

Jani Härkönen

KAIVOSTEN KUNNOSSAPITOJÄRJESTELMÄT

KAIVOSTEN KUNNOSSAPITOJÄRJESTELMÄT

Jani Härkönen
Opinnäytetyö
Syksy 2014
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

ALKULAUSE

Tämän opinnäytetyön on tehnyt Jani Härkönen osana Oulun ammattikorkeakoulun ja Miilux Oy:n kehitysprojektia. Työn valvojina toimi Miilux Oy:n edustaja tutkimus-, kehitys- ja laatupäällikkö Timo Sipilä sekä Oulun ammattikorkeakoulun lehtori Esa Törmälä.

Jyväskylässä 5.11.2014

Jani Härkönen

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka, tuotantotekniikka

Tekijä: Jani Härkönen

Opinnäytetyön nimi: Kaivosten kunnossapitojärjestelmät

Työn ohjaajat: Esa Törmälä, Timo Sipilä

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: syksy 2014

Sivumäärä: 54 + 0

Työn aihe on osa Oulun ammattikorkeakoulun ja Miilux Oy:n yhteistä kehitysprojektia, jossa pyritään edistämään kaivosteollisuudessa käytettävien laitteiden kunnonvalvontaa ja ennakoivaa kunnossapitoa. Työn tavoitteena oli selvittää kaivoksilla käytettävien automaatiojärjestelmien yhteensopivuus muiden valmistajien laitteiden ja järjestelmien kanssa. Lisäksi tavoitteena oli liittää kolmannen osapuolen laitteisto osaksi kunnonvalvontajärjestelmää.

Työssä käsitellyt MetsoDNA:n, Siemensin ja ABB:n automaatiojärjestelmät kattavat prosessinohjauksen, suunnittelun ja kunnonvalvonnan. Automaatiojärjestelmiin voidaan liittää kolmannen osapuolen valmistamia laitteita, logiikoita ja järjestelmiä. Kaikki järjestelmät tukevat Profibus- ja Foundation Fieldbus -kenttäväyliä, ovat yhteensopivia HART-laitteiden kanssa sekä hyödyntävät Ethernet-teknologiaa tiedonsiirrossa. Jokaisesta työssä tarkastellussa automaatiojärjestelmästä löytyy ohjelmia tai sovelluksia, jotka tukevat huoltosuunnitelmien laatimista sekä ennakkohuoltosuunnitelmien suunnittelua.

MetsoDNA:lla on kunnonvalvontaan ja ennakoivan kunnossapidon suunnitteluun käytössä MetsoDNA Report Diary-, DNA Field Device Configurator- ja Machine Monitoring -aktiviteetit. Report Diaryn avulla saadaan tuotua operaattorien kokemukset laitteiston käytöstä esille ja Field Device Configurator -aktiviteetilla saadaan tarvittavat tiedot häiriöiden ratkaisemiseksi. Machine Monitoring -aktiviteetti havaitsee vian tai laitteen, joka ei toimi oikein. Se myös mittaa ja analysoi koneen mekaanista kuntoa. Aktiviteetti tarjoaa työkaluja ennakoivan kunnossapidon aikataulujen ja toimenpiteiden suunnitteluun.

Siemensin PCS7-järjestelmän kunnossapidon suunnittelu on hoidettu PCS 7:n kunnossapitoaseman Plant Asset Managementilla ja Maintenance Stationilla. Nämä mahdollistavat ennaltaehkäisevän ja ennakoivan kunnossapidon, diagnostiikan ja huollot tuotantolaitokselle. Maintenance Stationin avulla saadaan johdonmukaiset tiedot kunnonvalvontaan ja kunnossapitohenkilöstölle yksityiskohtaista ohjeistusta tarvittavien huoltotoimenpiteiden suorittamiseen.

ABB:n 800xA-järjestelmä laitteiden kunnossapito hoidetaan Asset Optimization -ohjelman kautta. Tämän ohjelman kunnonvalvonta ja raportointitietojen pohjalta voidaan tehdä ennakoivien huoltotoimenpiteiden suunnitelmia. Asset Optimization -ohjelma sisältää Asset Monitor -sovelluksen, joka valvoo jatkuvasti laitteiden suorituskykyä. Mihin tahansa ABB:n 800xA-järjestelmään kytkettyyn laitteeseen voidaan valita valmis monitori tai räätälöidä asiakkaan tarpeita vastaava monitori.

Asiasanat: kaivoksen kunnossapito, kunnossapitojärjestelmä, automaatiojärjestelmä

ABSTRACT

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

Author: Jani Härkönen
Title of thesis: Maintenance Systems in Mines
Supervisors: Esa Törmälä, Timo Sipilä
Term and year of completion: Autumn 2014 Number of pages: 54

The Bachelor's thesis is a part of a common development project of Oulu University of Applied Sciences and Miilux Oy. The aim was to find out compatibility between different maintenance monitoring systems and equipment in the mining industry.

The automation systems of MetsoDNA, Siemens and ABB provide process controlling and engineering as well as condition monitoring. Attaching third party equipment as a part of the system is possible in all these three automation systems. The systems support the Profibus and Foundation Fieldbus fieldbuses and HART devices and use the Ethernet technology. Each automation system includes programs or applications that support maintenance planning and preventive maintenance planning.

MetsoDNA has MetsoDNA Report Diary, DNA Field Device Configurator and Machine Monitoring activities. With Report Diary operators can share their experiences of operating the system. The Field Device Configurator activity makes it possible to have the right information to solve any malfunctions in the system. The Machine Monitoring activity detects malfunctions or machines that do not perform properly. Machine Monitoring also measures and analyses the mechanical condition of the machine as well as provides tools for the scheduling and planning of predictive maintenance.

In the Siemens PCS7 automation system the maintenance planning is managed by the maintenance station applications Plant Asset Management and Maintenance Station. These enable predictive and preventive maintenance, diagnostics and overhauls for the plants. By Maintenance Station it is possible to receive consistent information for the condition monitoring and detailed information for the maintenance personnel in order to proceed the necessary maintenance tasks.

The maintenance of the ABB 800xA automation system equipment is managed by the Asset Optimization program. The condition monitoring and report data of this program makes it possible to plan preventive maintenance. The Asset Optimization program includes the Asset Monitoring application that monitors the performance of the plant equipment constantly. In any equipment that is connected to the ABB 800xA automation system it is possible to choose a ready for use monitor or customize a monitor to meet the client's needs.

Keywords: mine maintenance, condition monitoring system, automation system

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
2 KUNNONVALVONTA KAIVOSYMPÄRISTÖSSÄ	8
2.1 Kaivosmallit	8
2.2 Avolouhos	9
2.3 Maanalainen louhinta	9
3 LAITTEISTOA KULUTTAVAT MEKANISMIT	11
3.1 Adhesiivinen kuluminen	12
3.2 Abrasiivinen kuluminen	12
3.3 Iskukuluminen	13
3.4 Väsymiskuluminen	14
3.5 Korroosio	14
4 KUNNONVALVONNAN ALAISET LAITTEET	15
4.1 Murskaimet	15
4.2 Seulat	15
5 YLEISTÄ AUTOMAATORAKENTEISTA	17
5.1 Käyttöliittymät	18
5.1.1 Operaattorin käyttöliittymä	18
5.1.2 Suunnittelijan käyttöliittymä	18
5.1.3 Prosessiasema	19
5.2 HART-tiedonsiirtoprotokolla	19
5.3 HART-liitäntä automaatiojärjestelmään	19
5.4 Väylät	20
5.4.1 Profibus	21
5.4.2 Fieldbus Foundation	22
5.5 Tiedonsiirron peruskäsitteitä	24
5.6 Verkkojärjestelmä	24
5.6.1 Ethernet	24
5.6.2. Teollisuus-Ethernet	25
5.6.3 Langaton tiedonsiirto	25
6 METSODNA	29
6.1 Verkko	29

6.2 Aktiviteetit	30
6.2.1 DNA Explorer	31
6.2.2 DNA Engineering	33
6.3 DNA Machine Monitoring	35
6.4 Yhteensopivuus	36
6.5 Laitteisto	36
7 SIEMENS SIMATIC PCS7	37
7.1 Suunnitteluasema	38
7.2 Kunnossapitoasema	40
7.3 Operointiasema	41
7.4 Prosessiälytyökalut	41
8 ABB 800XA -JÄRJESTELMÄ	42
8.1 Integrointimahdollisuudet	43
8.2 800xA:n verkon rakenne	44
8.3 Engineering workplace	45
8.4 Operaattoriympäristö	46
8.5 Kirjastot	47
8.6 Asset Optimization	47
9 YHTEENVETO	49
10 JOHTOPÄÄTÖKSET	51
LÄHTEET	52

1 JOHDANTO

Kaivosten kunnossapitojärjestelmät -insinööri työ on tehty osana Oulun ammattikorkeakoulun ja Miilux Oy:n yhteistä kehitysprojektia. Työssä käydään läpi yleisimmin kaivoksilla käytössä olevat kunnonvalvontajärjestelmät ja järjestelmät, joiden keräämien mittaustietojen perusteella voidaan laatia huoltosuunnitelmia sekä suunnitella ennakkohuoltosuunnitelmia. Työssä tutustutaan myös yleisimpiin väylätekniikoihin kuten Profibus, joka on yleisin Euroopassa käytössä oleva väylä, sekä Fieldbus Foundation, joka on yleisin Pohjois-Amerikassa käytössä oleva väylätekniikka.

Työssä käydään läpi MetsoDNA:n, Siemens SIMATEC PCS7:n sekä ABB:n 800xA:n kunnonvalvonta- ja tuotannonohjausjärjestelmä. Lisäksi työssä esitellään toimintoja, jotka ovat järjestelmän käytettävyyden kannalta olennaisia.

2 KUNNONVALVONTA KAIVOSYMPÄRISTÖSSÄ

Kaivosympäristö on siellä käytettävälle laitteistolle erittäin haasteellinen, sillä laitteistot ovat alttiina erilaisille kulumismekanismeille, lämpötila- ja/tai sääolosuhteidenvaihteluille sen mukaan, onko kyseessä avolouhos vai maanalainen louhos. Kaivoksella kulumistapahtumat ovat rajuja ja nopeita kaivosympäristön vuoksi.

Tuotantolaitteiden kunnonvalvonnan tulee olla hyvin tietoisia siitä, missä vaiheessa laitteiston kuluminen on, jotta osataan varautua tuleviin huoltoseisokkeihin. Laiterikoista aiheutuvat suunnittelemattomat seisakit voivat aiheuttaa tuotannon pysähtymisen ja taloudellisia tappioita.

Erilaisilla kunnonvalvontajärjestelmillä ja laitteilla pyritään ennakoimaan ja ehkäisemään laiterikkoja ja ylimääräisiä huoltoseisokkeja. Kunnonvalvontajärjestelmä voi olla osana tuotannonohjausjärjestelmää, jolloin kunnossapitohenkilöstöllä on reaaliaikaista tietoa laitteiston toiminnasta sekä laitteistojen toimintahistoriaa.

2.1 Kaivosmallit

Kaivosmallin valintaan vaikuttavat kallion geotekniset sekä malmin muut ominaisuudet, joita ovat esim. malmipitoisuus, malmin syvyys ja kaateen paksuus. Tämän vuoksi louhintamenetelmän valinta on teknisessä ja taloudellisessa mielessä kaivossuunnittelun keskeisimpiä päätöksiä. Talouden kannalta edullisinta olisi aloittaa rikkaiden malmien louhinta ja tuotanto mahdollisimman aikaisin. (1, s. 71.)

Taloudellisuuden ja turvallisuuden saavuttaminen ovat päätekijöinä, kun valitaan teknisesti toteuttamiskelpoisinta louhintamenetelmää. Louhintamenetelmän tulee olla turvallinen työntekijöille, tuotannon laitteistolle ja myös tuotannon jatkuvuudelle. Ensimmäiset louhinnat eli koelouhinnat paljastavat, ovatko valitut menetelmät oikeat, sillä käyttömittakaavasta saadut tulokset kertovat menetelmän valinnan onnistuneisuudesta. (1, s. 71.)

Mikäli malmiesiintymä ulottuu maanpintaan, on päätettävä, millaisilla louhintamenetelmiä käytetään. Esiintymää voidaan louhia avolouhintana tai hybridinä, jossa tuotanto aloitetaan avolouhintana ja jatketaan maanalaisessa kaivoksessa. Päätös siirtyä avolouhoksesta

maalaiseen louhintaan on taloudellinen päätös, sillä avolouhoksen syventyessä kasvaa myös raakku eli sivukivi-malmisuhde progressiivisesti. Jossain vaiheessa avolouhoksessa tulee se raja vastaan, missä kannattavampaa on siirtyä maanalaiseen louhintaan. Maanalaiseen kaivokseen siirtymisessä on huomioitava maanalaisen kaivoksen investointikustannukset, malmivarojen riittävyys sekä kassavirran nykyarvo. (1, s. 71.)

2.2 Avolouhos

Periaatteen ja teorian mukaan avolouhinta maanpäällä on aina maanalaista louhinta edullisempaa. Poikkeuksena vesistöjen alla sijaitsevat malmivarat tai sellaisten mineraalien louhinta, joiden peitteenä oleva maakerrostuma on poikkeuksellinen. (1, s. 92.)

Avolouhinnassa on huomioitava sen ympäristöä muokkaavat vaikutukset. Ensisijaisesti näkyvimpänä vaikutuksena on maiseman muokkautuminen. Louhinnasta syntyvän sivutuotteen eli sivukivien läjitykseen on oltava riittävät maa-alueet sekä on huomioitava niistä aiheutuvat mahdolliset ympäristöhaitat. (1, s. 92.)

Avolouhinnan suunnittelu perustuu teknisiin tietoihin sekä kustannustietoihin pohjautuvaan taloudellisten louhintarajojen määrittelyyn eli avolouhosoptimointiin. Avolouhosoptimointi on työvaihe, jossa määräytyy avolouhoksen lopullinen paikka, ja sen muodon määrittää kustannusten sekä tulojen niin sanottu tasapaino. (1, s. 92.)

Kaivostoiminta alkaa hyvin usein avolouhoksena ja voi myöhemmin siirtyä maanalaiseen louhintaan. Usein tämä tapahtuu samanaikaisesti, jolloin malmia saadaan tuotantoon, samalla kun maanalaista osaa vielä rakennetaan. Siirtyminen maanalaiseen louhintaan tapahtuu limittäin, jolloin rikastamon ei tule tuotantokatkoksia vaan sen syöttö pysyy tasaisena. (1, s. 92.)

2.3 Maanalainen louhinta

Maanalainen louhinta on hyvin usein avolouhintaa suuremmat, mutta vaikutus ympäristöön on pienempi sekä sivukiveä syntyy paljon vähemmän. Mikäli malmiesiintymä on hyvin kapea, voi maanalainen louhinta olla kannattavampi vaihtoehto avolouhokselle. (1, s. 100.)

Maanalaisen louhintamenetelmän valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat turvallisuuden lisäksi malmigeometria eli malmin asento, muoto ja koko. Kalliolaatu ja jännitystila, malmin arvo ja kustannukset, ympäristövaikutukset sekä kalusto ja työvoima, kuinka pitkät poraukset ja peränajot, räjähdysainetyypit, kalliolujituksen tarve ja tekniikka, lisäksi kannattaako investoida omaan kalustoon ja kunnossapitoon. (1, s. 100 - 101.)

Malmigeometria tarkoittaa malmin asentoa, muotoa ja kokoa. Kallion laadulla ja jännitystilalla tarkoitetaan kattopuolen sivukiven lujuutta, ruhjeiden esiintymiä, mahdollisia vesivuotoja ja niiden suuruutta, kallion jännitystilaa sekä vuoripainetta. Malmin arvolla ja kustannuksilla tarkoitetaan rikastetuotannon kassavirran maksimointia ja sitä, täytyykö eri malmityypit louhia erikseen. Ympäristövaikutuksilla tarkoitetaan louhinnan vaikutusta pohjavesiin ja luontoon, louhintatärinöitä ja räjäytysaikoja asutusalueella ja sitä, täytyykö louhos täyttää käytön jälkeen ja onko tarve louhia sivukiveä louhoksen täyttämistä varten. Kalustolla ja työvoimalla tarkoitetaan porauksien pituutta, käytettäviä räjähdysainetyyppejä, kalliolujituksen tarvetta ja tekniikka sekä oman kaluston ja kunnossapidon investoinnin kannattavuutta. (1, s. 100 - 101.)

Maanalaiset louhintamenetelmät voidaan jakaa usealla tavalla. Yleensä ne jaetaan tukemistarpeen mukaan kolmeen päämenetelmään (1, s. 100 - 101):

- avoimet menetelmät
- täyttömenetelmät
- sorrosmenetelmät.

Avoimissa louhoksissa sortuminen estetään louhinnan suunnittelulla, jolloin voidaan louhia holvimuotoinen louhoskatto tai jättää malmipilareita luonnolliseksi tueksi. Täyttömenetelmissä louhostila tuetaan keinotekoisesti louhinnan yhteydessä ja sorrosmenetelmissä louhosten katto sorretaan, kun malmi on saatu talteen. (1, s. 101 - 102.)

3 LAITTEISTOA KULUTTAVAT MEKANISMIT

Toisiaan vasten liikkuvien pintojen vuorovaikutusta kutsutaan kulumiseksi, ja se ilmenee materiaalihäviönä kappaleen tai kappaleiden pinnoilta. Kappaleen pinnalla tapahtuva materiaalihukka voi tapahtua väsymällä, abrasiivisesti, adhesiivisesti tai tribokemiallisella tavalla eli korroosiona. Käytännössä kulumisen tapahtuu yleensä useamman mekanismin kautta, joten on vaikeaa sanoa, mikä mekanismi kulloinkin vaikuttaa. (4, s. 97.)

Yleensä kulumisen mielletään haitalliseksi ja ei-tahdotuksi ilmiöksi, mutta on myös laitteita ja sovelluksia, joissa kulumisen on haluttu ilmiö. Tällaisia ovat muun muassa ovat liukulaakereiden sekä hammaspyörien sisäänajokulumisen, jolloin päästään niihin pinnankarheuksiin, jotka vastaavat normaalia käyttötilannetta sekä toimintaolosuhteita. (4, s. 97.)

Normaalissa koneenrakennuksessa käytetään yleensä kulumisesta nimityksiä, jotka viittaavat aina korostettuun fysikaaliseen tapahtumaan, kuten naarmuuntuminen, väsymiskulumisen ja kitkakulumisen. Kulumisen voidaan jakaa kahteen päätyyppiin: kulumista aiheuttaviin liikkeisiin ja kulumismekanismien mukaiseen luokitteluun. (4, s. 100.)

Kulumista aiheuttavat liikkeet ovat (4, s. 100)

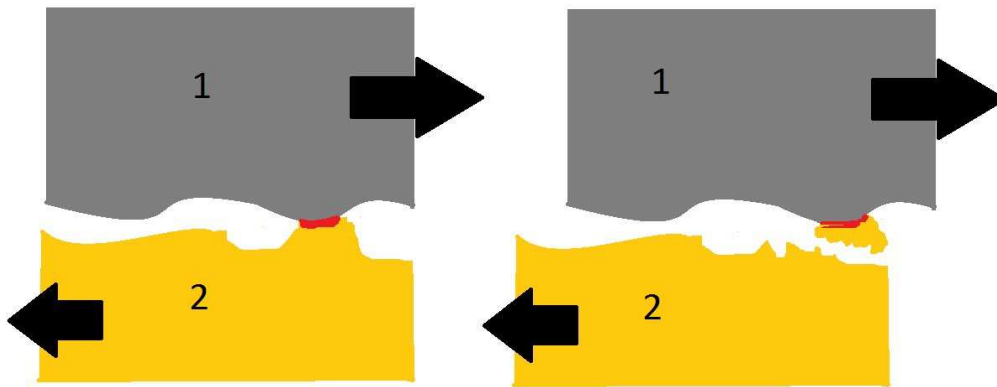
- vierintä
- värähtely
- iskukuormitus
- nestevirtaus sekä
- nestevirtaus, jossa kiinteitä partikkeleita
- liukuminen.

Kulumisen voi aiheutua myös kulumismekanismista kuten (4, s. 100)

- adheesio
- abraasio
- pinnan väsyminen
- tribokemiallinen kulumisen.

3.1 Adhesiivinen kuluminen

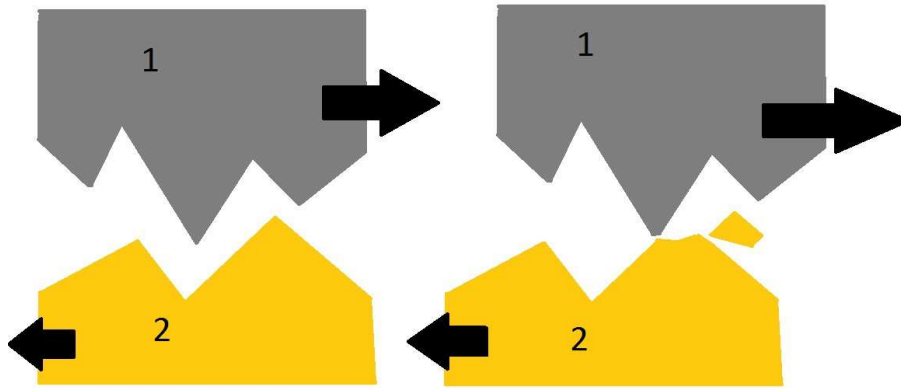
Adhesiivinen kulumista tapahtuu, kun kaksi tai pintaa liikkuu toisiaan vasten ilman väliaineita. Kulumisnopeuteen vaikuttavia tekijöitä ovat liikkuvien pintojen nopeus, pintojen repeämän rajapinta sekä pinnankarheus. Adhesiivisen kulumisessa pinnankarheuden huiput tarttuvat toisiinsa kiinni kitkalämmön ja atomisidosten avulla. Kun liitos repeää muualta kuin alkuperäisten pintojen rajapinnasta, siirtyy materiaalia toiselta pinnalta toiselle pinnalle ja samalla syntyy kulumispartikkeleita. Jos repeämä tapahtuu alkuperäisten pintojen rajapinnassa, ei tätä silloin tapahdu. Adhesiivinen kuluminen voi kehittyä abrasiiviseksi kulumiseksi. (4, s. 104.) Kuvassa 1 on adhesiivinen kulumistapahtuma havainnollistettuna.



KUVA 1. Adhesiivinen kulumistapahtuma

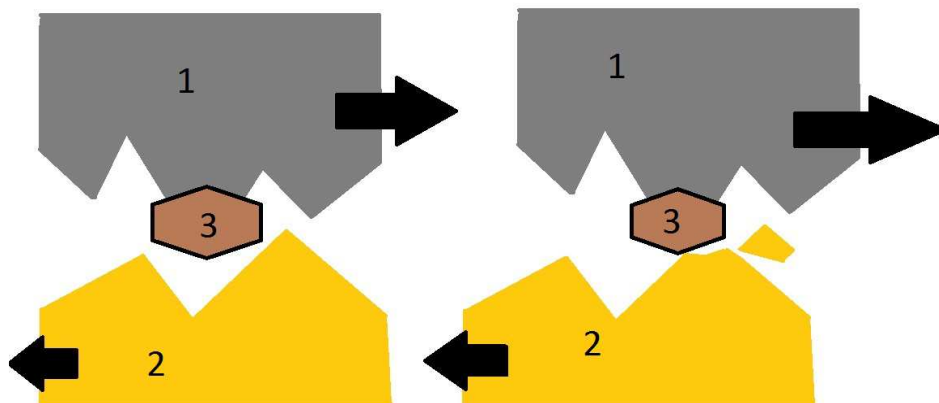
3.2 Abrasiivinen kuluminen

Abrasiivisessa kulumisessa on kaksi kulumismekanismia. Abrasiivinen kuluminen voi olla kahden erikövuisen materiaalin toisiaan vasten liikkumista, jolloin kovemman materiaalin pinnankarheuden huiput uurtavat pehmeämmän materiaalin pintaa. Tällöin on kyse kahden kappaleen abrasiivisesta kulumisesta. (4, s. 108.) Kuvassa 2 on kahden tekijän abrasiivinen kuluminen havainnollistettuna.



KUVA 2. Kahden tekijän abrasiivinen kuluminen

Tapauksessa, jossa kahden pinnan välissä on niitä kovempi materiaalipartikkeli, joka kuluttaa molempia pintoja, on kyse kolmen kappaleen abrasiivisesta kulumisesta. Tämä on kuvassa 3 havainnollistettu. Usein abrasiivinen kuluminen alkaa kahden kappaleen abrasiivisesta kulumisesta, kunnes toisen kappaleen pinnasta irtoaa kulumispartikkeleita, jotka voivat tulla muokauslujittuneiksi pintojen välissä. Tällöin näiden kulumispartikkeleiden kovuus on suurempi kuin toisiaan vasten olevien pintojen kovuus, jolloin kulumispartikkelit alkavat kuluttamaan näitä pintoja. (4, s. 108.)



KUVA 3. Kolmen tekijän abrasiivinen kuluminen

3.3 Iskukuluminen

Materiaalien viskoplastisten ja viskoelastisten ominaisuuksien vaikutus on suuri materiaalien iskukulumiskestävyteen. Plastinen muodonmuutos liittyy aina iskukulumiseen, sillä iskukohtaan

syntyy plastinen muodonmuutos mekaanisen impulssin vaikutuksesta. Tämä muodonmuutos aiheuttaa kulumista aktivoivan särön synnyn kosketuspintojen materiaalien muuttumisen kautta. Iskukulumisessa syntyy myös voimakkaita paikallisia lämmönousuja, sillä iskun aikana lämpö ei ehdi johtua kosketuskohdasta pois. (4, s. 115.)

3.4 Väsymiskuluminen

Mikäli kuluminen ei ole tribokemiallista, abrasiivista eikä adhesiivista, on silloin usein kyse pintojen väsymiskulumisesta. Tämä vaatii pinnalle kohdistuvaa tykyttävää tai vaihtuvaa pitempiaikaista rasitusta. Tämä tarkoittaa sitä, että kun kappaleen pinnan kohta, usein pinnankarheuden uloke, deformoituu plastiseksi riittävän monta kertaa peräkkäin, tapahtuu väsymismurtuma, jonka seurauksena irtoaa kulumispartikkeli. (4, s. 113.)

3.5 Korroosio

Kun materiaali reagoi ympäristönsä kanssa kemiallisesti tai sähkökemiallisesti, sitä kutsutaan korroosioksi. Usein korroosio mielletään vain metalleilla tapahtuvana syöpymisilmiönä, mutta myös muidenkin materiaalien, esimerkiksi puun, betonin tai muovin, reagoimista ympäristönsä kanssa kutsutaan korroosioksi. Yleisin ja tutuin korroosiotapahtuma on hapen ja kosteuden vaikutuksesta tapahtuva raudan ruostuminen. (5, s. 405.)

Materiaalia ympäröivät olosuhteet vaikuttavat korroosionopeuteen suuresti. Tällaisia vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa lämpötila, suhteellinen ilmankosteus, epäpuhtaudet, olosuhteiden hapettavuus tai pelkistävyys, mikro- ja makro-organismit ja virtausnopeudet. Koneiden ja rakenteiden käyttöympäristöstä aiheutuvat jännitykset ja värinät lisäävät korroosiota. (5, s. 405)

4 KUNNONVALVONNAN ALAISET LAITTEET

Tässä työssä tarkastellaan kaivosteollisuudessa käytettävien murskainten sekä seulojen syöttösuppiloiden kulumista. Näihin kohdistuvat kulumismekanismit ovat enimmäkseen iskukulumista, abrasiivista kulumista sekä korroosiota, mutta voi ilmetä myös adhesiivista sekä väsymiskulumista. Iskukulumista ilmenee, kun louhe iskeytyy murskaimeen tai seulaan. Abrasiivista kulumista syntyy puristumurskauksessa, esimerkiksi karamurskaimessa. Korroosiota esiintyy lähestulkoon kaikkien kaivosympäristön laitteista joissain määrin, varsinkin kosteissa ja lämpimissä olosuhteissa toimivista laitteista.

4.1. Murskaimet

Kaivosteollisuudessa louhe murskataan erilaisilla murskausmenetelmillä, jotta saavutetaan haluttu kappalekoko jatkoprosessia ajatellen. Näitä murskausmenetelmiä ovat puristaminen tai iskeminen. Puristumurskauksessa kivi menee kahden metallipinnan väliin ja murskautuu niiden puristuksessa. Iskumurskauksessa kivi hajoaa nopeasti pyörivän vasaran iskuihin (1, s. 198). Murskaimet voidaan luokitella näiden kahden menetelmän mukaan puristumurskaimiin ja iskumurskaimiin. Puristumurskaimia ovat leukamurskain, karamurskain, kartiomurskain ja valssimurskain. Iskumurskaimia ovat iskupalkkimurskain ja vasaramurskain. (1, s. 197 - 200.)

Kivityyppi määrittelee käytettävän murskausmenetelmän. Yleensä kovaan kiviainekseen käytetään puristumurskausta, kun taas pehmeään kiviainekseen käytetään iskumurskausta. Iskumurskainta käytetään yleensä silloin kovaan kivimateriaaliin, kun haluttu lopputuote on kuutionmallinen. (1, s. 198.)

4.2 Seulat

Seuloilla erotetaan kiviaines kappalekoon mukaan. Murskaamoissa seuloilla erotellaan liian suuret kivet ja hienoaines pois ennen murskainta. Tällöin päästään parempiin murskauskapasiteettiin ja estetään liian suurien kappaleiden joutuminen murskaimeen, mikä voisi johtaa murskaimen tukkeutumiseen. Seulat jaetaan dynaamisiin ja staattisiin seuloihin. (1, s. 200.)

Dynaamisilla seuloilla tarkoitetaan seuloja, jotka ovat joko kaltevia tai vaakatasossa täriseviä tai värähteleviä säleikköjä tai seuloja. Näiden liike voidaan tuottaa mekaanisesti tai sähkömagneettisesti. Täryseuloja ja -säleikköjä käytetään ylisuurten kappaleiden ja sivukiven poistoon sekä kappaleiden erotteluun koon mukaan. (1, s. 200.)

Staattinen seula on yksinkertaisin seula. Siinä on säleikkö, joka koostuu vierekkäisistä tangoista, jotka ovat tasaisilla väleillä etäällä toisistaan. Säleikköjä voidaan käyttää myös siilojen ja kaatonousujen päällä, jolloin ne erottavat liian suuret kappaleet. Näitä käytetään myös syöttimissä, jolloin ne erottavat liian hienon materiaalin pois ennen murskainta. (1, s. 200.)

5 YLEISTÄ AUTOMAATORAKENTEISTA

Viime vuosina automaatioarkkitehtuuri on muuttunut väylätekniikan standardoitumisen ja kehittymisen myötä. Uusien työkalujen avulla voidaan toteuttaa erityyppisten automaatioiden yhteenliittymät aikaisempaa helpommin. (2, s. 44.)

Automaatiojärjestelmä koostuu eri tehtäviä hoitavista asemista. PCS (Process Control Station) eli prosessiasemat ovat prosessiin yhteydessä erilaisten liitännöiden kautta. Ne hoitavat säädöt, mittaukset ja ohjaukset. (2, s. 44.)

Kenttälaitteiden liittäminen muuhun järjestelmään tapahtuu analogisten ja binääristen liitännöiden avulla sekä väylien avulla. Analogisten liitännöiden perinteiset mittaukset ja ohjaukset ovat mahdollisia myös sulautetuilla I/O (Input/Output) sekä kehikossa olevat I/O-yksiköillä. Näihin yksiköihin voidaan liittää HART-kenttälaite. Tavallisimpien kenttälaitteiden väylät voidaan suoraan liittää prosessiasemiin. Tällaisia kenttäväyliä ovat muun muassa Foundation Fieldbus, AS-Interface, Profibus PA Profibus DP:n kautta. Ylemmän tason väylän kuten Profibus DP:n kautta on mahdollista kytkeä erilaisia alijärjestelmiä sekä moottoriohjaimia että logiikkoja suoraan prosessiasemiin. Myös erilaiset Ethernet-sovellukset ovat käytettävissä tässä merkityksessä. Viimeisimpänä kehitysvaiheena automaatiossa voidaan pitää langattoman tiedonsiirron käyttöönottoa. (2, s. 44.)

Erilaiset asemat voidaan liittää toisiinsa sähköisen väylän avulla. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää myös optista väylää, jolloin käytetään Ethernet-väylätyyppejä. Tämä on järjestelmän keskeisin väylä ja on tyypillisesti myös kahdennettu tietoliikennejärjestelmän turvaamisen takia mahdollisten vikatilanteiden vuoksi. Toimistoverkko voidaan helposti kytkeä Ethernet-verkkoon, jolloin toimiston työasemilta päästään tarkastelemaan järjestelmässä olevia tietoja. Tästä syystä toimistotyöasemien tietoturvan on oltava ajan tasalla. Tämän verkon kautta automaatiojärjestelmä on yhteydessä muuhun maailmaan. (2, s. 45.)

Asemien rakenne vastaa hyvin usein teollisuudessa käytettävää PC-konetta, joka täyttää teollisuusvaatimukset. Prosessinhallinnassa on käytössä koneita, jotka on tehty tätä varten. Näillä erikoisjärjestelmillä on suuri toimintavarmuus, ja ne soveltuvat teollisuuden haastaviin

olosuhteisiin. Suunnittelijoilla käytössä on hyvin usein tavallinen PC. Asemien käyttöjärjestelminä toimii Windows-, Unix- ja Linux-käyttöjärjestelmät. Näistä yleisimmin käytössä oleva on Windows. (2, s. 45.)

5.1 Käyttöliittymät

Käyttöliittymä eli HMI (Human Machine Interface) tarkoittaa ohjelmia ja laitteita, joita tarvitaan ihmisen ja tietokoneen väliseen vuorovaikutukseen. Käyttöliittymä on tyypillisesti tietokone-pohjainen, ja se on suunniteltu eri käyttötarpeiden mukaan. (2, s. 46.)

5.1.1 Operaattorin käyttöliittymä

Operaattorin käyttöliittymä on sellainen, jolla operaattori voi hoitaa prosessin ohjausta monitorilla esitettävien näyttötyyppien kautta. Keskeisimpänä näyttötyyppinä on prosessikaavionäyttö, joka on kokonaisvaltainen kuvaus prosessista. Siitä operaattori näkee reaaliajassa prosessilaitteet sekä niiden liittyminen muihin prosessilaitteisiin. Prosessilaitteiden lisäksi prosessikaavionäytöstä näkyvät myös mittaustulokset sekä ohjaus- ja mittaushetket. Prosessikaavionäyttö auttaa operaattoria havainnoimaan erilaisia hälytyksiä, lukituksia sekä kriittisiä tilanteita erilaisilla väreillä sekä vilkkuvilla kuvakkeilla. Esimerkiksi yleisesti hälytysten ja ilmoitusten kuvauksessa käytetään punaista taustaa. (2, s. 46.)

Operaattori voi tarvittaessa ajaa säätöpiirejä säätöpiirinäytöltä, jonka kautta voidaan tehdä asentoarvo- ja ohjaustapamuutoksia sekä käsiohjaustilassa ajaa suoraan säätimen lähtöä. Vastaavanlaisia erityisnäyttöjä on moottorinohjauksilla. (2, s. 46.)

5.1.2 Suunnittelijan käyttöliittymä

Suunnittelijan käyttöliittymällä voidaan tutkia järjestelmässä käytössä olevaa sovellusohjelmistoa sekä tehdä siihen muutoksia. Suunnittelijan käyttöliittymä mahdollistaa myös prosessin sovellussuunnittelun. Tämä tapahtuu syöttämällä tarvittavat parametrit automaatiojärjestelmästä löytyville valmiille toimilohkoille eli ohjelmalohkoille sekä kytkemällä liitäntöjä yhteen suunnitteluikkunassa. Simuloinnissa annetaan arvoja lohkojen tulospaaleille ja tarkastellaan lähtösignaalin muutosta eli sitä, muuttuuko lähtösignaali haluttuun suuntaan. (2, s. 44.)

5.1.3 Prosessiasema

Automaatiojärjestelmä liittyy prosessiaseman kautta prosessiin. Prosessiaseman tehtäviin kuuluu järjestelmän liittäminen ohjattavaan prosessin sekä säätö-, mittaus-, logiikka- ja ohjaustoimintojen hoitaminen itsenäisesti. Prosessiasemasta käytetään myös englanninkielisiä nimiä Process Station eli PS, ja Process Control Station eli PCS.

Prosessiasemat välittävät järjestelmän muille asemille ja käyttäjille prosessitietoja ja samalla myös saavat muilta käyttäjiltä ja asemilta prosessin toimintaa koskevia arvoja ja tietoja. Prosessiaseman liittäminen prosessiin voidaan toteuttaa joko suoraan asemalle asennettujen prosessiliitäntäyksiköiden kautta tai väylän avulla hajautettujen I/O-järjestelmien kautta. (2, s. 48.)

5.2 HART-tiedonsiirtoprotokolla

Vuonna 1986 amerikkalainen automaatiovalmistaja Rosemountin kehitti digitaalisen HART-tiedonsiirtoprotokollan (Highway Addressable Remote Transducer). Tiedonsiirtoprotokolla perustuu Bell-202-puhelinliikennöintistandardiin. Mikroprosessorien yleistymisen myötä mittauslähettimissäkin siirryttiin analogisista mittauslähettimistä digitaalisiin. Ongelmana oli, että mittauslähettimissä tapahtuvassa tiedonkäsittelystä saataisiin täysi hyöty vasta digitaalisessa tiedonsiirrossa. (2, s. 72.)

HART-tiedonsiirtoprotokollaa käyttävän kenttälaitteen tietoliikenne voi käyttää digitaalista, analogista viestiä tai molempia yhtä aikaa. Tämä on mahdollista, koska digitaaliviesti perustuu bittiarvon aiheuttamaan sinisignaaliin taajuusmodulointiin, jolloin sinisignaali kelluu virtaviestin päällä. (2, s. 72.)

Tiedonsiirrossa käytetään taajuuksia 1 200 Hz ja 2 200 Hz, jotka vastaavat binäärisiä arvoja 1 ja 0. Sinisignaali on amplitudiltaan noin 0,5 mA ja sen keskiarvo on 0 mA, jolloin se ei vaikuta analogiseen signaaliin, vaikka se kelluukin virtaviestin päällä. (2, s. 72.)

5.3 HART-liitäntä automaatiojärjestelmään

HART-laitteet sekä HART-ymmärrys ovat yleistyneet nopeasti 2000-luvulla niiden kunnossapitönäkökohtien sekä uusien ominaisuuksien vuoksi. Myös monimuuttujälähettimet ovat olleet keskeisessä roolissa yleistymisessä. Nykyisten automaatiojärjestelmien I/O-korteissa on pass-through-ominaisuus, sillä ne kykenevät käsittelemään HART-signaalia. (2, s. 73.)

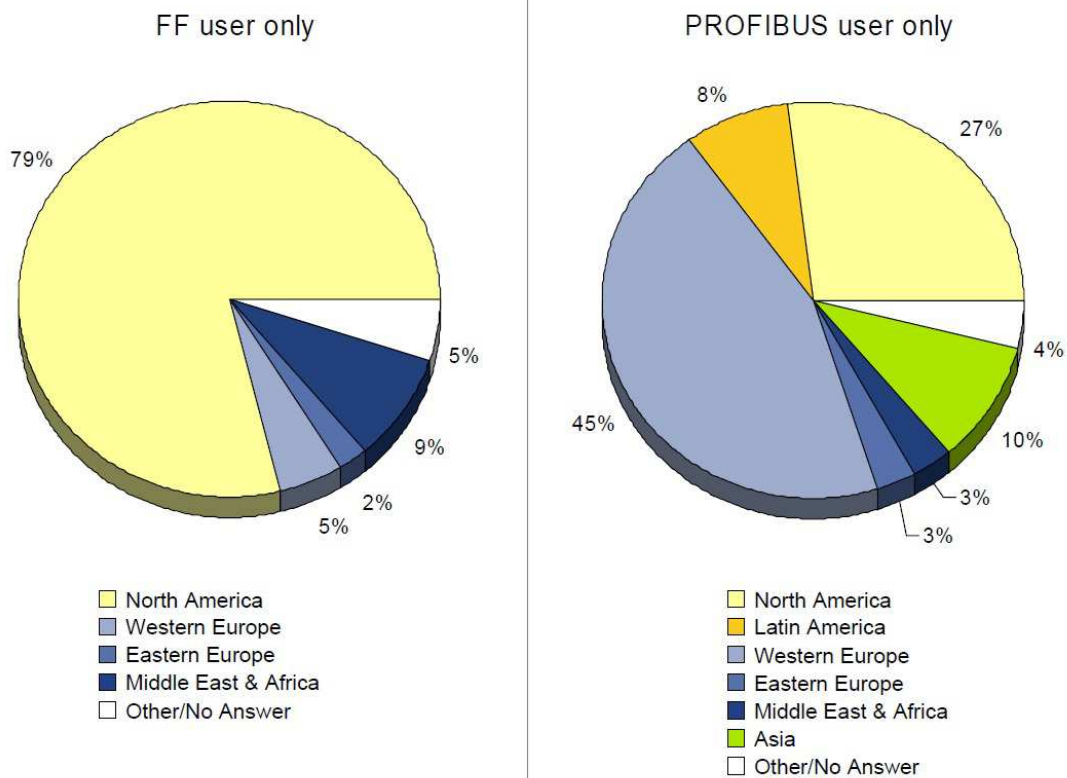
HARTin liittäminen kenttälaitteeseen ja automaatiojärjestelmään voidaan toteuttaa käyttämällä HART-multiplekseriä, jolloin HART-tieto kulkeutuu erillistä väylää pitkin automaatiojärjestelmän valvomon ja kenttälaitteen välillä. HART-kenttälaitteen parametrien säätäminen kuten kalibrointi tai mittausalueen muuttaminen voidaan suorittaa erillisellä HART-ohjelmointilaitteella. Se voidaan tehdä myös suoraan prosessiautomaation käyttöliittymästä, jolloin parametrien säätämisen lisäksi kenttälaitteen asetukset voidaan konfiguroida. Käyttöliittymän kautta välittyy myös tieto kunnossapidolle kenttälaitteen diagnostiikan huomaamista häiriöistä. HART-kenttälaitteelta saadaan esimerkiksi seuraavia tietoa (2, s. 73):

- diagnostiikkatiedot laitteen kunnosta
- mittausalue
- aikaleima
- laitteen positiotunnus
- enintään neljän prosessimuuttujan arvot täydellä tarkkuudella
- laitteen sarjanumero
- vaimennusaikavakio
- laitteen materiaalitiedot
- 128 laitemuuttujan tiedot.

5.4 Väylät

Vuonna 1984 väylästandardointi toi käyttöön useita erilaisia väylätyyppejä, joilla jokaisella on oma käyttökohteensa, käyttäjäryhmänsä sekä käyttäjäkuntansa. Profibus sekä Foundation Fieldbus ovat IEC61158-standardista lähtöisin, mutta vuonna 1989 ne erkanivat omiksi väyläperheiksi. Vaikka OSI-mallin alin kerros on sama, eivät väyläperheet ole yhteensopivia keskenään. Väylien signaali on Manchester Biphase -koodin mukainen, jolloin nopeus on 31,25 kbit/s, ja standardi määrittelee myös parikaapelin, joita väylä käyttää. (2, s. 74.)

ARC Advisory Groupin vuonna 2005 tekemä kenttäväyläteknikkaa koskeva markkinatutkimus osoittaa, että kaksi suosituinta kenttäväyläteknikkaa ovat maantieteellisesti jakautuneet. Kuva 4 osoittaa, että Foundation Fieldbus -kenttäväylä on Pohjois-Amerikassa suosituimpi kuin Profibus, ja Profibus on Euroopassa suosituimpi. Maailmanlaajuisesti Profibus on markkinatutkimuksen mukaan suosituimpi kuin Foundation Fieldbus.



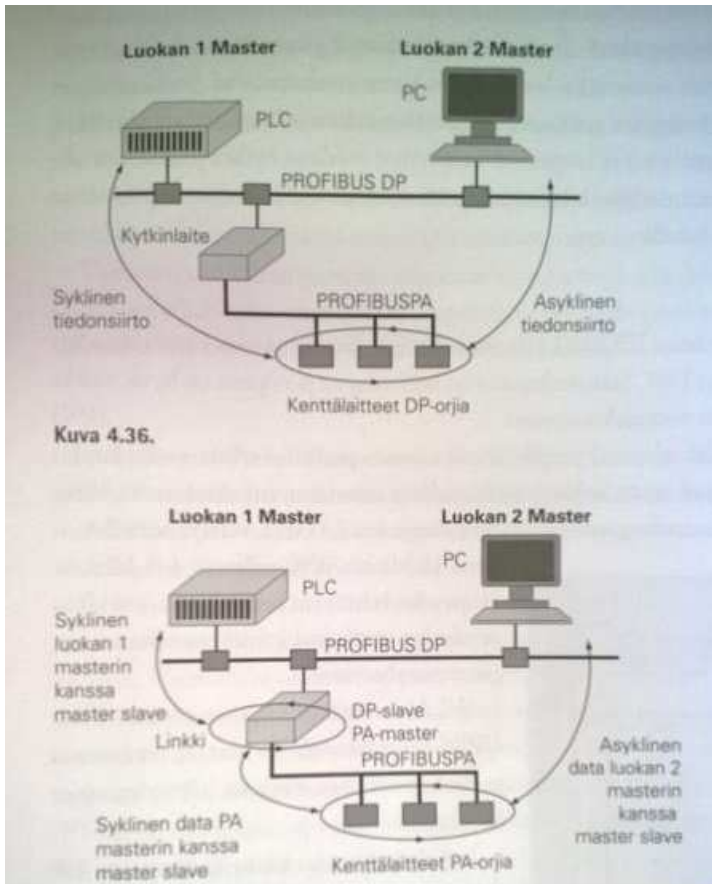
KUVA 4. ARC Groupin markkinatutkimus (26, s. 22)

5.4.1 Profibus

Profibus on Euroopan yleisimmin käytössä oleva väylätyyppi. Se koostuu kolmesta väylästä, ja se on väyläohjain, jossa PC, automaatioasema, väyläohjain tai logiikka ohjaa liikennettä väylällä. Profibus FMS eli Fieldbus Message Specification on logiikkojen ja valmistusasemien välinen väylä. Profibus DP eli Decentralized Peripheryä käytetään paljon teollisuudessa hoitamaan moottorihajauksia, ja väylä soveltuu hyvin myös I/O:n hajauttamiseen lähemmäs prosessia. Väylänopeus on jopa 12 Mbit/s, mutta tällöin väyläkaapelin pituus on enintään 100 m. Usein käytetään optista kaapelia, sillä silloin vältetään sähkömagneettisilta häiriöiltä. Profibus DP:n väylä tukee 126 laiteosoitetta. Tällöin laitteiden tulee olla tyypiltään Profibus DP tai PA. (2, s. 75.)

Profibus PA eli Process Automation on varsinainen kenttälaitteiden välinen väylä. Se vaatii aina Profibus DP:n kautta liittymisen muuhun automaation. Sitä käytetään prosessiautomaatiossa ja se sopii myös räjähdysvaarallisiin tiloihin. OSI-mallin fyysiseltä tasolta sama kuin Foundation Fieldbus-väylän H1-taso. (2, s. 75.)

Profibus PA:n liittäminen muuhun automaatioon tapahtuu Profibus DP:n kautta. Tällöin välittäjänä voi olla linkkilaite (Linking device) tai kytkinlaite (Coupler). Nämä välittäjälaitteet poikkeavat toiminnaltaan hiukan toisistaan. Linkkilaitteeseen voidaan liittää 30 Profibus PA-orjalaitetta. Linkkilaite itse toimii myös Profibus DP:n yhtenä orjalaitteena. Kytkinlaite on ns. läpinäkyvä, mikä tarkoittaa sitä, että PA-laite käyttää DP-osoitteita. (2, s. 76 - 77.) Kuvan 5 yläosassa PA on liitetty automaatioon kytkinlaitteen kautta. Kuvan alaosassa kytkentä on tehty linkkilaitteen kautta.



KUVA 5. Profibus PA:n ja DP:n liittäminen toisiinsa (2, s. 77)

5.4.2 Fieldbus Foundation

Foundation Fieldbus -kenttäväyliä on kahdenlaista tyyppiä: kenttätason tiedonsiirtoväylä H1- ja HSE-väylä, joka on suuremman tiedonsiirron väylä. H1-väylän tiedonsiirtonopeus on 31,25 kbit/s ja HSE-väylän nopeus on 100 MB/s HSE-väylän käyttökohteena voi olla esimerkiksi prosessiasemien välinen tiedonsiirto, joka tapahtuu Manchester-koodilla. HSE käyttää Ethernet-standardiin perustuvia komponentteja. (6, s.14.)

H1- ja HSE-väylän yhteenliittäminen voidaan toteuttaa kahdella eri tavalla. H1- ja HSE-väylien yhdistäminen yhtenäiseksi tiedonsiirtoväyläksi onnistuu käyttämällä linkkiä eli linking deviceä. Viestien lähettäminen kahdella eri nopeudella kahteen eri väylään onnistuu, sillä linkki pystyy puskuroimaan viestejä. Toinen tapa yhdistää nämä väylät on käyttämällä kytkintä eli coupleria. Tämä ei kuitenkaan puskuroi viestejä vaan HSE-väylä joutuu toimimaan normaalia hitaammalla tiedonsiirtonopeudella. (6, s. 14.)

Foundation Fieldbus -kenttäväylän avulla on mahdollista, että useita väyläisäntiä on yhtä aikaa verkkoon liittyneinä. Tällöin kuitenkin vain yksi kerrallaan voi toimia väylän hallinnoijana. Aktiivisesta väylän hallinnoijasta käytetään lyhennettä LAS, joka tulee sanoista link active scheduler. Tämän tehtävänä on varmistaa, että kaikki viestit lähtevät täsmälleen oikeaan aikaan, sekä se kontrolloi myös tiedonsiirtoa. (6, s. 14.)

Kenttäväylätekniiikan avulla voidaan toteuttaa kolmea eri virtuaalikommunikointisuhdetyyppiä. Tästä käytetään lyhennettä VCR (Virtual Communication Relationships). Nämä kolme tyyppiä ovat report distribution, client-server ja publisher-subscriber. (6, s. 15.)

Report distribution eli raportinjaon toiminta on käytännössä se, että kenttälaitte lähettää diagnostiikkahälytyksen sattuessa viestin isännälle heti, kun se on vastaanottanut tunnusteen. Näin isännän ei tarvitse kysellä laitteiden tilaa säännöllisesti. (6, s. 15.)

Client-Server eli asiakas-palvelijasuhde toimii käytännössä siten, että toimilaitte on asiakas, joka pyytää jotain ohjausparametria palvelijalta. Palvelija vastaa asiakkaan pyyntöön ja lähettää parametrin asiakkaalle. (6, s. 15.)

Publisher-Subscriber

eli julkaisija-tilaajasuhteessa toimii siten, että yksi kenttälaitte on julkaisija, joka lähettää viestin. Tämä viesti voi olla jokin parametri, ja se viesti välittyy kaikille toimilaitteille, jotka ovat tilaajina ja tarvitsevat tämän parametrin. (6, s. 15.)

Foundation Fieldbus -kenttäväylän segmenttiin voidaan liittää enimmillään 32 kenttälaitetta, mikäli kenttäväylän tehonsyöttö ei tapahdu runkokaapelin kautta. Mikäli tehonsyöttö tapahtuu runkokaapelin kautta, voidaan enimmillään 12 kenttälaitetta kytkeä segmenttiin. (6, s. 16.)

5.5 Tiedonsiirron peruskäsitteitä

Verkko tarkoittaa valoyhteyden, radiotien tai kaapelien kautta yhteen liitettyjä tietotekniikkalaitteistoja, joilla on kommunikointikyky käytettävissä olevien yhteyksien kautta toisiinsa. Lähiverkko tarkoittaa tietoliikenteessä maantieteellisesti rajattua, pienehkön alueen tietoliikennettä, jolla on suuri siirtokapasiteetti. Se koostuu kaapeleista, työasemista, palvelimista ja verkkolaitteista. Tämä verkko on tavallisesti yhden organisaation hallinnassa. LAN eli local area network toimii kaapelien välityksellä (3, s. 4). WLAN eli wireless local area network on langaton lähiverkko.

Alueverkko on yleisnimitys verkoista, jotka kattavat kaupungin, kuntayhtymän tai jonkin taajama-alueen. Usein puhutaan IEEE 802.6 -standardin mukaisista MAN- eli metropolitan area network. Laajaverkko, WAN eli wide area network on kattava tietoliikenneverkko, joka ulottuu paikkakunnalta toiselle tai maan rajojen ulkopuolelle. Tällöin tämä muodostaa maanosien välisen verkon. Laajaverkoille on ominaista myös se, että se yhdistää lähiverkkoja, jolloin teleoperaattori toteuttaa yhdistävän tekniikan. Yhdistämisessä teleoperaattorit käyttävät Frame Relay-, ATM- tai kiinteitä reititinverkkoyhteyksiä. (3, s. 4.)

5.6 Verkojärjestelmä

Verkkoyhteyden fyysiset puitteet luodaan kaapeloinnilla, mutta sen lisäksi tarvitaan myös muutakin, jotta tietoliikenneverkko toimisi. Tietoliikenneverkon toiminnan kannalta on tärkeää, että on olemassa ohjelmistoja, jotka määrittelevät fyysisen verkon pelisäännöt. Network operating systems eli verkkokäyttöjärjestelmiksi kutsutaan ohjelmistoja, joilla verkkoyhteydet luodaan työasemaverkkoon. (3, s. 5.)

5.6.1 Ethernet

Ethernet-lähiverkkoa on väylä ja tähtityyppistä. Se koostuu standardoiduista laitteista, kuten palvelimista, reitittimistä, silloista, kytkimistä sekä muista tarvittavista laitteista. Molemmissa tyypeissä päätelaitteet ovat kytketty väylille eri periaatteella. Nämä väylät muodostavat levitysviestialueen. Ethernet-verkko perustuu CSMA/CD menetelmään, mikä tarkoittaa sitä, että dataa lähettävä laite kuuntelee ensin, että kanava on vapaa, ennen kuin lähettää sanomaa (CSMA). Jos jokin toinen laite lähettää dataa samaan aikaan, tapahtuu törmäys (collision).

Törmäys havaitaan ja arvotaan uudelleen lähetysjärjestys. Uudelleen lähetykset kuormittavat verkkoa, mutta väylänopeutta kasvattamalla ja väylällä olevien asemien jakaminen pienempiin ryhmiin keventää väylän kuormitusta. Ethernetin nopeudelle on kolme vaihtoehtoa: 10, 100 ja 1 000 Mbps. Lähiverkkokytkimellä voidaan suorittaa törmäysalueiden jakaminen helposti. Tällä saadaan myös jokaiselle portille jaettua tietty nimellisnopeus. Lähiverkon toiminta ei muutu, vaikka se jaetaan pienempiin törmäysalueisiin ja lähiverkko jaettaisiin vielä eri osa-alueisiin siltausmenetelmällä. (3, s. 91–94.)

CSMA/CA eli Carrier Sence Multiple Acces with Collision Acoidence-lähetystavassa laitteet lähettävät levitysviestin muille laitteille varoittaakseen lähetyksaikastaan. Tällä pyritään välttämään dataviestien törmäykset, mutta haittana kuitenkin tämä hidastaa verkon toimintaa. (3, s. 252.)

5.6.2. Teollisuus-Ethernet

Osana pyrkimystään tehdä organisaatiostaan tehokkaampia ja joustavampia, ovat monet valmistajat siirtymässä teollisuus-Ethernet-teknologiaan. Sen avulla pyritään verkottamaan teollisuusautomaatio sekä ohjausjärjestelmät ja yhdistämään tehtaanojauks ja tuotannonohjaus, jotta saavutetaan tuotannolliset tavoitteet. Teollisuus-Ethernet mahdollistaa joustavamman ja nopeammin reagoivan järjestelmän, joka tarjoaa reaaliaikaista dataa tuotantotasolta. Tämä end-to-end-verkkoarkkitehtuuri tarjoaa liitettävyydet, integroinnin, yhteistyötä kenttätason laitteelta käyttöjärjestelmälle saakka. (13, s. 1.)

Teollisuus-Ethernet on IEEE 802.3 -standardin käyttösovellus, jonka toteutukseen käytetään tehdasympäristön vaatimuksia täyttäviä kaapeleita, liittimiä ja laitteistoja. Näiden laitteistojen tulee sietää värinää, lämpötilaa ja kohinaa. (13, s.1.)

5.6.3 Langaton tiedonsiirto

Langaton tietoliikenne voi olla myös osa prosessiautomaatiota. Käytössä on useita eri väylätekniikoita, joista merkittävimmiksi voidaan lukea GPRS, WLAN sekä Bluetooth. Langattomaan tiedonsiirtoon turvaudutaan yleensä silloin, kun automaation osa sijaitsee paikoissa, jonne kaapeliyhteydet on hankala tai mahdoton asentaa. Koneiden kunnonvalvonnassa käytetään hyvin usein langatonta yhteyttä, jolloin koneiden kunnonvalvonnasta vastaava henkilöstö tai organisaatio voi analysoida koneiden kuntotietoja

reaaliajassa ja toimimaan sen mukaan. Langattomat ja langalliset verkot voidaan kytkeä joustavasti yhteen, jolloin voidaan siirtää kunnossapitotietoja mantereelta toiselle internetin välityksellä. (2, s. 78.)

GPRS

GPRS on ETSI:n (European Telecommunications Standards Institute) standardoima GSM-järjestelmän laajennus. Sen avulla matkaviestimillä voidaan hyödyntää datapakettipalveluita, jolloin matkaviestin tunnistetaan IP-osoitteen perusteella GPRS-verkossa. GPRS-tekniikkaa hyödyntämällä voidaan hoitaa erilaisia turvajärjestelmiä sekä toteuttaa erilaisia ohjauksia SMS-viesteillä tai soittamalla laitteeseen. Laitteet voidaan ohjelmoida myös siten, että vikatilanteessa tai hälytyksen sattuessa laite lähettää viestin viasta. (2, s. 79.)

Esimerkkinä on kotimainen yritys Celotron, joka valmistaa tekstiviestillä ohjelmitavia etähallintalaitteita. Järjestelmä voi myös lähettää anturitiedot pyydettyä tai tarvittaessa ennalta valittuun puhelinliittymään. GPRS:n uudella kanavakoodausmenetelmällä saavutetaan jopa 40 kbit/s tiedonsiirtonopeus, ja siinä voidaan hyödyntää PTP (Point-to-Point) sekä PTM (Point-to-Multipoint) palvelua. Multipoint eli monipistepalvelua käytetään yleensä multicast-viesteissä sekä ryhmäpuheluissa. (2, s. 79.)

WLAN

WLAN eli wireless local area network on paikallisverkko, joka toimii rajatussa ympäristössä. Sen kantamaa voidaan rajata linkkien sijoittelulla sekä antennien suuntaamisella. WLAN-verkko käyttää 2,4 Ghz:n tietoliikennetaajuutta, ja se on vapaa taajuus. (2, s. 78 - 79.)

WLAN perustuu IEEE802.11b-standardiin, jonka ensimmäinen versio ilmestyi jo vuonna 1997. Verkon salaustekniikka on kehittynyt, ja sillä saavutetaan hyvät tiedonsiirtonopeudet nykytekniikalla, vaikkakin sen nopeus riippuu verkon kuormasta. Verkon nimellisoikeus on 11 Mbit/s, mutta yleensä se on 4-6 Mbit/s. (2, s. 78 - 79.)

WLAN:n verkon sallittu lähetysteho on Euroopassa kymmenen kertaa pienempi kuin mitä se on Yhdysvalloissa. Euroopassa sallittu lähetysteho on 100 mW, kun esim. Yhdysvalloissa se on 1 000 mW. Tämä ero näkyy eritoten kantavuudessa sekä katvealuissa. Pienemmällä lähetysteholla kantavuus on luonnollisesti pienempi ja häiriöherkempi. Toimistoympäristössä kantavuus on noin 150 m. (2, s. 78 - 79.)

Bluetooth

Teollisuudessa varsinkin teollisuusautomaatiossa Bluetoothin käyttö on hyvin vähäistä sen lyhyen kantaman vuoksi. Tietoturvaltaan lyhyen kantaman verkko on hyvä, sillä tietoliikenteen kuunteleminen onnistuu vain lähietäisyydeltä. (2, s. 79 - 80.)

WiMAX

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) on kehityksessä oleva langaton laajakaistatekniikka. Se perustuu IEEE 802 -sarjan avoimeen 802.16 -standardiin, joka valmistui syksyllä 2001 ja julkaistiin 8.4.2002. Standardin kehitys on jatkunut koko ajan, ja sen viimeisin versio IEEE 802.16-2004 sai hyväksynnän kesäkuussa 2004. (8.)

WiMAXin tekniikan tarkoituksena on tarjota käyttäjille nykyisiä kaapelimodeemi- ja DSL-yhteyksiä vastaava langaton verkkoyhteys, jonka käyttöä rakennuskohtaiset rajat eivät rajoita. Käytännössä WiMAXia voidaan verrata WLAN-verkkoon. Erona tähän on WiMAXin huomattavasti laajempi toiminta-alue. Optimaalisissa olosuhteissa teoreettinen kantama voisi olla jopa 50 kilometriä. Käytännössä yli 20 kilometrin etäisyyksiltä vaaditaan suora näköyhteys tukiasemaan. Kantamaan vaikuttaa fyysiset esteet sekä sääolosuhteet, joista radioaaltoja heikentäviä ilmiöitä ovat sumu, vesi- ja lumisade. (8.)

Yleensä käytetään laajakaistayhteyksien tarjoamiseen seuduille, joille valokuidun tai kuparikaapelin vetäminen olisi kallista ja hankalaa. Tätä tekniikkaa voidaan hyödyntää myös kokonaisia kaupunkialueita kattavien MAN-verkkojen toteuttamiseen. (8.)

WiMAX-yhteys muodostetaan käyttäjän kiinteistöön sijoitetun asiakaspäätelaitteen ja operaattorin tukiaseman välille radioteitse. Tukiasemat muistuttavat matkapuhelinverkkojen mastoja. Ne voivat olla joko suoraan yhteydessä kaapelin kautta operaattoriin, tai sitten ne voivat olla mikrolinkillä toisen maston kautta. Asiakaspäätelaite voidaan kytkeä erillisenä laitteena tietokoneen korttipaikkaan tai liittää suoraan se siihen. Päätelaite voidaan liittää jo olemassa olevaan lähiverkkoon. (8.)

WiMAX ei kuitenkaan korvaa WLAN -verkkoa vaan voidaan ajatella, että WiMAX korvaa operaattorin ja asiakkaan välille asennettavan kuparikaapelin tai valokuidun välisen fyysisen yhteyden. Yhteyden laadun takaamiseksi tarvittaessa asennetaan erillinen antenni rakennuksen

katolle. Tämä antenni suunnataan kohti linkkimastoa ja kytketään kaapelilla päätelaitteeseen, joka voidaan liittää jo olemassa olevaan lähiverkkoon. (8.)

6 METSODNA

MetsoDNA on järjestelmä, johon on mahdollista kytkeä myös muiden valmistajien järjestelmiä ja laitteita. Tällä yhdellä järjestelmällä pyritään tarjoamaan asiakkaille tarvittava kokonaisuus, jota he tarvitsevat. MetsoDNA:lla voidaan toteuttaa analogiset sekä digitaaliset ohjaukset kuten erilaiset mittaukset, PID-säädöt sekä erilaisten moottorien ja venttiilien ohjaukset, myös ylemmän tason ohjaukset, kuten sumeat säädöt, neuroverkot ja monimuuttuja säädöt. Myös Java-ohjelmat voidaan toteuttaa MetsoDNA:lla. (10.)

MetsoDNA eli Dynamic Network of Applications tarkoittaa sitä, että se on dynaaminen sovellusverkko, joka perustuu tietämykseen ja sulautettuihin kenttäohjauksiin, informaation vapaaseen verkottamiseen ja automatiikkaan. MetsoDNA käyttää kahdennettua verkkoa, mikä tarkoittaa, että valmiustilassa on identtinen verkko, joka siirtyy käyttöön toisen verkon vikaantuessa. Tässä verkossa eri laitteistot ja ohjelmistot toimivat keskenään kokonaisuutena. MetsoDNA sisältää aktiviteetteja, jotka ovat kokonaisuuksia, jotka sisältävät eri järjestelmien toimintoja. Jokaisella aktiviteetilla on oma tarkoituksensa. (10.)

6.1 Verkko

Valvomoverkossa yhdistyvät MetsoDNA-käyttöliittymä sekä Ethernet-tekniikkaan perustuva verkko. Käyttöliittymäkomponentit voidaan liittää myös toimistoverkkoon, mutta valvomoverkon tulee olla erotettuna toimistoverkosta. Kaikki Microsoft Windows -pohjaiset käyttöliittymät eli solmut ovat virusturvalla varustettuja ja tietoturvakovennettuja. Automaatiojärjestelmä on erotettu toimistoverkosta palomuurilla ja etäyhteyksissä käytetään käyttäjätunnus- ja salasanasuojausta. (10.)

MetsoDNA tarjoaa myös älypuhelinsovelluksen, joka hyödyntää MetsoDNA:n informaatiohallinnan työkaluja tai laitoksen olemassa olevaa informaatiojärjestelmää 3G- tai WLAN-yhteyden kautta. Sovelluksen avulla voidaan hakea ja katsella tuotantotietoja, selailta historiatrendejä trendityökalulla, sekä tutkia hälytys- ja tapahtumahistoriaa. Sillä voidaan myös tehdä päiväkirjamerkintöjä kameralla tekstikirjauksen lisäksi. (14.)

Prosessitason ja käyttöliittymän kommunikointiin tarvitaan prosessinohjauspalvelimet ja prosessinverkko. Prosessissa tarvittavat komponentit kokoaa prosessiverkko yhteen ja prosessinohjauspalvelimet ovat kytkettynä valvomoverkkoon. Kenttälaitteet, I/O:t ja prosessinohjauspalvelimet yhdistyvät kenttäväylässä kokonaisuudeksi. (14.)

6.2 Aktiviteetit

MetsoDNA:n ytimenä voidaan pitää aktiviteetteja yhdistävää verkkoa. Aktiviteetit ovat eri järjestelmien toiminnoista koostuvia kokonaisuuksia. Jokaisella aktiviteetilla on oma tarkoituksensa. Eräitä aktiviteetteja ovat informaationhallinta, tietämyshallinta, säätö-, operointi-, suunnittelu-, ylläpito-, kenttä- ja liityntäaktiviteetit. Näiden lisäksi MetsoDNA tarjoaa online-tukipalveluita asiakkaalle eDNA-aktiviteetin avulla. (10)

User Interaction -aktiviteetti on alusta, jossa yhdistyvät työkalut, joilla tuotanto-organisaatiossa saavutetaan tulostavoitteet ja työkalut operaattoritasolta johtoportaalille saakka, jotta sama haluttu tieto saataisiin. Tässä apuna toimii MetsoDNA Report Diary eli tuotannon päiväkirja, jonka avulla kaikille samat tosiasiat ja mielipiteet välittyvät. (10.)

Automated Process -aktiviteetti on järjestelmän hallintaan tarkoitettu aktiviteetti. Siinä on työkalut automaattisuunnitteluun, järjestelmän dokumentointiin sekä kenttälaitteiden hallintaan. DNA Explorer on käyttöliittymä, jonka kautta voidaan käyttää erilaisia työkaluja tai sovellustietokantoja. DNA Explorerin toiminnot on selitettyä tarkemmin myöhempänä. (10.)

DNA Field Device Configurator tarjoaa kunnossapitohenkilöstölle ja operaattoreille tarvittavat tiedot konfigurointia ja kunnonvalvontaa varten. Tämä tarjoaa nopean pääsyn tarvittaviin tietoihin, jotta löydetään ratkaisu mahdollisimman nopeasti häiriötilanteissa. (10.)

Secured Life Cycle -aktiviteetti sisältää työkalut automaattisuunnitteluun, järjestelmän dokumentointiin ja kenttälaitteiden hallintaan. Tämä aktiviteetti on tarkoitettu järjestelmän yleiseen hallintaan. (10.)

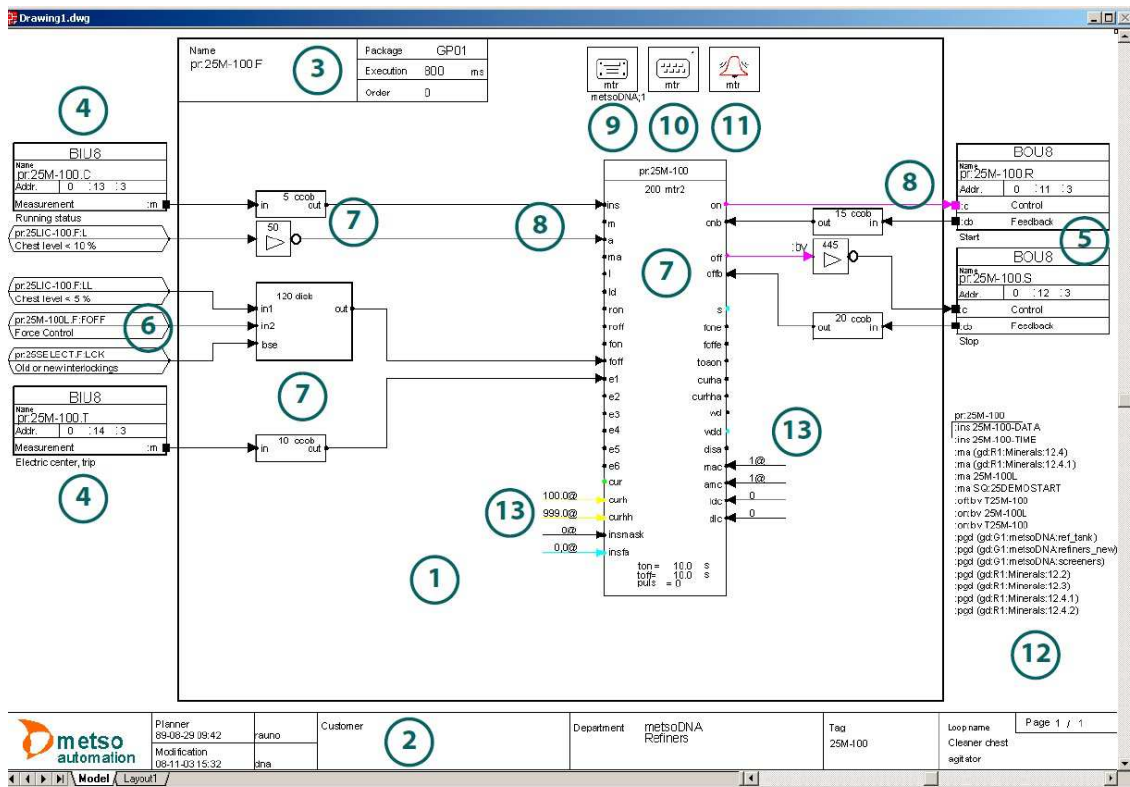
6.2.1 DNA Explorer

MetsoDNA:n suunnittelun ja kunnossapidon ydin on DNA Explorer, joka tarjoaa helppokäyttöisen konfigurointi- ja kunnossapitotyökalun kaikille hallintasovelluksille, kenttäväylille ja kenttälaitteille sekä verkkodokumenttien hallintaan. DNA Explorer on tehokas suurten mittakaavojen projektien toteuttamisessa tai yhden silmukan ylläpidossa. Se tarjoaa tehtaan operaattoreille ja kunnossapidon suunnittelijoille käyttöympäristön, jota voidaan skaalata pienestä järjestelmästä suuriin järjestelmiin. Sen avulla voidaan muokata useita silmukoita välilehtimuodossa tai muokata niitä massaoperaatio-työkaluilla. DNA Explorerilla on mahdollista tehdä etäsuunnittelua (10), eli prosessin suunnittelua ei ole pakko tehdä valvomosta, vaan se voidaan tehdä tuotannosuunnittelun tiloista.

DNA Explorer -työkalua käytetään myös sovellusten suunnitteluun ja ylläpitoon. Suunnittelua ja ylläpitoa tukevat myös muut suunnitteluympäristötyökalut. Kaikkia työkaluja käytetään suunnittelupalvelimilla. (10.)

Function Block CAD -sovelluksella suunnitellaan toimilohkopiirustuksia, jotka ovat ohjaussilmukoita ja liittyvät prosessin hallintaan ja seurantaan MetsoDNA:ssa. Suunnittelutyökalu luo sovelluksen, joka perustuu luotuun piirustukseen. Tämä sovellus voidaan ladata MetsoDNA -käyttöympäristöstä, jolloin varmistutaan, että dokumentit ovat aina ajan tasalla. Function Block CAD:ssa suunnittelu on aina samanlaista, riippumatta siitä, millainen I/O-yksikön, kenttäväylän tai portin liitintyyppi on. Tämä yhtenäinen suunnittelu kaikille kenttäliitännöille helpottaa suunnittelua ja kunnossapitoa koko elinkaaren ajan. (10.)

MetsoDNA:sta löytyy toimintalohkot kaikille hallintatasoille, mukaan lukien prosessinohjaus, ohjaukset ja optimointiohjaimet. Fuzzy, MPC ja Java toimintalohkot ovat saatavilla standardeina. Samaa työkalua käytetään kaikkien ohjaimien suunnitteluun. Koko laitoksen ohjelmointikieli on sama, jolloin saavutetaan suurin hyöty kunnonvalvontaa silmälläpitäen. (10.)

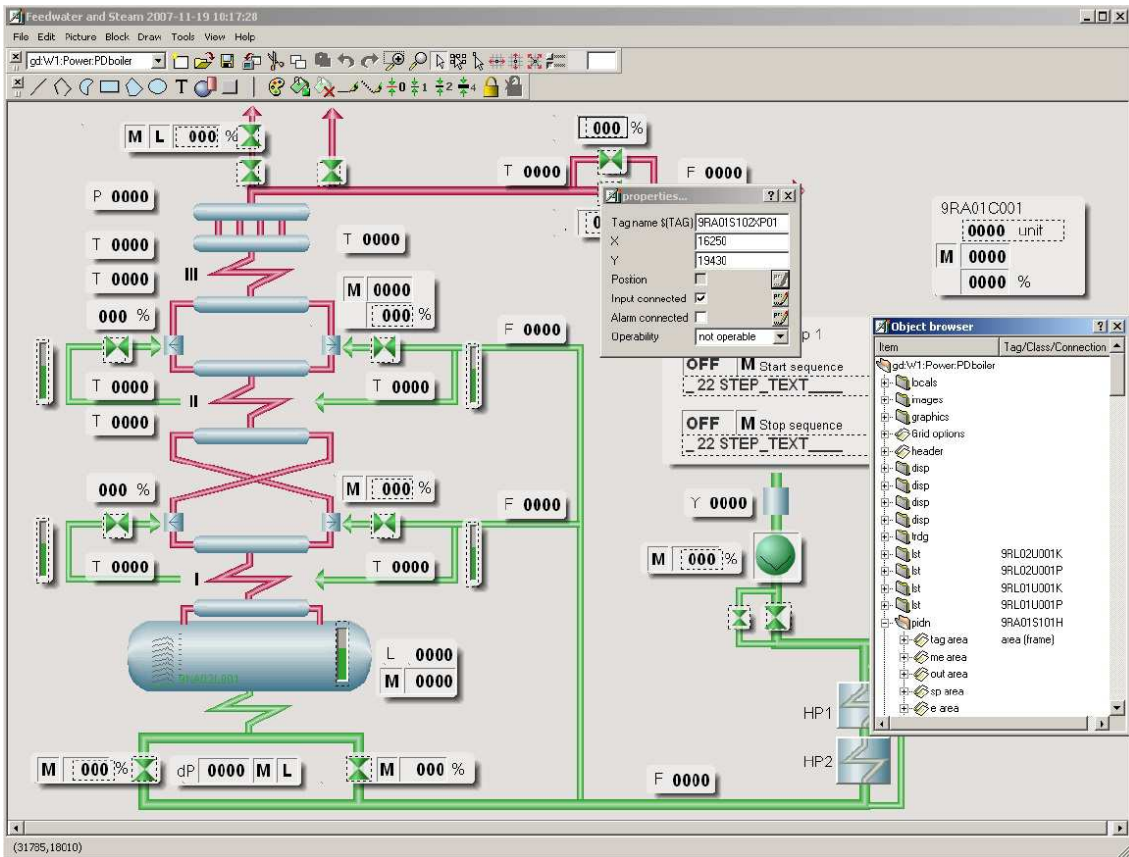


KUVA 5. MetsoDNA Function Block CAD (10, s. 4): selitykset kuvan numeroinnille: 1. konfigurointilohkolla ja kytkennöille varattu tila; 2. dokumentin nimi, versio; 3. laitteen nimi, suorittamisaika, järjestys; 4. ulkoiset sisääntulo I/O-liitynnät esim. fyysinen I/O-laite; 5. ulkoiset ulostulo I/O- liitynnät kuten fyysinen I/O-laite; 6. liitynnät muista moduuleista, jotka voivat olla samassa prosessiohjauksessa, olla jokin toinen prosessiohjaus tai olla alijärjestelmässä esim. kaukoasetusarvo, laskettu arvo; 7. hallintasovelluksen konfigurointiin ohjauslohko; 8. liitännät I/O:n ja toimilohkon välillä tai toimilohkon ja toimilohkon välillä; 9. silmukoiden nimet ja tunnisteet; 10. silmukkaikkunan konfigurointi;. 11. silmukoiden hälytys ja tapahtuma säädöt; 12. viittauslista esim. lista muista silmukoista, joissa tämän silmukan informaatiota käytetään; 13. synkronisointimerkki päivittyvälle tiedolle käyttöympäristöstä suunnittelu ympäristöön (10)

Sequence CAD -työkalua käytetään sekvenssikaavioiden suunnitteluun MetsoDNA:ssa. Tällä työkalulla voidaan suunnitella esimerkiksi sekvenssiohjelma. Sekvenssikaaviot koostuvat säätötoiminnoista, jotka voivat sisältää prosessiohjauspalvelimen sekvenssiohjauksen kuten myös valvomohuoneen tunnuksen, operaation, vaihekuvan sekä tapahtuman toiminnot. (10.)

Graphics Designer on kuvakkeen suunnittelutyökalu. Tämän työkalun avulla voidaan luoda prosessikuvia. Tällä voidaan luoda 3D-kuvia tankeista, putkistoista sekä muista

prosessikomponenteista. Aktiviteetti noudattaa WYSIWYG -(What you see is what you get) periaatetta eli suunniteltu näyttö on samanlainen todellisuudessaakin kuten kuva 6 osoittaa. (10.)



KUVA 6. Graphics Designer -aktiviteetti (10, s. 5)

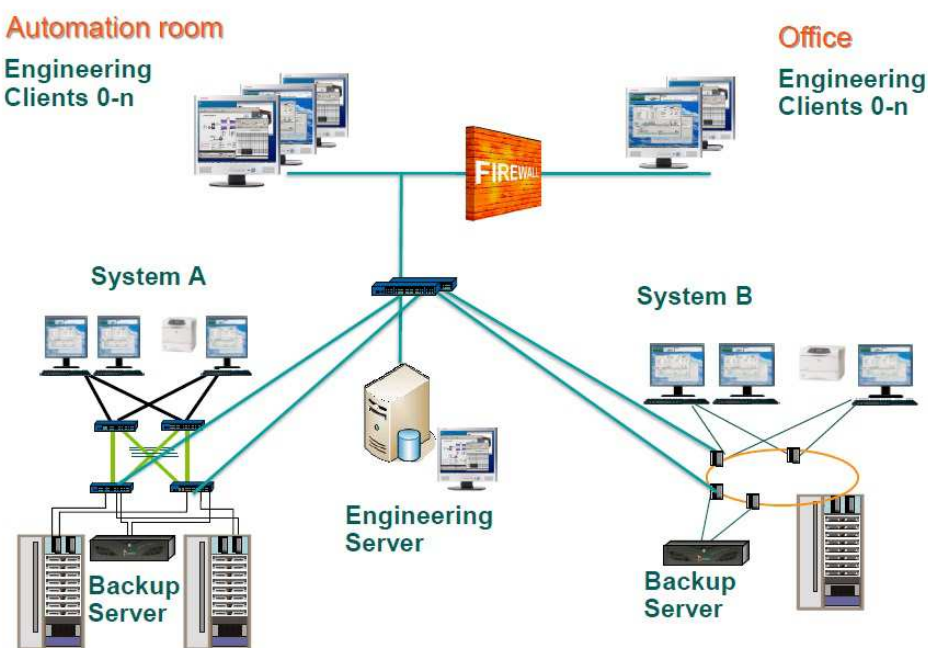
DNA Field Device Manager on älykkäiden kenttälaitteiden säätö- ja kunnonvalvontatyökalu, joka on integroitu DNA Exploreriin. Field bus configuration tools eli kenttälaitteiden säätötyökalu, jota käytetään Profibus- ja Foundation Fieldbus -kenttäväylien konfigurointiin. Process Area Hierarchy Organizer esittää valitun tallennusalueen suunniteltavissa olevat kohteet jaoteltuna prosessialueihin. Package Hierarchy Organizer esittää valitun tallennusalueen suunniteltavissa olevat kohteet jaoteltuina sovelluspaketteina. Network Hierarchy Organizer jaottelee valitun alueen suunniteltavissa olevat kohteet kenttälaite ja I/O-toimintohierarkiana. (10.)

6.2.2 DNA Engineering

MetsoDNA Engineering -ympäristö pitää sisällään työkalut suunnitteluun ja laitteiden ylläpitoon. Suunnittelu ja huoltotyökalut mahdollistavat skaalautuvan usean käyttäjän rinnakkaisen suunnitteluympäristön. Tämän työkalun avulla voidaan hallita dokumentointia, kenttäväyliä,

kenttälaitteita ja ohjussovelluksia. Kehittyneet diagnostiikkatyökalut tarjoavat helpon ylläpitotuen laitteistoille ja sovelluksille. (10.)

Suunnittelu- ja ylläpitotyökalut koostuvat Engineer-palvelimista (EAS) (server) sekä suunnittelu käyttäjistä (clients). Fyysisesti suunnittelupalvelin on MetsoDNA Windows -palvelin ja käyttäjä on MetsoDNA Windows -työasema. Useat rinnakkaiset käyttäjät voivat käyttää samaa tietokantaa samaan aikaan. Engineering-palvelin pitää sisällään tietokannan, jossa sijaitsevat kaikki hallintasovellukset sekä kenttälaitteiden parametrit. Ympäristö on suunniteltu siten, että suunnittelupalvelimet tai käyttäjät ovat yhdistetty verkon kautta varmuuskopio (backup) -palvelimen kautta. Tämä palvelin on yhdistetty prosessi-valvomonväylän kautta muihin sovelluspalvelimiin, kuten prosessinhallinta-palvelimiin. (10.) Kuva 7 havainnollistaa asiakkaiden (clients) riippuvuuden järjestelmän palvelimista.



KUVA 7. MetsoDNA Engineering client-server-arkkitehtuuri (10, s. 1)

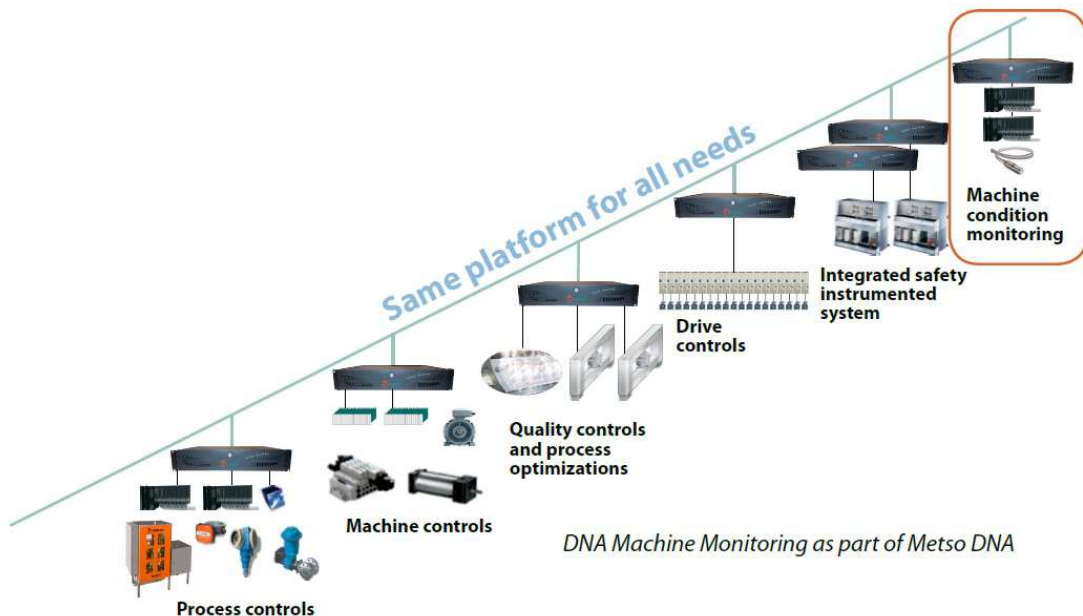
Suunnittelupalvelin koostuu suunnittelu arkiston tietokannasta ja tarvittavista suunnittelutyökaluista. Suunnittelun arkisto sekä työkalut ovat asennettuna itsenäiselle Windows-palvelimelle. Koko järjestelmän säätämiset hoidetaan tältä suunnittelupalvelimelta. (10.)

Suunnittelupalvelin ja sen asiakkaat ovat yhdistettyinä järjestelmän verkkoon. Sovellukset ladataan suunnittelupalvelimen arkistoon suoraan sovelluspalvelimilta ja järjestelmän

varmuuskopiopalvelimelta. MetsoDNA:n suunnittelutyökaluilla voidaan hallita kaikkia tarvittavia dokumentteja konseptin suunniteluvaiheessa, projektivaiheessa, asennuksessa ja vuosien aikana ylläpidossa. Moderneilla verkkopohjaisilla toiminnoilla voidaan tarkastella viimeisimpiä suunnittelutietoja ja dokumentteja missä vain. Suunnittelutyökaluilla voidaan tarkastella koko tehtaan hierarkiapuuta, mikä helpottaa navigointia tiettyyn prosessialueeseen tai syvemmälle prosessiin. (10.)

6.3 DNA Machine Monitoring

MetsoDNA Machine Monitoring mittaa ja analysoi laitteiden mekaanista kuntoa ja suorituskykyä värinämittauksilla ja muilla koneen parametreillä. DNA Machine Monitoring tarjoaa kriittisille laitteille suojausta, kunnonvalvontaa sekä analysointityökaluja ennakoivaa kunnossapitoa varten. Verkon kautta tapahtuva Online kunnonvalvonta mahdollistaa ympärivuorokautisen valvonnan, mikä tarjoaa nopeimman mahdollisen tavan toimia ongelmatilanteissa, turvaa laitteiden käytettävyyttä, suojelee omaisuutta, tarjoaa tietoa huoltosuunniteluihin ja parantaa työympäristön turvallisuutta. DNA Machine Monitoring voi toimia integroituna sovelluksena MetsoDNA:n automaatiojärjestelmässä kuten kuvassa 8, tai se voi olla yksittäinen järjestelmä. (12.)



KUVA 8. Machine Monitoring MetsoDNA-järjestelmässä (11, s. 3)

Verkon kautta tapahtuva kunnonvalvonta perustuu kiinteästi koneeseen asennettuihin antureihin, jotka on kytketty kaapeleilla I/O-asemiin, joihin tieto kerätään ja analysoidaan. Verkkoa hyödyntämällä I/O-yksiköt ja anturit voidaan levittää laitteen sijainnin ja tehtaan suunnittelun

mukaan. Hälytys syntyy, kun hälytykselle asetetut oletusarvot ylittyvät ja signaalinanalysointityökaluja käytetään vian määrittämisessä. Vian kehittymistä voidaan seurata seuraamalla historiasta, mihin suuntaan vian kehitys on menossa. Tämä tarjoaa työkaluja ennakoivan kunnossapidon aikataulujen ja toimenpiteiden suunnitteluun. Laitteiston operaattorit ja huoltohenkilöstö voivat seurata pyörivien koneiden kuntoa suoraan heidän työpisteiltään, valvomosta ja toimistoista. Järjestelmä voi tarjota API670-standardin mukaisen verkon kautta tapahtuvan koneen suojauksen. Etäyhteys MetsoDNA-järjestelmään mahdollistaa nopean tuen saannin vikatilanteissa, jolloin erikoistuneet ammattilaiset tarjoavat tukea mekaaniseen huoltoon kuin järjestelmän huoltoonkin. (12, s. 1 - 3.)

DNA Machine Monitoring -sovelluksella havaitaan laite, joka ei toimi oikein tai siinä on jokin mekaaninen vika, kuten voiteluongelmia, erilaisten laakerien kulumisia tai vikoja, epäbalanssia, siirtymiä, kulumia tai löysyyttä, hammasrattaiden ongelmia, resonanssia tai iskeymiä. (12, s. 1.)

6.4 Yhteensopivuus

MetsoDNA-järjestelmä sisältää avoimen verkon, johon on mahdollista kytkeä muiden laitteita ja järjestelmiä. Laitteet voivat olla logiikoita tai prosessitietokoneita. Nämä kytkennät voidaan tehdä sarjaliitynnällä, Ethernet-väylän kautta tai OPC-linkillä. MetsoDNA:han voidaan liittää seuraavat kenttälaitteet: Profibus DP ja PA, Foundation Fieldbus ja AS-interface. (10.)

6.5 Laitteisto

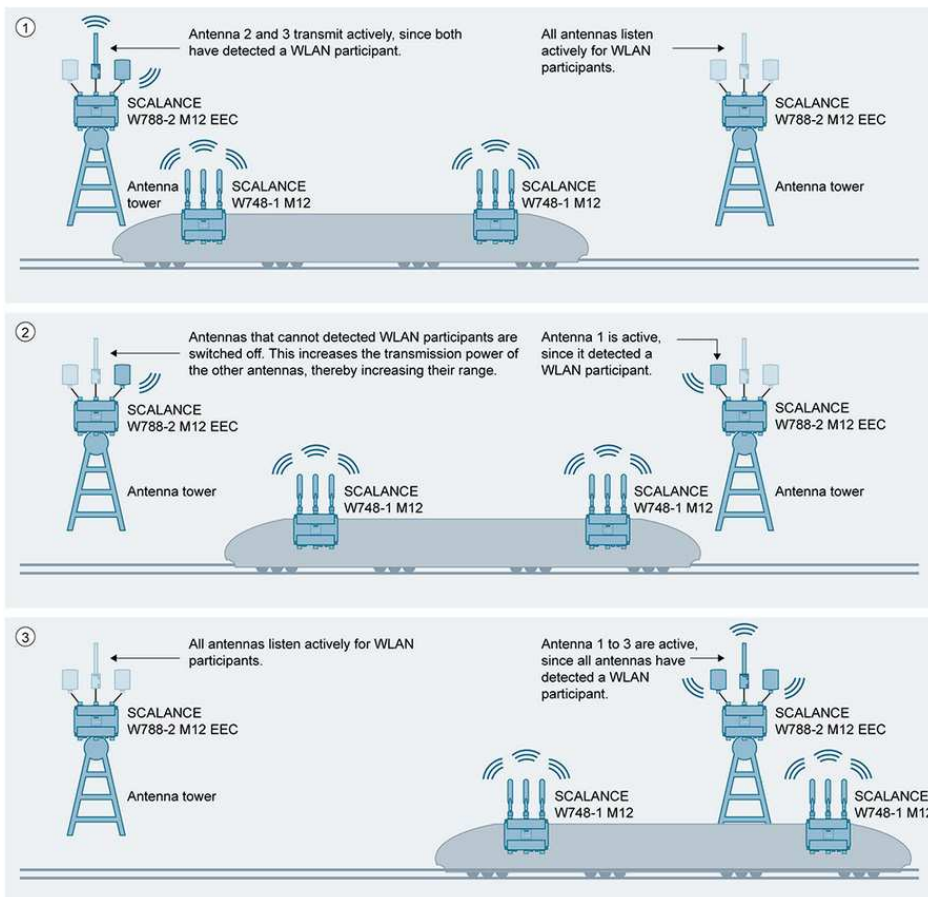
Metson ACN (Application and control nodes) eli sovellus ja hallintapäätteet ovat luotettava alusta perusohjauksista vaativiin ohjauksiin, nopeisiin logiikoihin ja monipuolisiin laskelmiin. ACN I/O- ja kenttäväyläratkaisulla saadaan järjestelmän kokoon skaalattavuutta ja sitä voidaan soveltaa myös pienimpään järjestelmään. ACN-alustan kautta liitetään myös kolmannen osapuolen järjestelmät. (10.)

7 SIEMENS SIMATIC PCS7

Siemensin tarjoama prosessinohjausjärjestelmä PCS7 sisältää monipuoliset työkalut, jotta voidaan luoda haluttu järjestelmäkokonaisuus. Järjestelmään on mahdollista luoda hyvin monipuolisia sekä erilaisia järjestelmäkokonaisuuksia sen laajennettavuuden ansiosta. Järjestelmän rakenne voi olla jokaisella käyttökohteella erilainen, siitä löytyy perusasemat kuten suunnitteluasema, operointiasema sekä prosessiasema. Prosessiasemaan liittyy I/O-yksiköiden sekä kenttälaitteiden kautta prosessiin fyysisesti. Kommunikointiväylien avulla järjestelmälaitteiden välinen tiedonsiirto on mahdollista. (15.)

Vertikaalisesti SIMATIC PCS7 -järjestelmään voidaan integroida laitteita kenttätason laitteista aina tehtaan resurssien hallintaan saakka. Horisontaalisesti laitehierarkiassa järjestelmään voidaan integroida valittuja SIMATIC-standardi osia, automaatiojärjestelmiä, teollisuus-PC:itä, verkon osia tai hajautettuja I/O-asemia. (15.)

SIMATIC PCS7 tarjoaa myös mahdollisuuden liittää liikkuva tai kiinteä etäkäyttäjä väylään. Tämä hoituu teollisuus langattoman lähiverkon päätteiden SCALANCE W784, W786 ja W788:n kautta. W784 on ohjainkaappiin sijoitettava laite, W786 on ulkokäyttöön tarkoitettu ja W788 sisäkäyttöön tarkoitettu laite. W780- ja W740-sarjan laitteet käyttävät IEEE 802.11n -standardia. (19.) Kuvassa 9 esimerkkisovellus SCALANCE:n käyttösovelluksesta.

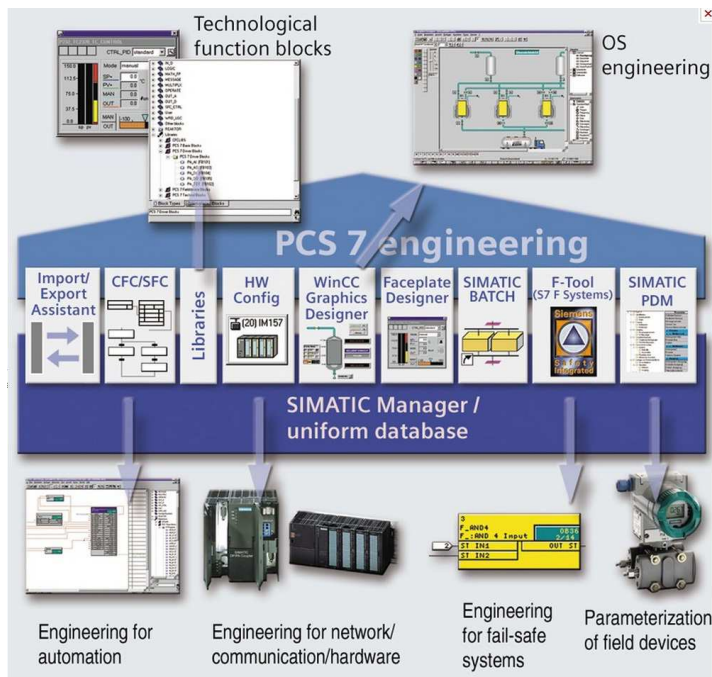


KUVA 9. Esimerkki SCALANCE:n käyttösovelluksesta (19)

Mobiilit etäasiakkaat kuten kannettavat tietokoneet voivat kommunikoida IWLAN-päätteen kanssa käyttämällä WLAN-liitäntämoduulia. Kiinteät etäasiakkaat työpöytä-tornikoteloita, kuten SIMATIC PCS 7 Industrial Workstation) voivat kommunikoida SCALANCE W740 IWLAN-client -moduulin kautta. (19.)

7.1 Suunnitteluasema

PCS7-projektin suunnittelu, arkistointi, dokumentointi ja hallinnointi voidaan suorittaa suunnitteluasemalla keskitetysti. SIMATIC-manager toimii suunnitteluaseman ytimenä. Se tarjoaa erilliset työkalut koko projektin laitteiston ja kommunikointiväylien säätöön, mutta sillä voidaan myös suunnitella sovellusohjelmia. Vaikka projektinhallinta on keskitettyä, voi useampi suunnittelija työskennellä samanaikaisesti saman projektin kanssa. (15.) Kuva 10 havainnollistaa SIMATIC Managerin järjestelmän keskeisyyttä.

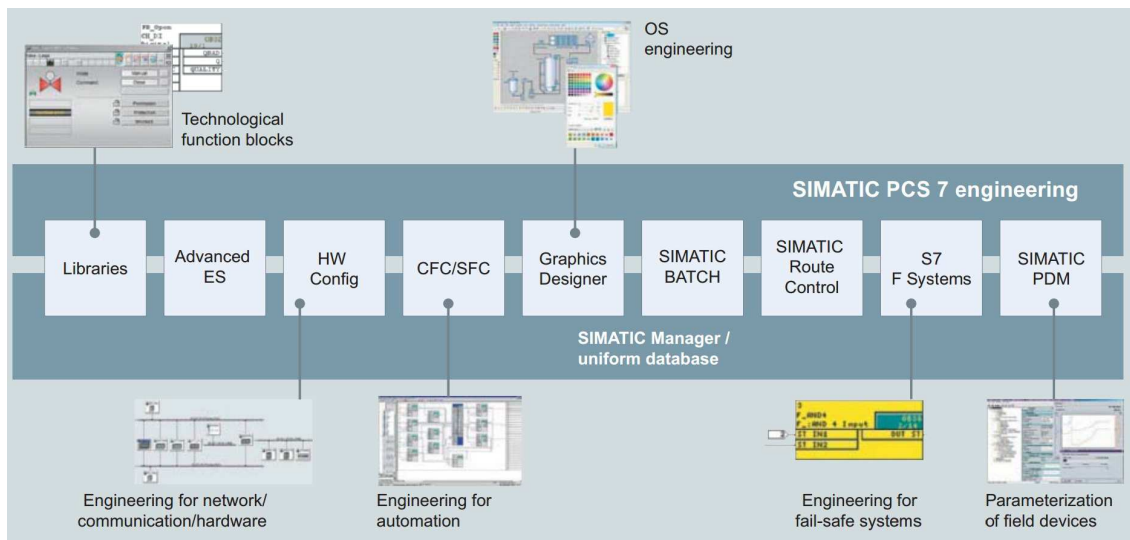


KUVA 10. SIMATIC-tietokanta (15)

SIMATIC-manager tarjoaa kolme erilaista näkymää projektista PCS7-projektin suunnittelijalle. Nämä näkyvät ovat komponenttinäkymä, tehdasnäkymä ja prosessiobjektinäkymä. Komponenttinäkymän kautta voidaan säätää järjestelmän laitteisto, väylät ja I/O:t. Tehdasnäkyvän avulla voidaan suunnitella järjestelmä hierarkkisesti prosessin tai tehtaan loogisen rakenteen mukaan. Prosessiobjektinäkymän kautta voidaan määrittellä erilaisien prosessinohjauselementtien ominaisuuksia. Tällaisia prosessinohjauselementtejä ovat esimerkiksi viestit, hälytysrajat ja arkistoitavat mittaukset. (15.)

Suunnittelu järjestelmä sisältää valmiita kirjastoja, joiden sisältämiä ohjelmalohkoja voidaan käyttää sovellusohjelmien suunnittelussa. Standard Library ja Advanced Process Library ovat näitä valmiita kirjastoja. Valmiiden kirjastolohkojen lisäksi suunnittelija voi muokata ja ohjelmoida uusia CFC-lohkoja SCL-editoria käyttämällä. (15.)

Itse sovellussuunnittelu voidaan toteuttaa muun muassa seuraavilla editoreilla: CFC- (Continuous Function Chart) editorilla, jota käytetään jatkuvien prosessiohjausten suunnittelussa ja SFC- (Sequential Function Chart) editorilla, jota käytetään epäjatkuvien prosessiohjausten suunnittelussa. Ennen prosessiasemalle latausta suunnittelutyökaluilla voidaan simuloida sovellusohjelmat suunnitteluasemalla. (15.)



KUVA 11. Suunnitteluaseman työkalut (15)

7.2 Kunnossapitoasema

Maintenance Station eli kunnossapitoasema perustuu Plant Asset Managementiin ja mahdollistaa ennaltaehkäisevän sekä ennakoivan kunnossapidon, diagnostiikan ja huollot tuotantolaitokselle. Maintenance Station käyttää suunnitteluaseman ja operaattoriaseman laitteistoa ja ohjelmistoa. Plant Asset Managementia, suunnitteluasemaa ja operaattoriasemaa voidaan käyttää tavallisella laitteistolla ja monitoimiasemia voidaan käyttää myös järjestelmän suunnitteluun tai työpäätteenä. (21.)

Maintenance Stationin avulla saadaan johdonmukaiset tiedot kunnonvalvontaan ja toiminnot kaikille komponenteille. Kunnossapito henkilöt voivat tarkistaa automaatiojärjestelmän laitteiston komponentit ja käsitellä diagnostiikkaviestit ja huoltopyyntö, samalla kun laitoksen operaattori saa kaikki tarvittavat tiedot prosessista käyttöjärjestelmän kautta. Kunnossapitoasema tarjoaa myös yksityiskohtaista ohjeistusta huoltohenkilölle, jotta tarvittava korjaava tai ennaltaehkäisevä huoltotoimenpide voidaan suorittaa. (21.)

Kunnossapitoasema tarjoaa kunnossapidon suunnittelijalle pääsyn tehtaan sähkökomponentteihin, kuten älykkäisiin kenttälaitteisiin ja I/O-yksiköihin, kenttäväyliin, ohjaimiin, tietoliikennelaitteisiin, tehtaan väylään kuten myös palvelimiin ja käyttöjärjestelmän asiakkaisiin. (21.)

Maintenance Stationilla saadaan vähennettyä suunnittelemattomia seisakkeja ja se voidaan integroida Plant Asset Managementin kanssa SIMATIC PCS7 -prosessinohjausjärjestelmään. Järjestelmä tarjoaa myös koko tehtaan kattavan näytön laitteiden diagnostiikasta ja huollon tilan, ilman ylimääräisiä laitteistoja tai ohjelmistoja. (21.)

7.3 Operointiasema

Operator System eli operointiasema toimii prosessin käyttäjän ja koneen välisenä rajapintana prosessinohjausjärjestelmässä. Tämä ilmoitetaan joissain kaavioissa myös lyhenteenä HMI eli human machine interface. Operointiaseman avulla voidaan tarkkailla prosessia ja puuttua prosessinohjaukseen valvomosta käsin. PCS7-operointiasemassa on tuki prosessinäyttöjen hierarkkiseen rakenteeseen. Tämä mahdollistaa aliprosessien näyttöjen valitsemisen suoraan prosessialueelta. Suunnitteluaseman tehdasnäkymän perusteella voidaan generoida valvomonäytöt. (15.)

PCS7-operointijärjestelmä voi arkkitehtuuriltaan olla palvelin-asiakas-arkkitehtuuriin perustuva monikäyttöjärjestelmä tai itsenäinen asema. Tällöin projektin monitorointi on yhdellä asemalla keskitetysti. Monikäyttöjärjestelmässä voi maksimissaan 32 asiakaskonetta (OS Client) osallistua palvelinkoneiden ja järjestelmäväylien kautta prosessin operointiin. OS-palvelimet voivat toimia kahdennetussa tilassa, jolloin toisen vikaantuessa toinen OS-palvelin ottaa vastuun prosessin operoinnista. Tämä parantaa järjestelmän luotettavuutta ja käytettävyyttä. SIMATIC PCS7 Web-palvelimen avulla prosessin operointi Internetin välityksellä on mahdollista. (15.)

7.4 Prosessiliitynnät

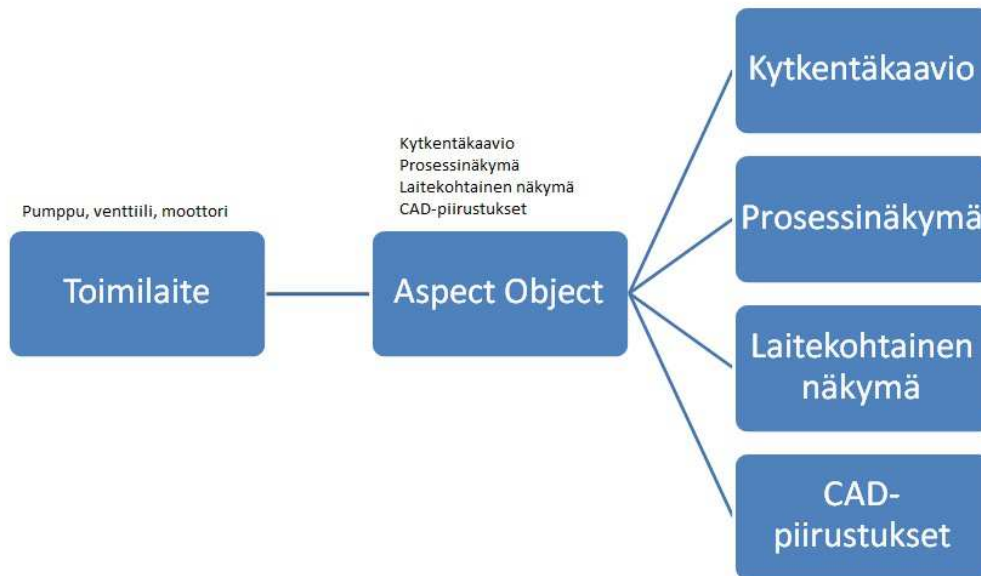
PCS7-prosessinohjausjärjestelmässä prosessiaseman liittäminen kenttälaitteisiin voidaan toteuttaa monella tavalla. S7-400-sarjan prosessiasemini voidaan suoraan liittää I/O-kortteja, joihin kenttälaitteiden liittäminen tapahtuu. PCS7-järjestelmä käyttää hajautettua I/O-arkkitehtuuria, jonka toteutuksessa voidaan käyttää älykkäitä Profibus-väylään suoraan liitettäviä kenttälaitteita, jotka käyttävät prosessiaseman kanssa kommunikointiin Profibus-väylää. Tämä voidaan toteuttaa myös käyttämällä SIMATIC ET200 -sarjan hajautusasemia. Näiden asemien avulla voidaan liittää perinteisesti kaapeloitavat laitteet hajautetusti automaatiojärjestelmään. ET200-sarjan tuotteiden kanssa prosessi- ja hajautuslaitteiden välinen kommunikointi yleensä toteutetaan käyttämällä Profinet- tai Profibus-kenttäväyliä. (15.)

8 ABB 800XA -JÄRJESTELMÄ

ABB on kehittänyt prosessien ohjaukseen ja valvontaan ABB 800xA-automaatiojärjestelmän. Järjestelmä perustuu standardeihin, mikä mahdollistaa järjestelmän laajan liitettävyyden muihin ympäristöihin. Nämä ympäristöt voivat olla joko ERP-tason ohjelmistoja tai automaatiojärjestelmä. ABB 800xA:a voidaan soveltaa moneen eri käyttöympäristöön, sillä se tukee yleisimpiä kenttäväyläprotokollia. (7, s. 14.) Järjestelmällä on myös mahdollista simuloida erilaisia prosesseja. ABB 800xA koostuu valvomosta, hajautetuista ohjausjärjestelmistä, ohjelmoitavista logiikoista, väylistä, toiminnanohjausjärjestelmistä ja turvajärjestelmistä.

ABB 800xA on joustava ja käyttäjän tarpeiden mukaan laajennettavissa, jolloin se soveltuu erilaisten prosessien ohjauksiin. Järjestelmän ohjausyksiköiden avulla voidaan ohjata esimerkiksi kaivoksissa murskauksen, pumppuasemien ja seulonnan ohjaamista sekä mineraalien talteenottolinjaa että rikastamon prosesseja. Automaatiojärjestelmään voidaan integroida ohjausyksiköjä hajautettuihin ohjausjärjestelmiin. Tällaisia tuettavia ohjausyksiköitä ovat muun muassa AC 800M sekä AC 800C. (7.)

Järjestelmä on informaatiokeskeinen ja yhtenäinen, sillä se perustuu Aspect Object -arkkitehtuuriin. Aspect Object tarkoittaa montaa asiaa. Se voi kuvata jotain fyysistä toimilaitetta, tuotetta tai tilausta. Aspect Object on pakkaus kyseessä olevasta asiasta, ja se sisältää tietoa siitä. Aspekteiksi kutsutaan eri tietoja, jotka voivat olla esimerkiksi räjäytyskuva tai tilausmääritelmä. Aspekteihin voidaan liittää muiden sovelluksien tuottamaa tai vietävää informaatiota. Vietävää informaatiota voi olla Excel-taulukot, CAD-kuvat tai valvontakamerakuvaa. Kuvassa 12 on aspektin sisältö havainnollistettuna. (7, s. 14.)



KUVA 12. Aspect Objektin koostumus (7, s. 15)

8.1 Integrointimahdollisuudet

800xA-järjestelmässä suunnittelu tehdään järjestelmätasolla, jolloin jokaisen tunnisteen tai kohteen säätäminen täytyy tehdä vain kerran. Järjestelmä on lisensoitu järjestelmätasolla, jolloin jokaiselta työasemalta löytyvät tarvittavat tiedot sekä sovellukset ja työasemat voidaan räätälöidä käyttäjän tarpeiden mukaan. 800xA-järjestelmä on kehitetty ja toimitettu integroituna järjestelmänä, joten säätimien informaation lisääminen ja muuttaminen ei ole ongelma. Kerran suunniteltu muutos välittyy automaattisesti kaikkialle järjestelmässä. (22, s. 4.)

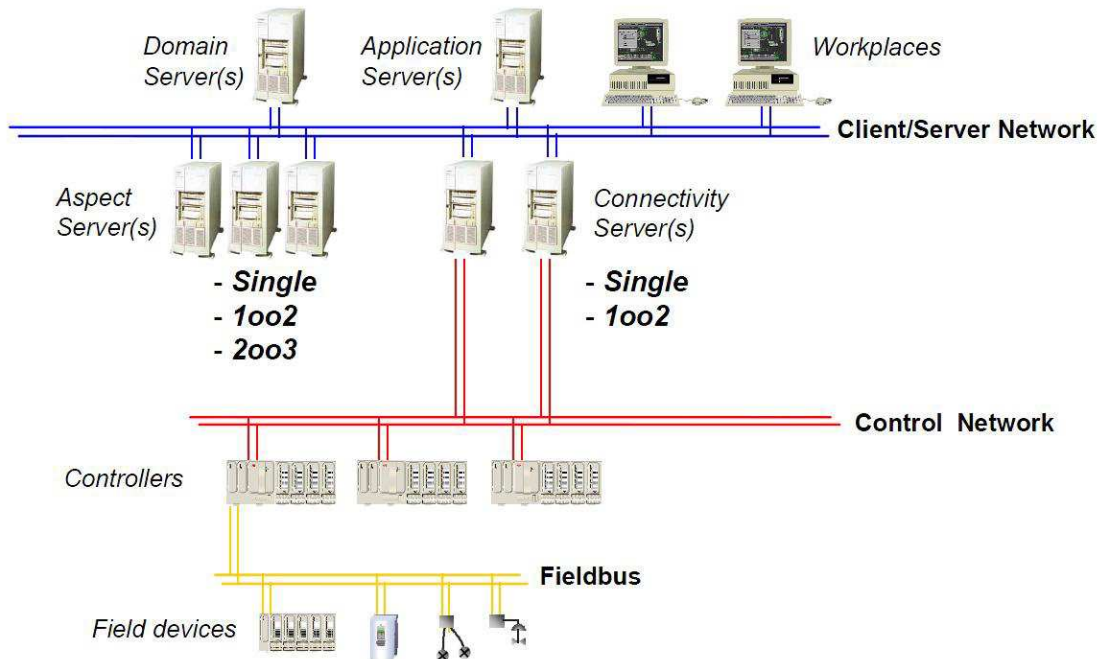
Integroinnin arkkitehtuuri 800xA-järjestelmässä mahdollistaa saumattoman sovellusten ja kolmannen osapuolen järjestelmien, kuten tietokonepohjaisten kunnonvalvonnan hallinnan ja videojärjestelmien liittämisen. 800xA-järjestelmällä tai järjestelmälle suunniteltu sovellus voidaan kytkeä perussuunnitteluun sekä informaatio ja visualisaatioympäristöön. (22, s. 4.)

800xA-järjestelmän integrointialusta mahdollistaa ohjainten- ja laitetason integroinnin OPC:n ja kenttäväylä protokollien kautta. Tämä alusta mahdollistaa asennettujen laitteiden evoluution viimeisimpään teknologiaan 800xA-järjestelmässä. 800xA:ssa käyttäjä voi helposti siirtää ohjaimen koodit nykyisistä järjestelmistään uusimpaan AC 800M -ohjaimen. (22. s. 5.)

Tehokas integrointi monien kenttäväylien kanssa takaa sen, että tarvittava tieto optimoidulle ohjaussovellukselle välittyy. Varsinkin Ethernetiä tukevat kommunikoinnit kuten FF HSE, Ethernet-IP, Modbus-TCP, PROFINET, IEC 61850 sekä laaja-alainen verkkoinfrastruktuuri, joka tukee näitä protokollia. 800xA -järjestelmässä voi valita minkä tahansa kenttäväylä ratkaisun tahansa. (22, s. 5.)

8.2 800xA:n verkon rakenne

ABB 800xA-järjestelmän verkon rakenne eli topologia koostuu eri tiedonsiirtoprotokollilla kommunikoivien laitteiden välisestä kommunikoinnista. Kuvasta 13 näkyy pelkistettyä kuva topologiasta. Kuvan Workplaces voi olla yhtenäinen palvelin ja työasema omana järjestelmänä tai sitten se voi olla yksittäinen työasema suuressa ja osana suurta järjestelmää. (7, s 16.)



KUVA 13. ABB 800xA -järjestelmän arkkitehtuurikuvaus (7, s. 16.)

800xA-järjestelmän sydän on Aspekti-palvelin. Se tehtävänä on aspekti-tietokannan ylläpito sekä objektien hallinnointi. Verkon solmukohtien täytyy aina tavoittaa tämä palvelin. Pienissä sovellutuksissa tämän Aspekti-palvelimen yhdistäminen muihin servereihin on mahdollista. (7, s.16.)

Connectivity-palvelin hallinnoi OPC-tiedonsiirtoa sekä mahdollistaa tietoliikenteen datalähteisiin tietoverkossa, myös prosessiasemille. Connectivity-palvelimen maksimikapasiteetti prosessiasemien kytkemisessä on 24. (7, s. 16 - 17.)

Domain-palvelin ei pienessä järjestelmässä ole välttämätön. Silloin käyttäjien hallinnointi tapahtuu Windows-käyttöjärjestelmässä Windows Workgroup -työkalulla. Jos järjestelmässä on Application-palvelin, voi se sisältää monia erityyppisiä palveluita, kuten resurssien hallinnointia sekä historiankeruuta. (7, s. 16.)

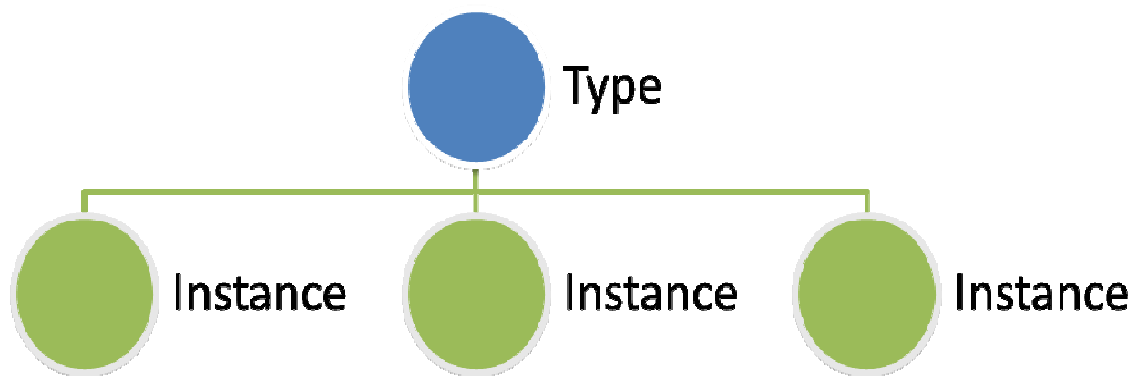
Palvelimien ja työaseman toiminta tapahtuu periaatteessa siten, että operaattori antaa toimilaitteelle käskyn. Hän avaa aspektin, joka on operointinäyttö. Operointinäytöltä avataan toimilaitteen laitekohtainen näkymä eli faceplaten. (7, s.16 - 17). Faceplaten on aspekti, jonka kautta voidaan ohjata toimilaitetta. Connectivity-serveri hakee toimilaitteelta dynaamisen tiedon laitteelta, onko laite kiinni vai auki.

8.3 Engineering workplace

Engineering workplace on 800xA:n konfigurointiin tarkoitettu työkalu tai työympäristö. Sillä voidaan sekä luoda että hallinnoida Aspect Objekteja sekä niiden aspekteja. Se koostuu useista puurakennestruktuureista. Eräitä yleisiä ja tarpeellisia struktoureja ovat Control, Function, Library ja Object. Näistä puurakennestruktuureista käytetyimpiä ovat Control- ja Functional - strukturi. (7, s. 17.)

Control-strukturin rakenne koostuu Control Builderilla tehtyjen ohjaussovellusten mukaan. Se sisältää ohjelma- ja sovelluspuurakenteen sekä myös laitteistokonfiguraation. Käytännössä Control -strukturi on prosessinohjauksen rakenne. Tehtaan toiminnallisuutta kuvaa Functional-strukturi ja yleensä Functional -strukturi rakennetaan prosessiosa-alueiden mukaisesti. (7, s. 17.)

Tärkeitä, mutta vähemmän käytettyjä struktoureja ovat Library-strukturi sekä Object-strukturi. Library-strukturin tehtävä on järjestää uudelleenkäytettäviä kokonaisuuksia sekä tyyppiratkaisuja prosessinohjaukseen. Library-strukturi pitää sisällään kaikki järjestelmän kirjastot ja mallipohjat. Mallipohjina voivat olla esimerkiksi hälytys- ja tapahtumalistakonfiguraatiot. Library-strukturin sisältämät objektityypit ovat Object type -struktuurissa. Lähestulkoon kaikki Aspect Objectit ovat objektityyppien instansseja. Kuva 14 havainnollistaa tyyppin ja instanssin hierarkiaa.(7, s. 17.)



KUVA 14. Tyypin ja instanssin hierarkia (7, s. 18.)

Library-struktuurin ja Objecty type-struktuurin tarkoituksena on, että sovelluksia ja peruspiirejä voidaan käyttää uudelleen. Tämä tarkoittaa sitä käytännössä, ettei toimilaitteen ohjaukseen aina tarvitsisi luoda uusia ratkaisuja, vaan voitaisiin käyttää jo valmiiksi luotuja tai olemassa olevia ratkaisuja. Yleensä käytetään kirjastossa sijaitsevia valmiita moduuleita ja tarvittaessa tehdään omia moduuliratkaisuja. Kun luodaan uusia tyyppiä, täytyy huomioida se, että moduulin tehtävät muutokset vaikuttavat kaikkiin instansseihin. (7, s. 18.)

8.4 Operaattoriympäristö

Operaattoriympäristö eli Operator workplace on Plant Explorer-työkalun osa. Operator workplace on operaatioympäristön sydän. Tässä näytetään operointinäytöt sekä hälytys että tapahtumalistat ja muuta operaattorin tarvitsemaa informaatiota. Hälytyslistat pyritään tekemään Workplace-struktuuriin minne Operator Workplace myös luodaan. Hälytysten jakaminen onnistuu tarvittaessa useille eri hälytyslistoille. Nämä hälytyslistat voidaan jakaa esimerkiksi siten, että ne on jaoteltu prosessin osa-alueiden mukaan. (7, s. 18.)

8.5 Kirjastot

Kirjaston tehtäviin kuuluu tyyppiratkaisujen tarjoaminen prosessinohjauksessa sekä järjestää uudelleenkäytettäviä kokonaisuuksia. Kirjastoista löytyy kolme eri tyyppimääritelmää, jotka ovat datatyyppit, moduulityypit sekä toimilohkotyyppit. Datatyyppeinä ovat esimerkiksi bool, string sekä real. Moduulityyppinä esimerkiksi Control-moduulityppi. 800xA-järjestelmässä on useita standardikirjastoja ja tarvittaessa voidaan käyttää erikoiskirjastoja, jotka on tarkoitettu eri teollisuusaloille. (7, s. 18.)

Ohjelmien käyttämien kirjastojen lisäksi laitteille on omat kirjastot. Nämä laitteistokirjastot pitävät sisällään fyysisille laitteille HWD-tiedostoja. Omien laitteistokirjastojen luominen on usein pakollista. 800xA-järjestelmässä ei suoraan käytetä GSD-tiedostoja, jotka kertovat, kuinka kommunikoida laitteen kanssa. GSD-tiedostot ovat tarpeellisia, jotta toimilaitteen ohjaaminen onnistuu eri järjestelmissä Profibus-väylän kautta. 800xA-järjestelmässä GSD-tiedosto käännetään HWD-tiedostoksi luomalla uusi laitekirjasto, johon laite lisätään GSD-tiedostolla. Ohjelmoijan täytyy enää vain jakaa I/O:t tarvittaviin paikkoihin. (7, s. 18.)

8.6 Asset Optimization

800xA -järjestelmän asettien eli laitteiden optimointi on ABB:n ratkaisu tehtaan laitehallintaan. Se esittää reaaliajassa laitteen tiedon saumattomasti ja oikeassa asiansynteudessa toiminnoissa, kunnossapidossa, suunnittelussa ja hallinnassa. Tämä kattaa tehtaan kaikkien automaatiolaitteiden, tehtaan infrastruktuurin, kenttälaitteiden, IT-laitteiden ja tuotantoprosessin kunnossapidon optimoinnin. (16, s. 4.)

800xA -järjestelmän Asset Optimizationin kunnonvalvonta- ja raportointiominaisuuksien avulla laitoksen laitteen tiedot kerätään, yhteenlasketaan, analysoidaan ja verrataan datahistoriaan, jotta voidaan luoda varoitus heikkenevästä laitteesta, prosessin suorituskyvystä tai lähestyvistä viasta. (16, s. 4.)

Asset Optimization sisältää Asset Monitor-sovelluksen, joka valvoo laitteen suorituskykyä. Tämä sovellus käyttää reaaliaikaista tehtaan tietoa, jolloin se voi tarkkailla laitteen kuntoa ja suorituskykyä, avustaa ongelman diagnostiikassa ja tarjota korjaussuosituksia. (16, s. 5.)

Asset Optimization tarjoaa jatkuvan kunnonvalvonnan tehtaan laitteistolle ja käyttää reaaliaikaista tietoa. Jokainen avainasemassa oleva laite on varustettu Asset Monitorilla, joka valvoo jatkuvasti laitteen kuntoa ja havaitsee laitevian, ennen kuin se ilmenee. Asset Monitor tarjoaa lisäksi tietoa vian mahdollisista syistä sekä suosittelee toimenpiteitä ongelman ratkaisuun. (16, s. 5.)

800xA-järjestelmän laaja tuki kenttäväyläprotokollille antaa käyttäjälle mahdollisuuden valita tehtaaseen parhaiten sopivimmat prosessi-instrumentit ja venttiilien asennoittimet. Automaattinen kunnonvalvonta havaitsee tulevan huoltotoimen, ennen kuin laitteen vika ehtii aiheuttaa tuotantoon häiriötä. (18.)

Mekaaniset laitteet kuten pyörivät koneet ovat usein avainasemassa teollisuuslaitoksilla. Toimintahäiriöt ovat kalliita ja voivat aiheuttaa hävikkiä tuotannossa. Asset Optimization tarjoaa mekaanista kunnonvalvontaa värinämittauksista kokonaisvaltaiseen yksityiskohtaiseen laiteanalyysiin. (18.)

PID-säätimeltä vaaditaan hyvää suorituskykyä, jotta saadaan pidettyä määritellyn prosessin tila ja vähennettyä laitteiston kulumista. CLAM (Control Loop Asset Monitoring) suorittaa automaattisesti silmukan valvonnan ja havaitsee sekä PID-silmukoiden ja ohjausventtiilien toimintahäiriön. (18.)

800xA Asset Optimization sisältää laaja-alaisen valikoiman yleisiä laitteen monitorointeja, joita voidaan käyttää mihinkä tahansa laitteeseen, joka on kytketty 800xA-järjestelmään. Näitä voidaan soveltaa kaikenlaiseen valvomiseen kuten käynnissäoloajan tarkkailuun. 800xA Asset Optimization antaa asiakkaiden itse määrittellä omat kunnonvalvonnan algoritmit eli sen, mitä siinä valvotaan. Nämä puitteet mahdollistavat täysin räätälöidyn kunnonvalvonnan toteuttamisen. (18.)

9 YHTEENVETO

Työssä käsitellyt automaatiojärjestelmät kattavat prosessinohjauksen, suunnittelun ja kunnonvalvonnan, ja niihin voidaan liittää kolmannen osapuolen valmistamia laitteita, logiikoita ja järjestelmiä. Yhteisenä tekijänä voidaan mainita se, että kaikki järjestelmät tukevat Profibus- ja Foundation Fieldbus -kenttäväyliä, ovat yhteensopivia HART-laitteiden kanssa sekä hyödyntävät Ethernet-teknologiaa tiedonsiirrossa.

Työn keskeisimpänä asiana ovat järjestelmien ohjelmat ja sovellukset, joiden tietojen ja ominaisuuksien pohjalta voidaan laatia huoltosuunnitelmia ja suunnitella ennakkohuoltosuunnitelmia. Jokaisesta järjestelmästä löytyi vähintään yksi ohjelma tai sovellus, joka tukee huoltosuunnitelman laatimista ja ennakkohuollon suunnittelua.

MetsoDNA:lla on kunnonvalvontaan ja ennakoivan kunnossapidon suunnitteluun käytössä MetsoDNA Report Diary-, DNA field Device Configurator-, Function Block CAD- ja DNA Machine Monitoring -aktiviteetit. MetsoReport Diaryn avulla saadaan operaattorien kokemukset laitteiston käytöstä tuotua esille sekä viat, jotka eivät ole järjestelmässä täyttäneet vian määrittäviä tai eivät varsinaisesti ole vikoja. Field Device Configurator -aktiviteetillä saadaan tarvittavat tiedot häiriötilanteissa mahdollisimman nopeasti ja ratkaistua häiriö.

Varsinainen kunnonvalvonta aktiviteetti MetsoDNA:ssa on DNA Machine Monitoring -aktiviteetti, joka voi olla yksittäinen järjestelmä tai integroitu MetsoDNA-järjestelmään. Tämä aktiviteetti havaitsee laitteen, jossa on vika tai joka ei toimi oikein, mittaa ja analysoi koneen mekaanista kuntoa ja suorituskykyä erilaisilla mittauksilla. Lisäksi sen avulla voidaan kunnonvalvonta tehdä etänä laitteille. Aktiviteetti tarjoaa työkaluja ennakoivan kunnossapidon aikataulujen ja toimenpiteiden suunnitteluun. Laitteiston operaattorit sekä huoltohenkilöstö voivat seurata laitteen tietoja suoraan työpisteiltään.

Siemensin ratkaisu kunnonvalvontaan sekä kunnossapidon suunnitteluun on hoidettu Siemens SIMATIC PCS7 -järjestelmällä. PCS7:n kunnossapitoaseman perustuu Plant Asset Managementiin. Tämä mahdollistaa ennaltaehkäisevän ja ennakoivan kunnossapidon, diagnostiikan ja huollot tuotantolaitokselle. Maintenance Stationin avulla saadaan johdonmukaiset

tiedot kunnonvalvontaan ja toiminnot kaikille komponenteille, ja se tarjoaa kunnossapitohenkilöstölle yksityiskohtaista ohjeistusta tarvittavien tai ennaltaehkäisevien huoltotoimenpiteiden suorittamiseksi. Kunnossapidon suunnittelulle tämä antaa hyvät lähtökohdat ennakoivaan kunnossapitoon ja sen suunnitteluun, sillä kunnossapidon suunnittelijalla on pääsy kaikkiin tehtaan laitteisiin, palvelimiin sekä käyttöjärjestelmän asiakkaisiin.

ABB 800xA -järjestelmän laitteiden kunnossapito hoidetaan Asset Optimization -ohjelman kautta. Tämä kattaa koko tehtaan automaatiolaitteiden, tehtaan infrastruktuurin, kenttälaitteiden, IT-laitteiden ja tuotantoprosessin kunnossapidon optimoinnin. Tämän ohjelman kunnonvalvonnan ja raportointitietojen pohjalta voidaan tehdä ennakoivien huoltotoimenpiteiden suunnitelmia. Asset Optimization -ohjelma sisältää Asset Monitor -sovelluksen, joka valvoo jatkuvasti laitteiden suorituskykyä. Tämä käyttää tehtaan reaaliaikaista tietoa, jolloin se voi tarkkailla laitteen kuntoa ja suorituskykyä, avustaa ongelman diagnostiikassa ja tarjota korjaussuosituksia. Kaikki avainasemassa olevat laitteet on varustettu Asset Monitorilla, joka automaattisesti havaitsee laitevian, ennen kuin se ilmenee.

Mihin tahansa 800xA-järjestelmään kytkettyyn laitteeseen voidaan laittaa Asset Optimizationin kattavasta valikoimasta jokin tarpeeseen sopiva monitori. Vaihtoehtoisesti asiakas voi kustomoida omien kunnonvalvontaintressien mukaisesti, minkä kuntoa valvotaan.

10 JOHTOPÄÄTÖKSET

Ajatellen kaivoksen ja kaivokselle kulutusosia valmistavan konepajan yhteisiä etuja olisi molempien etu, että kuluvien osien tilasta saisi myös konepaja tietoa. Tällöin konepaja voisi valmistautua tulevaan huoltoon ja kaivoksella olisi kuluneille osille valmiina uudet osat tilalle eikä konepajan tarvitsisi tehdä osia varastoon. Toimenpide säästäisi konepajan resursseja ja tarjoaisi tuotteiden kulumisesta arvokasta tietoa, jota voidaan hyödyntää tuotekehityksessä.

Yhteisten etujen ajaminen vaatisi kaivoksen järjestelmältä sen, että järjestelmään voitaisiin liittää kolmannen osapuolen laitteita ja järjestelmiä, eli käytännössä mittauslaitteita, lähettimen ja sovelluksen tai ohjelman, joka lähettää dataa konepajalle. Mikäli kaivoksen automaatiojärjestelmään ei voida tai haluta liittää ohjaimia, jotka lähettää dataa alihankkijoille, voitaisiin konepajalle lähetettävän datan lähetyksiin käyttää tehtaan omaa WLAN-verkkoa, WIMAX-lähetystekniikkaa tai GPRS:ää.

Mielestäni yhteisten etujen ajaminen olisi parhaiten toteutettavissa kiinteissä kaivoksissa, joissa on ABB:n 800xA-järjestelmä. Tämä järjestelmä mahdollistaa omien laitteiden kunnonvalvonnan algoritmien määrittämisen, eli esimerkiksi kulutuslevyjen paksuutta voitaisiin seurata ultraäänimittauksilla. Lisäksi 800xA-järjestelmälle tai -järjestelmällä suunniteltu sovellus voidaan kytkeä helposti järjestelmään. Tämä mahdollistaisi sen, että konepajan kanssa kommunikoiva sovellus voitaisiin suunnitella suoraan järjestelmälle.

LÄHTEET

1. Hakapää, Antero - Lappalainen, Pekka 2011. Kaivos- ja louhintatekniikka. Helsinki: Opetushallitus.
2. Kippo, Asko - Tikka, Aimo 2008. Automaatiotekniikan perusteet. Helsinki: Edita Prima Oy.
3. Jaakohuhta, Hannu 2000. Lähiverkot - Ethernet. Jyväskylä: Oy Edita Ab.
4. Kivioja, Seppo - Kivivuori, Seppo - Salonen, Pekka 2007. Tribologia: Kitka, kuluminen ja voitelu: Helsinki: Otatieto.
5. Lepola, Pertti - Makkonen, Matti 2011. Hitsaustekniikka ja teräsrakenteet. Helsinki: Sanoma Pro.
6. Sorsanen, Janne 2009. Teollisuuden mittaustiedon siirtojärjestelmät. Kandidaattityö. Teknillinen korkeakoulu. Saatavissa: http://metrology.tkk.fi/courses/S-108.erikoisty/reports/web/KANDI2009_Janne_Sorsanen1.pdf. Hakupäivä 30.1.2014.
7. Tervo, Pekka 2012. Happikompressorin ohjauksen modernisointi. Insinöörityo. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu, automaatiotekniikan osasto. Saatavissa: http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/43401/Tervo_Pekka.pdf. Hakupäivä 24.1.2014.
8. Mäkipörhölä Janne 2013. Automaattoratkaisut kaivosteollisuudessa. Insinöörityo. Kemi-Tornio: Lapin ammattikorkeakoulu. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/60042/Makiporhola_Janne.pdf?sequence=1. Hakupäivä 25.2.2014.
9. WiMAX. 2010. WiMAX. Saatavissa: <http://www.wimax.fi/tietoa.php>. Hakupäivä 30.3.2014.
10. MetsoDNA Engineering. 2011. Metso Automation Inc. Saatavissa: [http://www.metso.com/Automation/ip_prod.nsf/WebWID/WTB-110922-2256F-1FC2A/\\$File/E8730_EN_04-DNA%20Engineering%20environment.pdf](http://www.metso.com/Automation/ip_prod.nsf/WebWID/WTB-110922-2256F-1FC2A/$File/E8730_EN_04-DNA%20Engineering%20environment.pdf). Hakupäivä 25.2.2014.
11. Metso DNA Machine Monitoring 2011. Metso Automation Inc. Saatavissa: [http://www.metso.com/Automation/ip_prod.nsf/WebWID/WTB-111003-2256F-8CD18/\\$File/E8776_EN_02-DNA%20Machine%20Monitoring.pdf](http://www.metso.com/Automation/ip_prod.nsf/WebWID/WTB-111003-2256F-8CD18/$File/E8776_EN_02-DNA%20Machine%20Monitoring.pdf). Hakupäivä 13.1.2014.

12. Metso DNA Machine Monitoring for Minerals 2012. Metso Automation Inc. Saatavissa:
[http://metso.com/Automation/process_prod.nsf/WebWID/WTB-130819-22575-2A7AE/\\$File/E8974_EN_01%20Machine%20Monitoring%20for%20Minerals.pdf](http://metso.com/Automation/process_prod.nsf/WebWID/WTB-130819-22575-2A7AE/$File/E8974_EN_01%20Machine%20Monitoring%20for%20Minerals.pdf). Hakupäivä 13.1.2014.
13. Industrial Ethernet: A Control Engineer's Guide 2010. Cisco. Saatavissa:
http://www.cisco.com/web/strategy/docs/manufacturing/industrial_ethernet.pdf Hakupäivä 05.3.2014.
14. Käyttäjälähtöiset automaatioteknologiat parantavat teollisten prosessien tuottavuutta ja vahvistavat käyttäjien tunnetta prosessin hallinnassa 2014. Metso. Saatavissa:
<http://www.metso.com/fi/automation/articles.nsf/WebWID/WTB-131218-2257C-3ED44?OpenDocument#U1phglWSzHU>. Hakupäivä 17.2.2014.
15. The SIMATIC PCS 7 Process Control System Brochure 2012. Siemens AG. Saatavissa:
http://www.siemens.fi/pool/products/industry/iadt_is/tuotteet/automaatiotekniikka/automaatiojarjestelma/pcs7_esite.pdf. Hakupäivä 14.2.2014.
16. ABB Asset Management Portfolio 2010. ABB. Saatavissa:
[http://www05.abb.com/global/scot/scot349.nsf/veritydisplay/2b422481fc138095c125774c0070c590/\\$file/3BUS095292_L_en_System_800xA_5.1_Asset_Optimization_-_ABB_Solutions_for_Asset_Management.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot349.nsf/veritydisplay/2b422481fc138095c125774c0070c590/$file/3BUS095292_L_en_System_800xA_5.1_Asset_Optimization_-_ABB_Solutions_for_Asset_Management.pdf). Hakupäivä 25.2.2014.
17. System 800xA Asset Optimization Overview 2010. ABB.
Saatavissa:[http://www05.abb.com/global/scot/scot296.nsf/veritydisplay/f2406220ee881771c12574b40076ab32/\\$file/3BUS094382_H_B_en_System_800xA_5.0_Asset_Optimization_Overview_hires.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot296.nsf/veritydisplay/f2406220ee881771c12574b40076ab32/$file/3BUS094382_H_B_en_System_800xA_5.0_Asset_Optimization_Overview_hires.pdf). Hakupäivä. 25.2.2014.
18. System 800xA Condition Monitoring 2014. ABB Saatavissa:
<http://www.abb.com/product/seitp334/bb06198da13c99eb8525719a004f4187.aspx?productLanguage=us&country=FI&tabKey=2>. Hakupäivä 25.2.2014.
19. SCALANCE W780 Acces Points 2014. Siemens AG. Saatavissa:
http://www.automation.siemens.com/mcms/industrial-communication/en/industrial-wireless-communication/network_components/scalance-w780-access-points/Pages/Default.aspx#Description. Hakupäivä 27.04.2014.

20. ARC Advisory Group, "ARC Fieldbus Survey 2005. PROFIBUS International. Saatavissa:
<http://www.industrialnetworks.ch/dateien/referate/ref06-sind2005.pdf> Hakupäivä 04.02.2014.
21. Siemens PCS 7 Diagnostics and Maintenance 2014. Siemens AG. Saatavissa:
<http://www.automation.siemens.com/mcms/process-control-systems/en/distributed-control-system-simatic-pcs-7/simatic-pcs-7-system-components/maintenance-station/pages/maintenance-station.aspx#> Hakupäivä 22.02.2014.
22. System 800xA System Introduction 2013. ABB. Saatavissa:
<http://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3BUS095072&LanguageCode=en&DocumentPartId=L&Action=Launch> . Hakupäivä: 16.02.2014.
23. System 800xA System Guide Summary 2013. ABB. Saatavissa:
<http://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3BSE069079&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch> Hakupäivä 20.4.2014.
24. .System 800xA AC 800M Control and I/O Overview 2012. ABB. Saatavissa:
<http://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=3BSE047351&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch> Hakupäivä 25.02.2014.