Nyt voidaan kuitenkin muokata ALMA-alustalle luotujen kenttäkoteloiden ja järjestelmäkaappien sisältö vastaamaan todellisuutta. Käytännössä tarkistetaan käytössä olevien ja vapaana olevien riviliittimien, sulakelähtöjen sekä I/O-korttien määrät, tyypit ja tunnuksat. Tämäkin itsessään on erittäin työlästä ja hidasta, eikä vielä edes yritetä selvittää dokumentoimattomia kytkentöjä. Kentältä osittain purettujen ja dokumentoimattomien kytkentöjen selvittäminen tulee olemaan oma projektinsa.

Kenttäkoteloista kerätyn luotettavan tiedon avulla voidaan aloittaa ALMAN käyttö suunnittelutyökäytönä. ALMAN tietojen päivittäminen ristikytkentäkaappien osalta on myös ajankohtaista. Vapaita I/O-kanavia ei tarvitse tarkistaa ristikytkentäkaapista erikseen, vaan ne nähdään suoraan järjestelmästä. Käytössä olevat riviliittimetkin tiedetään kenttäkoteloista kerätyn tiedon perusteella. Tehtäväksi jää ainoastaan I/O-klustereiden väyläyksikön tyyppien tarkistaminen sekä olemassa olevien I/O-korttien tyyppien ja lukumäärän tarkistaminen.

LÄHTEET

ABB Oy 2019. T315C System 800xA with AC 800M Engineering, Part 1 – Control Builder

Agnico Eagle Finland 2023a. Näkijöiden ja tekijöiden yhtiö. Hakupäivä 3.8.2023. [Tietoa meistä – Agnico Eagle Finland](#).

Agnico Eagle Finland 2023 b. Kittilän kaivos. Hakupäivä 3.8.2023. [Tuotanto – Agnico Eagle Finland](#).

Agnico Eagle Finland 2023 c. Kittilän kaivoksen typenpoistolaitos käyttöönottoaiheessa. Hakupäivä 15.8.2023. [Kittilän kaivoksen typenpoistolaitos käyttöönottoaiheessa – Loukiseen johdettavat purkuvedet voivat olla lähikuukausina aiempaa lämpimämpiä – Agnico Eagle Finland](#).

Agnico Eagle Mines 2023. 60 Years in the making. Hakupäivä 14.8.2023. [Agnico Eagle Mines Limited - 60th Anniversary](#)

Ilmatieteenlaitos 2023. Ilmansaasteiden terveysvaikutukset. Hakupäivä 15.8.2023. [Saasteet ja terveys - Ilmatieteen laitos](#).

Tiilikainen, Ali 2023. Vanhempi tietoliikenneasiantuntija Agnico Eagle Finland Oy. Suullinen tiedonanto Kittilässä 31.8.2023.

Vitec ALMA 2023a. Me. Hakupäivä 3.8.2023. [Me \(vitec-alma.com\)](#).

Vitec ALMA 2023b. Huolto- ja palveluliiketoiminta. Hakupäivä 4.8.2023. [Huolto- ja palveluliiketoiminta \(vitec-alma.com\)](#).