



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Juha Pitkämäki

Väylälaitteiden kunnonvalvonta Valmet DNA -järjestelmässä

Opinnäytetyö

Kevät 2023

Insinööri (AMK), Automaatiotekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (AMK), Automaatiotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Sähköautomaatio

Tekijä: Juha Pitkämäki

Työn nimi: Väylälaitteiden kunnonvalvonta Valmet DNA -järjestelmässä

Ohjaaja: Matti Perälä

Vuosi: 2023

Sivumäärä: 51

Liitteiden lukumäärä: 2

Opinnäytetyön tarkoituksena oli väylälaitteiden kunnonvalvonnan kehittäminen Valion Seinäjoen tehtaalle Valmet DNA -automaatiojärjestelmässä. Opinnäytetyössä huomioitiin kunnossapidon tavoite hyödyntää kunnonvalvontaa ennakoivassa kunnossapidossa. Tavoitteena oli laajentaa kunnonvalvonnan kattavuutta tehtaalla sovitussa raameissa. Tavoitteena oli myös kunnonvalvonnan raportoinnin kehittäminen järjestelmässä käytettävissä olevilla työkaluilla. Valmet DNA:ssa oli tarvittavat palvelimet, ohjelmistot ja lisenssit jo olemassa, mutta kunnonvalvonnan ominaisuuksia ei hyödynnetty kaikilla tehtaan osastoilla ja raportointiominaisuuksia ei ollut otettu käyttöön.

Työn alussa perehdyttiin väylälaitteiden kunnonvalvonnan taustalla oleviin FDT- ja DTM-tekniologioihin, joihin myös Valmet DNA:n kunnonvalvontatyökalut perustuvat. Tämän jälkeen paneuduttiin Valmetin Field Device Manager -konseptiin, johon kuuluvat Field Device Manager kenttälaitteiden hallintaan ja Field Device Condition Monitoring laitteiden kunnonvalvontaan. Kun tarvittavat ohjelmistot ja ominaisuudet DNA:ssa oli omaksuttu, siirryttiin priorisoimaan lisättäviä laitteita yhteiskäsittelyn ja vastaanoton prosessialueella. Priorisoinnin jälkeen määritellyt laitteet lisättiin kunnonvalvonnan piiriin. Laitteiden lisäyksen jälkeen otettiin käyttöön sähköpostiraportointiohjelmisto CM-palvelimella.

Työn tuloksena kunnonvalvontaa saatiin laajennettua sovitussa laajuudessa. Laitteiden kunnonvalvontaan lisäämisen jälkeen selvisi, että useat lisätyistä laitteista olivatkin huollon tai korjauksen tarpeessa. Tästä voidaankin johtopäätöksenä todeta väylälaitteiden kunnonvalvonnasta olevan hyötyä kunnossapidolle, kun halutaan siirtyä reagoivasta ennakoivaan suuntaan. Myös syklinen sähköpostiraportointi saatiin menestyksekkäästi otettua käyttöön ja tässä vaiheessa raportit lähetettiin ainoastaan työn tekijälle. Se, tuleeko kunnonvalvonta aktiiviseen käyttöön kunnossapidon arjessa, jää nähtäväksi. Tähän vaikuttaa varmasti sekä kunnossapitäjien että johdon asenne ja motivaatio asiaa kohtaan.

¹ Asiasanat: kunnonvalvonta, automaatiojärjestelmä, FDT, Valmet DNA

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Degree programme: Automation Engineering

Specialisation: Electrical Automation

Author: Juha Pitkämäki

Title of thesis: Condition Monitoring of Fieldbus Devices in Valmet DNA

Supervisor: Matti Perälä

Year: 2023

Number of pages: 51

Number of appendices: 2

The thesis was commissioned by Valio Oy and the location was their factory in Seinäjoki. The aim of the thesis was to enhance utilization of condition monitoring of fieldbus devices in Valmet DNA automation system. Valmet DNA has modern condition monitoring tools of fieldbus devices integrated in the system. The possibilities of condition monitoring were not fully utilized in preemptive maintenance. The aim was to expand the coverage of condition monitoring to new process areas and also to commission automated reporting software in the system.

First, relevant technologies such as FDT and DTM were studied. Valmet DNA Field Device Manager condition monitoring concept is based on standardized technologies. Second stage was to learn how to use the condition monitoring related software's in the Valmet DNA which were Field Device Manager and Field Device Condition Monitoring. The devices to be added to the condition monitoring were prioritized and then added to condition monitoring. The last stage was to commission the automated email reporting software modules in the condition monitoring server.

As a result of the thesis, the relevant fieldbus devices of B1 subsystem were added to the condition monitoring of the DNA control system. In addition, it was observed that several devices required maintenance or repair. In conclusion, condition monitoring of fieldbus devices is beneficial for preemptive maintenance. Also, the periodic email reporting was successfully commissioned. It remains to be seen in what degree the condition monitor capabilities will be utilized in maintenance departments day to day activities.

¹ Keywords: condition monitoring, automation system, FDT, Valmet DNA

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	8
1 JOHDANTO	9
1.1 Tausta	9
1.2 Tavoite	9
1.3 Työn rakenne	9
1.4 Valio Oy.....	10
2 VALMET DNA	11
2.1 Järjestelmän rakenne	11
2.1.1 Verkko.....	12
2.1.2 ACN-solmut.....	13
2.1.3 Palvelimet tehtävän mukaan	14
2.2 Suunnitteluympäristö.....	15
3 PROFIBUS VÄYLÄ	20
3.1 Kommunikaatio ja OSI-malli	20
3.2 Topologia ja fyysinen kerros.....	22
4 KUNNOSSAPITO	25
4.1 Yleistä kunnossapidosta.....	25
4.2 Kunnossapitolajit	25
4.3 Kunnonvalvonta.....	26
5 FIELD DEVICE MANAGER KONSEPTI	27
5.1 Field Device Tool teknologia	27
5.2 Field Device Manager	29
5.3 Field Device Condition Monitoring.....	33
6 VÄYLÄLAITTEIDEN KUNNONVALVONNAN KEHITTÄMINEN.....	37
6.1 Lähtökohdat	37

6.2	Kunnonvalvonnan laajentaminen	37
6.2.1	Lisättävien laitteiden määrittely	37
6.2.2	Laitteiden lisääminen kunnonvalvontaan	38
6.3	Loppukäyttäjän käyttöliittymä	43
6.4	Raportoinnin kehitys.....	45
7	POHDINTA JA YHTEENVETO.....	48
	LÄHTEET	50
	LIITTEET	51

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvaotsikkoluettelon hakusanoja ei löytynyt.

Kuvio 1. Valmet DNA -järjestelmän yleisrakenne.....	11
Kuvio 2. Osajärjestelmäkaavio.....	12
Kuvio 3. ACN RT -asema.....	14
Kuvio 4. DNA-suunnitteluympäristö.	16
Kuvio 5. DNA Explorer -käyttöliittymä	17
Kuvio 6.Toimilohkokaavion havainnekuvio.	18
Kuvio 7. Function test -toiminto käynnistetty FB CAD:ssä.	19
Kuvio 8. PROFIBUS-sovellukset eri käyttötarkoituksiin.	20
Kuvio 9. Profibus slave -laitteen vastaus.	21
Kuvio 10. Havainnekuvio token-ringistä.....	21
Kuvio 11. Profibus OSI-malli.	22
Kuvio 12. Profibus PA:n bittivirran muodostus.	24
Kuvio 13. Profibus PA -topologia.	24
Kuvio 14. Kunnossapidon lajit.....	26
Kuvio 15. Havainnekuvio FDT-rajapinnoista.....	27
Kuvio 16. Havainnekuvio käyttöliittymän ja liiketoimintalogiikan rajapinnoista.	28
Kuvio 17. Kommunikointikanavan määrittely.	29
Kuvio 18. FDM-ohjelmistokomponentit DNA-verkossa.	30
Kuvio 19. DTM-laiteparit ja kommunikointi.....	31

Kuvio 20. DTM-käyttöliittymän yleinen rakenne.	31
Kuvio 21. Neles ND9000 asennoittimen DTM-käyttöliittymä.....	32
Kuvio 22. Havainnekuvio offline- ja online-parametroinnin eroista.....	33
Kuvio 23. CM-kunnonvalvontasivun aloitusnäkyvä.....	35
Kuvio 24. CM-laiteparametrinäkyvä.....	36
Kuvio 25. DNA Explorer -käyttäjäprofiilin valinta.....	38
Kuvio 26. DNA Explorer -verkkohierarkia näkyvä.....	39
Kuvio 27. Skannaustoiminnon vahvistaminen.....	40
Kuvio 28. Väylältä löytyneet laitteet.	40
Kuvio 29. Skannauksen tulokset.....	41
Kuvio 30. Laiteolion Properties-ikkuna.....	42
Kuvio 31. Vahvistetaan laitteen lisääminen kunnonvalvontaan.....	43
Kuvio 32. Valion Seinäjoen tehtaan kunnonvalvonnan päänäkyvä.....	44
Kuvio 33. Yhteiskäsittelyn ja vastaanoton alueraportti.	45
Kuvio 34. VNC-yhteys kunnonvalvontapalvelimelle.	46
Kuvio 35. EMailer-moduulin konfigurointi ikkuna.	47
Taulukko 1. Profibus-väylän pituuden vaikutus nopeuteen.	23

Käytetyt termit ja lyhenteet

ACN	Application and Control Node, Valmet DNA -ohjelmiston suoritusympäristö.
DTM	Device Type Manager, laitevalmistajan kehittämä ohjelmistokomponentti, jonka avulla kehyssovellus pystyy käsittelemään kenttälaitteita.
EAC	Engineering and Maintenance Activity Client, työasema, jolta pystytään tekemään samat suunnittelutoimenpiteet kuin EAS-serveerillä. On yhteydessä EAS:iin ja käyttää tämän autoinfotietokantaa.
EAS	Engineering and Maintenance Activity Server, suunnittelupalvelin, jossa autoinfotietokanta ja suunnitteluohjelmistot sijaitsevat. Palvelimelta ladataan suunnitellut sovellukset Valmet DNA -ajoympäristöön.
FDM konsepti	Valmet DNA -automaatiojärjestelmän kunnonvalvontaohjelmisto, joka pitää sisällään Field device manager -komponentin parametroiintiin sekä Condition monitoring -komponentin kunnonvalvonnan ylläpitoon ja raportointiin.
FDT	Field Device Tool, standardoitu teknologia, joka mahdollistaa eri valmistajien kenttälaitteiden hallinnan yhdenmukaisesti kehyssovelluksella.
FDT kehyssovellus	Kenttälaitteiden hallintaohjelmisto, joka toteuttaa FDT-standardin rajapintoja, ja tämä mahdollistaa laitteiden hallinnan valmistajasta riippumatta.
Valmet DNA	Valmet DNA on Valmet automation Oy:n kehittämä hajautettu automaatiojärjestelmä.

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Tässä opinnäytetyössä käsitellään väylälaitteiden kunnonvalvonnan mahdollisuuksia Valmet DNA -automaatiojärjestelmässä ennakoivan kunnossapidon näkökulmasta. Työ tehdään tekijän työnantajalle Valio Oy Seinäjoen tehtaalle. Nykyaikaisista väyläliitäntäisistä mitta- ja säätölaitteista on saatavilla runsaasti diagnostiikkatietoa, jolloin voidaan puhua niin sanotuista älykkäistä kenttälaitteista. Tätä diagnostiikkatietoa voidaan hyödyntää automaatiojärjestelmässä olevien työkalujen avulla ja generoida raportteja sekä hälytyksiä prosessin käyttäjille ja kunnossapidolle.

Tarkoituksena on havaita alkavat vikaantumiset ennen tuotantoa keskeyttävää rikkoontumista tai vikaantumista. Näin korjaus- tai huoltotyö voidaan tehdä ennakoivasti suunniteltujen tuotantokatkosten aikana. Täten saadaan myös siirrettyä automaatiokunnossapidon työkuormaa suunniteltuihin ennakoiviin huolto- ja korjaustöihin, mikä on tänä päivänä kunnossapidossa yleisestikin tavoitteena.

1.2 Tavoite

Tämän työn tavoitteena on selvittää, millaista diagnostiikkaa voidaan hyödyntää älykkäiltä Profibus-väylään liitetyiltä kenttälaitteilta Valmetin Field Device Manager -kunnonvalvontakonseptin avulla. Toteutusmuotoisena työn tavoitteena on laajentaa väylälaitteiden kunnonvalvonta kattamaan yhteiskäsittelyn ja vastaanoton prosessialueet tehtaalla. Tämän lisäksi työssä arvioidaan kunnonvalvonnan raportoinnin kehittämisen mahdollisuuksia. Tähän sisältyy muun muassa syklisen sähköpostiraportoinnin edellytysten selvitys sekä mahdollinen käyttöönotto.

1.3 Työn rakenne

Opinnäytetyön alussa, johdantoluvussa, esitellään lukijalle työn taustoja ja tavoitteita sekä esitellään yritys, jolle työ on tehty. Seuraavassa luvussa käydään läpi Valmet DNA -automaatiojärjestelmää yleisellä tasolla, verkon rakennetta, erityyppisiä palvelimia ja niiden käyttötarkoituksia järjestelmässä sekä suunnitteluympäristöä ja työkaluja. Kolmannessa

luvussa esitellään Profibus-väylän kommunikaatiota, topologiaa, fyysisiä kerroksen toteutusmahdollisuuksia ja väylän tietoliikennettä. Neljännessä luvussa käydään läpi kunnossapidon määritelmät, kunnossapidon eri lajit sekä hieman kunnonvalvonnan käsitteitä. Seuraavassa luvussa perehdytään standardoituun Field Device Tool -teknologiaan, johon myös Valmet DNA:n väylälaitteiden kunnonvalvontakonsepti pohjautuu. Tässä luvussa esitellään myös DNA:n kunnonvalvontaohjelmistot ja niiden toiminta. Kuudennessa luvussa käydään läpi opinnäytetyön toteutus eli kunnonvalvonnan laajentaminen yhteiskäsittelyn ja vastaanoton prosessialueelle sekä raportointiomaisuuksien käyttöönotto. Viimeisessä luvussa käydään läpi työn tuloksia ja pohdintaa kunnonvalvonnan hyödyntämisessä ennakkoivaan kunnossapitoon sekä jatkokehitysmahdollisuuksia.

1.4 Valio Oy

Valio Oy on Suomen suurin meijerialan yritys, jonka omistavat maidontuottajat paikallisten osuuskuntien kautta. Liikevaihto oli vuonna 2020 1808 milj. euroa. Liikevaihdon muodostavat tuoremeijerituotteet (40 %), juustot (27 %), ravintorasvat (15 %) ja jauheet (13 %). Noin 60 % liikevaihdosta tulee kotimaasta ja vientiä Valiolla on noin 60 maahan, esimerkiksi Kiinaan, Ruotsiin ja Baltian maihin.

Valio perustettiin vuonna 1905 osuusmeijereiden yhteiseksi voin vientiliikkeeksi. Valion tutkimus- ja kehitystoiminta alkoi myös varhaisessa vaiheessa vuonna 1917 ja on maailmalla arvostettu innovaatioistaan. Tutkimus- ja kehityksperinne pohjautuu pitkälti Artturi Ilmarin työlle. Vuonna 1992 Valiosta muodostettiin osakeyhtiö, jonka omistajina ovat maidontuottajaosuuskunnat. Valion tehtävä on keräillä ja jalostaa omistajien tuottama maito sekä hoitaa tuotteiden markkinointia. Tuotot maksetaan osuuskuntien kautta omistajille eli noin 4000 suomalaiselle tilalle. Valion omistajayrittäjät tuottavat noin 80 % suomalaisesta maidosta. Valion arvoja ovat asiakaskeskeisyys, vastuullisuus, uudistuminen ja yhteistyö.

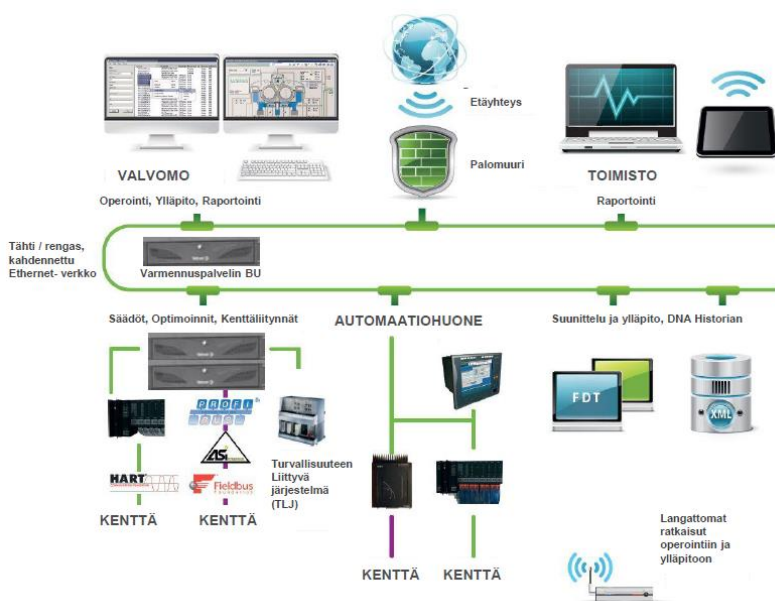
Seinäjoen tehtaalla tuotanto käynnistettiin vuonna 1965. Nykyään Seinäjoella valmistetaan ravintorasvoja, jauheita sekä tuoretuotteita ja henkilökuntaa tuotannossa on vajaa 400. Seinäjoen tehtaalla vastaanotetaan maitoa, kermaa ja herakermaa noin 453 miljoonaa litraa vuodessa. Suurin osa Seinäjoella valmistetusta jauheesta menee vientiin teollisuuden raaka-aineeksi, lastenruoka-, meijeri-, ja makeisteollisuuteen. Ravintorasvoista noin puolet menee vientiin, ja tuoretuotteista vientiin menee noin 3 %.

2 VALMET DNA

Valmet Automation Oy:n kehittämä Valmet DNA on hajautettu automaatiojärjestelmä, jota myös Valion Seinäjoen tehtaalla käytetään (Valmet Automation, i.a.-a). Järjestelmää käytetään prosessinohjaukseen muun muassa sellu- ja paperiteollisuudessa, energiateollisuudessa, prosessiteollisuudessa sekä meriteollisuuden sovelluksissa. Valmet DNA pystytään skaalaamaan aina pienistä kymmenien I/O-pisteiden järjestelmistä suuriin kymmenien tuhansien pisteiden järjestelmiin. Järjestelmässä on integroituna kattavat infotoiminnot sekä mekaaninen kunnonvalvonta ja väylälaitteiden kunnonvalvonta. Valmet DNA on myös mahdollista liittää kolmannen osapuolen järjestelmiin, ohjaimiin ja laitteisiin standardirajapintojen ja kenttäväylien kautta.

2.1 Järjestelmän rakenne

Valmet DNA -järjestelmä koostuu eri tehtäviä suorittavista palvelimista, jotka on liitetty 100 Mbit/s nopeudella toimivaan lähiverkkoon. Tästä on havainnekuviokuva kuviossa 1 (Valmet Automation, i.a.-b). Suositeltu verkkotopologia on rengasmuotoinen, mutta myös tähtiverkko on mahdollinen. Palvelimien välinen kommunikointi on nimipohjaista, mikä osiltaan helpottaa sovelluskehitystä, koska palvelimien välistä kommunikointia ei tarvitse erikseen määrittellä.



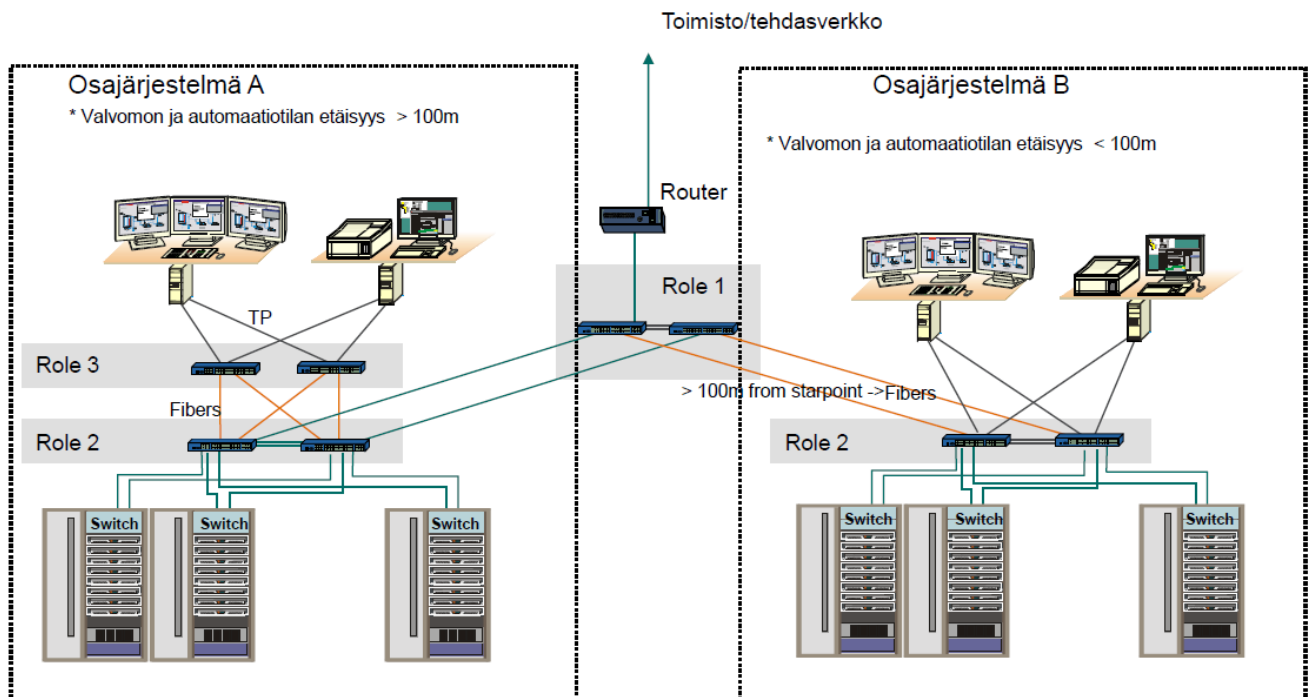
Kuvio 1. Valmet DNA -järjestelmän yleisrakenne (Valmet Automation, 2019).

2.1.1 Verkko

Ethernet-kaapeloinnit toteutetaan pääsääntöisesti järjestelmäkaappien ulkopuolisissa pidemmissä vedoissa kuitukaapeloinnilla (Valmet Automation, 2011, s. 3). Myös profibus DP- ja ACN I/O -kenttäväylät toteutetaan kentällä yleensä kuitukaapeloinnilla. Parikaapelointia käytetään kaappien sisäisissä johdotuksissa ja laiteloissa lyhyissä kaapeloinneissa. Verkon runkokytkimet sekä osaverkkojen jakelukytkimet ovat hallittuja, ja niiden täytyy tukea RSTP-protokollaa tai vastaavaa tekniikkaa, joka on Valmetin hyväksymää.

Valmet DNA -verkko suunnitellaan lähtökohtaisesti redundanttiseksi (Valmet Automation, i.a.-b). Käytännössä tämä tarkoittaa, että kytkimet sekä verkkoyhteydet on kahdennettu koko järjestelmässä, kuten kuviossa 2, ja myös palvelimissa pää- ja varayhteyksille on olemassa omat verkkokorttinsa. Myös prosessinohjaus palvelimet ACN RT sekä näiden ohjauksessa oleva ACN I/O:t voivat olla kahdennettuja kriittisissä prosesseissa.

Suurissa, koko tehtaan kattavissa järjestelmissä, on kokonaisuus jaettu osajärjestelmiin. Valion Seinäjoen tehtaalla on neljä osajärjestelmää: rasvatehdas A1–3, yhteiskäsittely ja vastaanotto B1, tuoretuotteet B2, jauhetehtas C1 ja tankkipesula D1.



Kuvio 2. Osajärjestelmäkaavio (Valmet Automation, 2019).

2.1.2 ACN-solmut

Palvelimia kutsutaan DNA-verkoissa ACN-solmuiksi (Application and Control Node) (Valmet Automation, 2011, s. 3). Voidaan myös puhua Valmet DNA -ohjelmistojen suoritusympäristöstä. Ne ovat käytännössä kehikkoasennettavia teollisuustietokoneita eri ominaisuuksilla. Alla on listaus erityyppisistä ACN-palvelimista.

ACN RT

Kuviossa 3 on ACN RT -reaaliaikakäyttöjärjestelmällä varustettu kiintolevytön teollisuustietokone. Kyseistä konetta käytetään prosessinohjaukseen sovelluksissa, joissa tarvitaan useita kenttäväyläliityntöjä sekä tehoa suuren I/O-kapasiteetin hallintaan. Laite sisältää PMM-persoonallisuusmoduulin tai SD-muistikortin, jota tarvitaan palvelimen identifiointiin ja valvontaan. Laitevaihdossa moduuli tai muistikortti asennetaan uuteen palvelimeen ja uusi laite saa oikean identiteetin. Samalla oikeat ohjelmat ja sovellukset voidaan ladata uudelle palvelimelle varmennuspalvelimelta.

ACN PO

ACN PO on työasemakäyttöön tarkoitettu ja Windows-käyttöjärjestelmällä sekä SSD-levyllä varustettu teollisuustietokone. Se soveltuu muun muassa operointipalvelimeksi, tapahtumapalvelimeksi, OPC-palvelimeksi ja varmennuspalvelimeksi.

ACN AS

ACN AS on palvelinkäyttöön tarkoitettu teollisuustietokone ja varusteltu RAID-kiintolevyjärjestelmällä sekä Windows Server -käyttöjärjestelmällä. Sitä käytetään trendi- ja tapahtuma-arkistona, pienehköjen järjestelmien suunnittelupalvelimena ja myös muihin pienehköihin palvelintarpeisiin.

ACN CS

ACN CS on kompakti teollisuustietokone passiivisella jäähdytyksellä ja CompactFlash-massamuistilla. Sitä käytetään prosessin ohjaukseen, kun ei tarvita suurta kapasiteettia ja asennusolosuhteet vaativat kompaktia kokoa. Pieni koko mahdollistaa asennuksen myös kenttäkoteloon ja myös pystyasentoon. Se voi toimia standalone-tyyppisesti, jolloin kaikki palvelimen tarvitsemat ohjelmat ovat CompactFlash-muistikortilla. Toiminta osana

sovellusverkkoa on myös mahdollista, jolloin ohjelmat ladataan varmennuspalvelimelta käynnistyksen yhteydessä.

ACN SR1

ACN SR1 on prosessinohjain, joka liitetään joko suoraan ACN-IO-kehikkoon, jolloin ohjaimen on integroitu IBC-prosessiväyläohjaimen toiminnot tai erillisen IBC:n kautta. SR1 pystyy ohjaamaan maksimissaan kahta kehikkoa, jos kehikoissa on omat IBC-prosessiväyläohjaimensa. Kun IBC-ominaisuudet integroidaan SR1-ohjaimen, pystyy ohjaimen liittämään yhden kehikon. Prosessiohjainta käytetään hajautettuihin ja pieniin sovelluksiin.



Kuvio 3. ACN RT -asema.

2.1.3 Palvelimet tehtävän mukaan

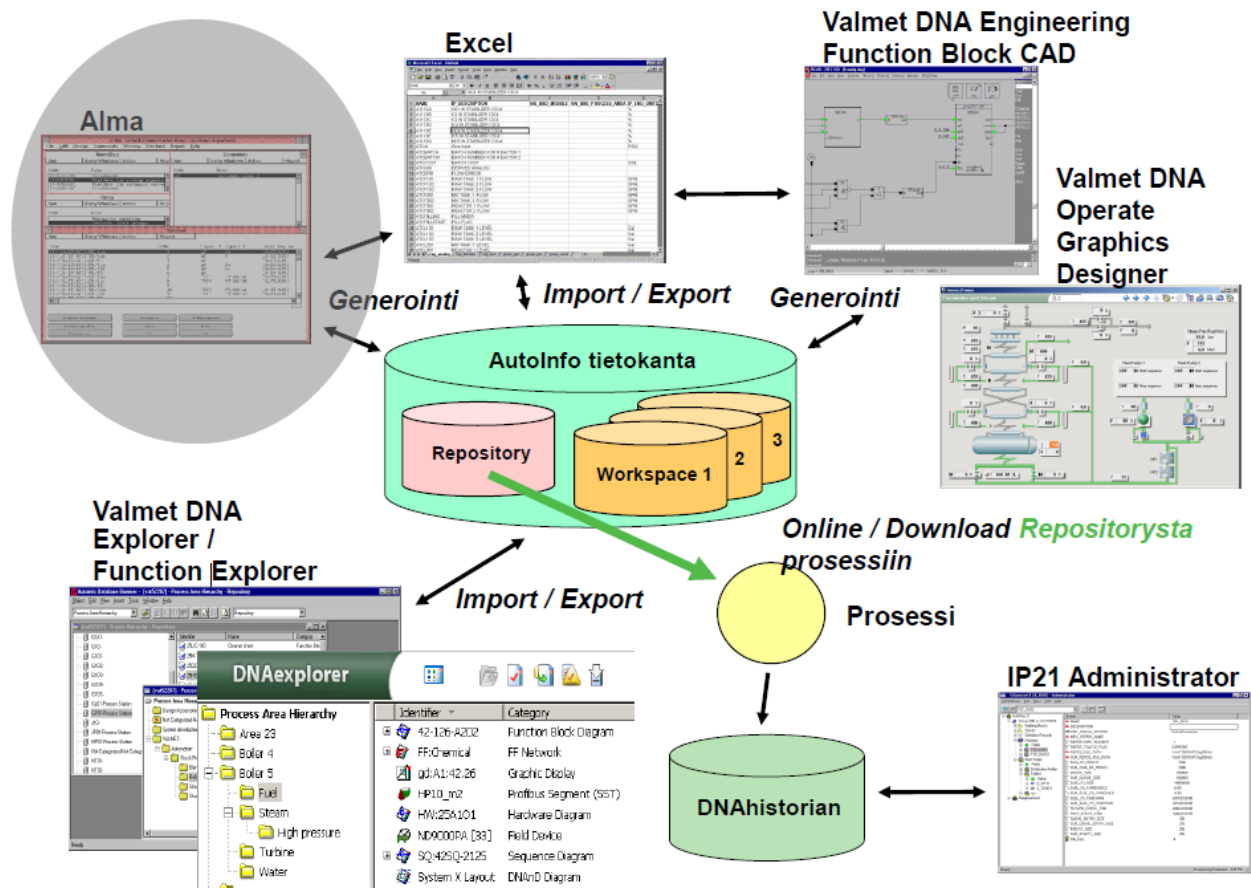
Luettelo tärkeimmistä Valmet DNA -palvelimistä (Valmet Automation, 2019, s. 5):

- Prosessinohjauspalvelin (PCS) tarjoaa liitynnän Valmet DNA -järjestelmästä prosessiin. Prosessinohjaus hoidetaan erilaisten väyläliityntöjen kuten Profibuksen, Profinetin ja ACN I/O:n kautta.
- Operointipalvelin (OPS) tarjoaa käyttäjälle käyttöliittymän prosessiin, prosessista saadaan informaatiota ja sitä pystytään ohjaamaan.
- Hälytyspalvelin (ALP) ylläpitää järjestelmän hälytyksiä ja välittää hälytykset operointipalvelimelle käyttäjää varten sekä mahdollisesti myös infopalvelimelle.

- Varmennuspalvelin (BU) vastaa Valmet DNA -järjestelmän kaikkien palvelimien määrittelyjen ja ohjelmien tallennuksesta. Sovellusten lataus ajoympäristöön tapahtuu myös varmennuspalvelimen kautta.
- Liityntäpalvelimet (LIS) mahdollistavat liitynnät kolmannen osapuolen järjestelmiin tai logiikoihin.
- Diagnostiikkapalvelinta (DIA) käytetään nimensä mukaisesti huolto- ja vianhakutarcoitukseen sekä sovellusten että järjestelmän puolella.

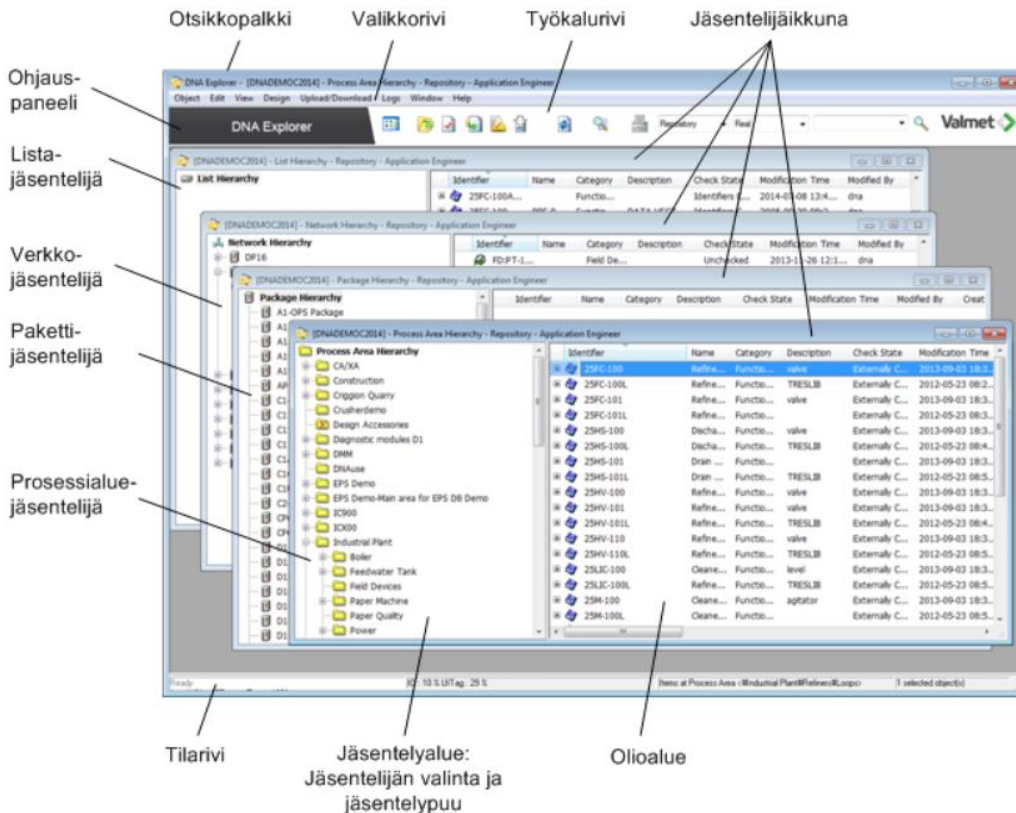
2.2 Suunnittelu ympäristö

Suunnittelu ympäristö, kuten kuviossa 4, koostuu EAS-palvelimesta ja tarvittavasta määrästä EAC-työasemia (Valmet Automation, 2019, s. 2). EAS-palvelin on yhteydessä sekä varmennuspalvelimeen että diagnostiikkapalvelimeen. EAS-palvelimella sijaitsevat ohjelmistot järjestelmän määrittelyyn sekä sovelluksien suunnitteluun. Myös suunnittelutietokanta sijaitsee EAS-palvelimella. Tämän tietokannan makasiini pitää sisällään automaatio-sovellukset, jotka ovat ajossa Valmet DNA -ajoympäristössä. Myös kenttälaiteoliot, joita käytetään laitteiden parametointiin ja kunnonvalvontaan, löytyvät autoinfotietokannasta.



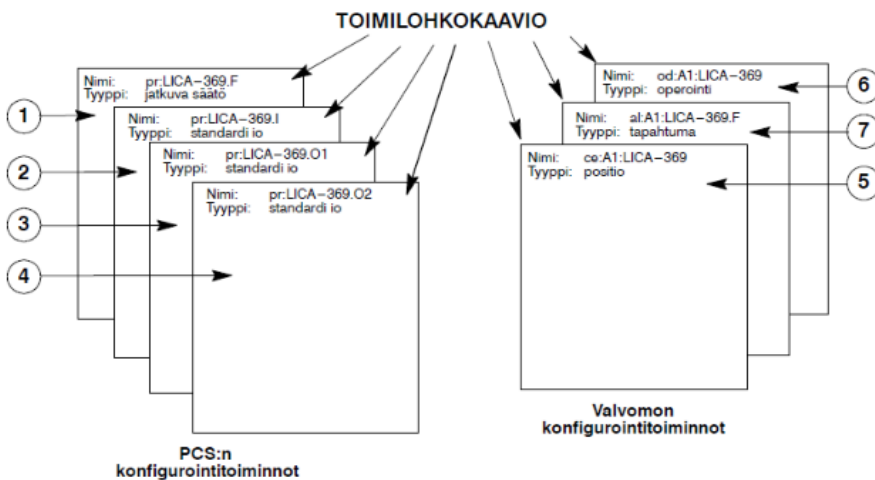
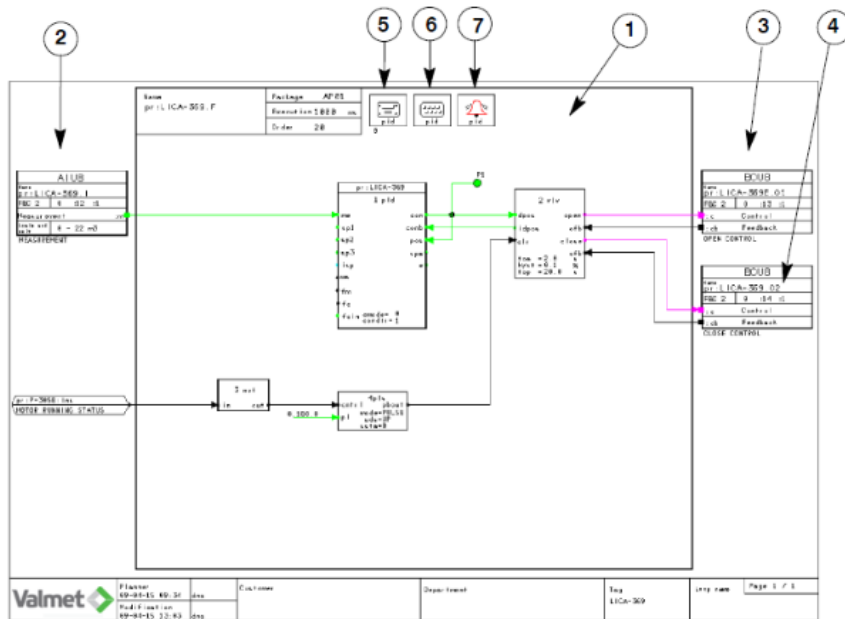
Kuvio 4. DNA-suunnittelu ympäristö (Valmet Automation, i.a.).

Keskeinen työkalu suunnittelutietokannan sisältämien sovellusten tai toisin sanoen suunnitteluolioiden hallinnassa ja käsittelyssä on DNA Explorer, jonka käyttöliittymä on esillä kuviossa 5 (Valmet Automation, 2017a). Tällä työkalulla voidaan hakea ja muokata suunnittelutietokannan sisältämiä suunnitteluolioita sekä järjestellä niitä eri prosessialueille tai paketteihin prosessiaseman ja kenttävyöhykän perusteella. Myös lataustoiminnot ajoympäristöön tai virtuaaliympäristöön suoritetaan DNA Explorerilla. Käyttäjä voi jäsentellä suunnittelutietokannan olioita tarpeen mukaan neljän eri jäsentelijän avulla: prosessialuejäsentelijä, pakettijäsentelijä, listajäsentelijä ja verkkojäsentelijä.



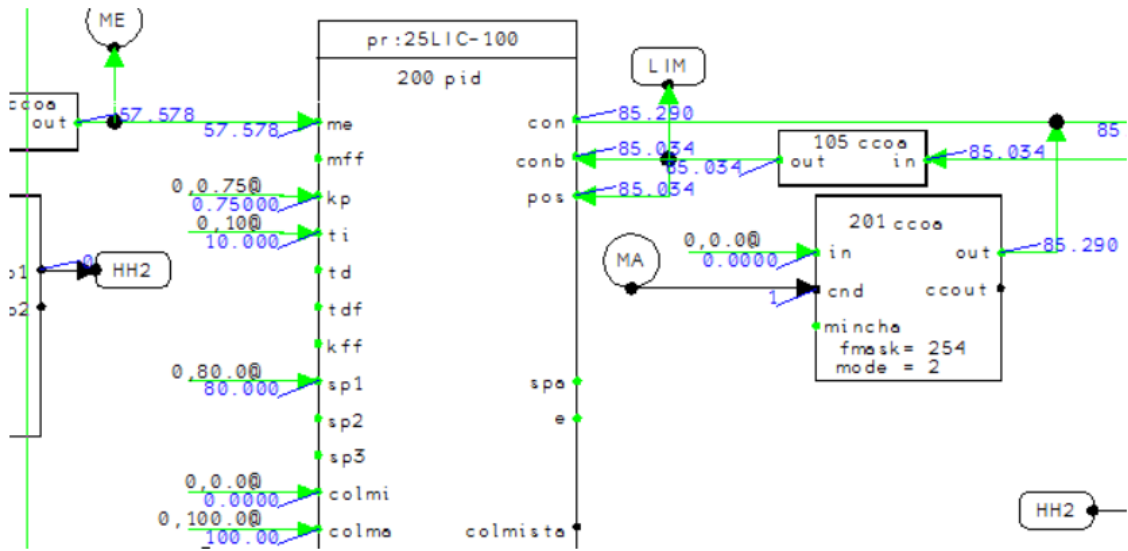
Kuvio 5. DNA Explorer -käyttöliittymä

DNA Explorerista on mahdollista avata suunnitteluolioiden sisältämiä toimilohkokaavioita myös CAD-pohjaiseen suunnittelutyökaluun, Function Block CAD:iin, josta käytetään tästä eteenpäin lyhennettä FB CAD (Valmet Automation, 2017b, s. 3). FB CAD on nimensä mukaisesti CAD-ohjelmiston päälle rakennettu suunnittelutyökalu. FB CAD:llä suunnitellut toimilohkokaaviot ovat paitsi DNA-ajoympäristössä suoritettavia sovelluksia, mutta myös kyseessä olevan sovelluksen graafinen dokumentaatio. FB CAD -työkalulla luotu toimilohkokaavio koostuu konfigurointitoiminnoista, joista tärkeimpiä ovat säätimet, I/O-moduulit, operointi-, tapahtuma-, positio- ja historiatoiminnot. Kuviossa 6 on esitelty FB CAD -työkalu ja toimilohkokaavion eri konfigurointitoiminnot.



Kuvio 6. Toimilohkokaavion havainnekuvio.

Toimilohkokaavion eri konfigurointitoimintojen, kuten I/O-moduulien, porttien ja toimilohkokenväliset, kytkennät tehdään CAD-maailmasta tutulla tavalla piirtämällä viiva kytkentäpisteiden välille. Jokaiselle tietotyyppille on oma viivan värinsä (Valmet Automation, 2017b). FB CAD sisältää myös tarkastustoiminnon, jolla suunnittelija voi tarkastaa tuotoksensa. Mahdolliset virheet tulostuvat kyseessä olevan toiminnon lokiin sekä toimilohkokaavioon näytölle graafisessa muodossa. Function Test -toiminto sisältyy FB CAD:iin, ja tämä on esitetty kuviossa 7. Tämä on erityisen hyödyllinen työkalu vianhakuun ja uusien sovellusten testaamiseen. Kun toiminto käynnistetään, haetaan arvot toimintalohkokaavion sisältämiin kytkentäpisteisiin todellisesta ajoympäristöstä tai vaihtoehtoisesti virtuaalisesta ajoympäristöstä, esimerkiksi uusien sovellusten testauksessa, ja arvot päivittyvät reaaliajassa.



Kuvio 7. Function test -toiminto käynnistetty FB CAD:ssä.

3 PROFIBUS-VÄYLÄ

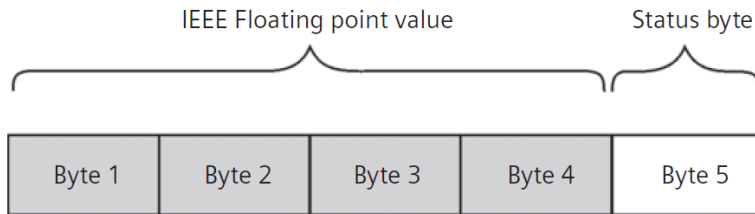
Profibus on avoin ja valmistajasta riippumaton kenttäväylästandardi, jota ylläpitää ja kehittää noin 1400 yrityksen yhteenliittymä PROFIBUS and PROFINET International (PROFIBUS System Description, 2016). Maailmanlaajuisesti yli 50 miljoonalla asennetulla laitteella Profibus on markkinajohtaja teollisuuden kenttäväylissä. Profibus tarjoaa modulaariset sovellukset lähes kaikkiin teollisuuden väylätarpeisiin; ratkaisuja löytyy niin turvatoiminoille (PROFIsafe), prosessiteollisuuden mittalaitteille (Profibus PA), moottorinohjaukseen (PROFIdrive) kuin I/O-hajautuksien hallintaan ja muuhun kommunikaatioon (Profibus DP). Kuviossa 8 on esitelty Profibus-sovellukset eri käyttötarkoituksiin. Edellä mainitut sovellukset pohjautuvat kaikki Profibus DP -kommunikointiprotokollaan, joka toimii koko Profibus-standardin perustana.

Market Segment	Process Automation Ex / non-Ex areas	Factory Automation	Motion Control	Safety Application
PROFIBUS Solution (Common term)	PROFIBUS PA	PROFIBUS DP	PROFIdrive	Safety
Application Profile	PA Devices (and others)	e.g. Ident Systems	PROFIdrive	PROFIsafe
Communication Technology	PROFIBUS DP			
Transmission Technology	MBP / MBP-IS RS 485 / 485-IS	RS 485	RS 485	RS 485 MBP-IS

Kuvio 8. PROFIBUS-sovellukset eri käyttötarkoituksiin (PROFIBUS System Description).

3.1 Kommunikaatio ja OSI-malli

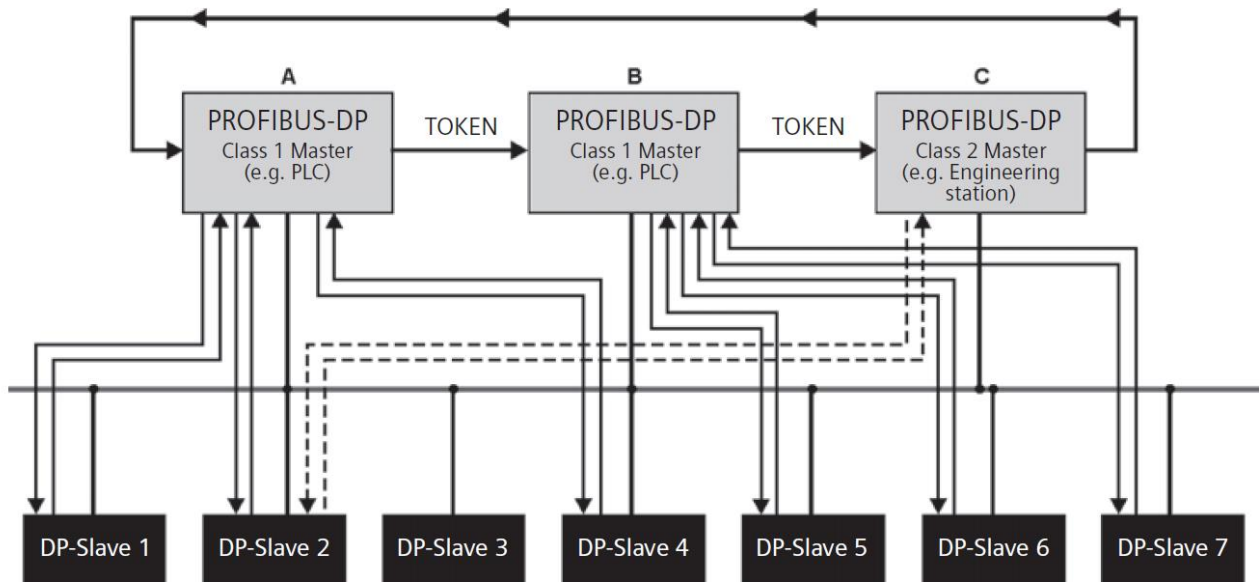
Profibus DP -kommunikaatio perustuu master-slave-kommunikointiin (Powell & Vandelinde, 2013). Profibus-väylässä on yleensä vain yksi luokan yksi master-laite, esimerkiksi PLC- tai PCS-kenttäväyläohjain. Master lähettää synkronisesti prosessimuuttujien kyselyjä tai ohjauksia kenttä- eli slave-laitteille. Slave-laitteet vastaavat vuorollaan master-laitteen kyselyihin, muutoin ne eivät kommunikoi väylään. Vastaukseen sisältyy laitteesta riippuen joko liukuluku tai boolean-muuttuja sekä status-tavu, joka ilmaisee laitteen tilan. Tämä on kuvattu kuviossa 9.



Kuvio 9. Profibus slave -laitteen vastaus (Powell & Vandelinde, 2013).

Jos samassa väylässä on master-laitteita enemmän kuin yksi, kuten kuviossa 10, hallitaan väylän kommunikaatiota tokenin avulla (Powell & Vandelinde, 2013). Token on tavallaan lupa kommunikoida väylään, ja se voi olla vain yhden master-laitteen hallussa kerrallaan. Token siirtyy master-laitteelta toiselle, ja kukin vuorollaan kommunikoi slave-laitteiden kanssa.

Master-laitteet voidaan luokitella luokkaan yksi ja kaksi. Luokan yksi master-laitteet ovat ohjaimia, kuten esimerkiksi PLC- tai PCS-kenttäväyläohjain, ja luokan kaksi master-laitteet ovat konfigurointiin ja diagnostiikkaan käytettäviä ohjelmointipäätteitä (kuvio10).



Kuvio 10. Havainnekuviokuva token-ringistä (Powell & Vandelinde, 2013).

Edellä mainittu prosessisuureiden ja ohjausten viestiminen väylässä on aikakriittistä ja täten toteutetaan syklisesti, mutta väylässä on myös ei-syklisiä kommunikaatiota (Powell & Vandelinde, 2013). Ei-syklinen kommunikaatio ei ole aikakriittistä, ja voi olla, että kuluu

useampi väylän kiertosykli ennen kuin viesti saadaan kokonaisuudessaan lähettyä. Ei-sykli-
sillä viesteillä välitetään yleensä konfigurointi- ja diagnostiikkatietoja.

Profibus-standardi mukailee kerroksista tiedonsiirtoverkkojen OSI-mallia (Profibus & Profinet International, 2016). OSI-mallissa tiedonsiirto kahden laitteen välillä on jaettu seitsemään kerrokseen, joista Profibus hyödyntää kolmea kerrosta (kuvio 11). Ensimmäinen OSI-kerros, jota Profibus hyödyntää, on fyysinen kerros, joka kuvaa signaalin siirtotietä. Profibusin tapauksessa mahdollisia fyysisiä siirtoteitä ovat kuparikaapelilla joko RS485 tai MBP, optinen ja langaton yhteys. Myös OSI-mallin toista kerrosta, joka on siirtoyhteyskerros, hyödynnetään. Siirtoyhteyskerroksessa määritellään yhteyden muodostus laitteiden välille. Profibus käyttää siirtoyhteyskerroksessa sekä master-slave-metodia että token-rinkiä. Viimeisimpänä hyödynnetään OSI-mallin seitsemättä eli sovelluskerrosta. Tähän kerrokseen on sisällytetty tarvittavat protokollat ja rajapinnat, joiden avulla varsinaiset sovellukset pystyvät kommunikoimaan verkossa tai väylässä. Tässä seitsemännessä kerroksessa Profibus käyttää Profibus DP -kommunikointiprotokollaa.

	User program	Application profiles
7	Application Layer	PROFIBUS DP Protocol (DP-V0, DP-V1, DP-V2)
6	Presentation Layer	Not used
5	Session Layer	
4	Transport Layer	
3	Network Layer	
2	Data link Layer	Fieldbus Data Link (FDL): Master Slave principle Token principle
1	Physical Layer	Transmission technology
	OSI Layer Model	OSI implementation at PROFIBUS

Kuvio 11. Profibus OSI-malli (PROFIBUS System Description).

3.2 Topologia ja fyysinen kerros

Profibus DP:llä viitataan yleensä Profibus DP -protokollaan, joka on toteutettu RS-485-sarjaliikennestandardin mukaisesti (Profibus & Profinet International, 2016). Data kulkee kierrettyä suojattua parikaapelia pitkin kanttiaallon muodossa. Profibus DP -väylän teoreettinen maksiminopeus on 12 Mbits/s, mutta käytännössä väylänpituus rajoittaa nopeutta pienemmäksi. Taulukossa 1 on esitetty väylän teoreettiset nopeudet suhteessa väylän

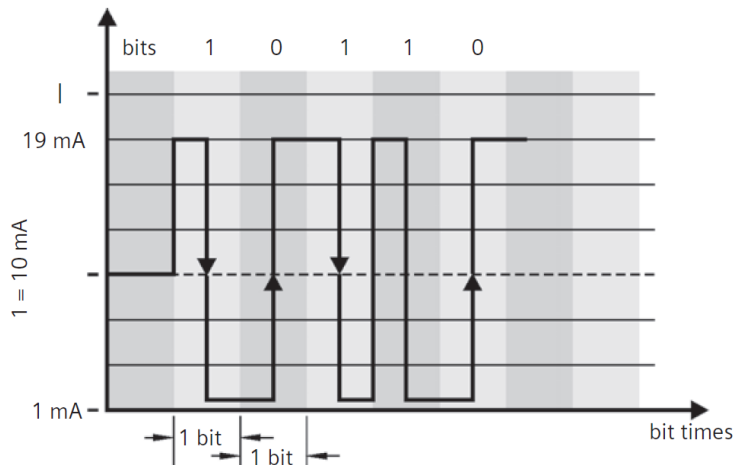
pituuksiin. Hyvänä käytäntönä kuitenkin pidetään, että väylää ajetaan pienimmällä mahdollisella nopeudella, vaikka väylä olisi suunniteltu suuremmille nopeuksille. Tämä lisää väylän häiriösietoisuutta, ja lisäksi on laajennusvaraa jäljellä tulevaisuutta ajatellen.

Taulukko 1. Profibus-väylän pituuden vaikutus nopeuteen.

Nopeus (Kbit/s)	9,6	19,2	45,45	93,75	187,5	500	1500	3000	6000	12000
Pituus (m)	1200	1200	1200	1200	1000	400	200	100	100	100

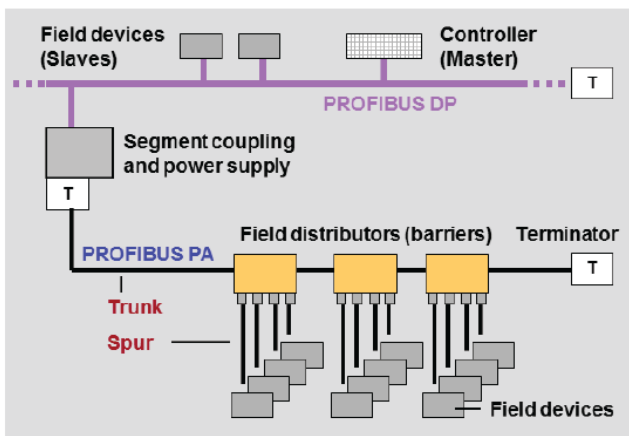
Profibus DP muodostaa Profibus-väylän selkärangan, johon laitteita ja PA-segmenttejä liitetään. Väylään voidaan liittää maksimissaan 125 osoitteellista laitetta, ja loput osoitteet on varattu uusille käyttöönotettaville laitteille ja Broadcast-kanavalle (Powell & Vandelinde, 2013). Lisäksi väylä täytyy segmentoida niin, että yhdessä segmentissä on enintään 32 solmua. Väylän jako segmentteihin tehdään toistimilla, jotka eriyttävät laitteet segmenteiksi, korjaavat signaalia toistaessaan sen seuraavaan segmenttiin sekä mahdollistavat suuremman väylän kokonaispituuden. Suositeltu topologia Profibus DP:lle on RS485-toteutuksella, jossa laitteet ovat liitetty sarjaan linjamaisesti. T-haaroja ei suositella, koska ne aiheuttavat heijastuksia väylän signaaliin ja tästä syystä vaikeuttavat signaalin tulkintaa. Väylän ääripäihin on sijoitettava päätevastukset. Yleensä suositellaan käytettäväksi aktiivisia päätevastuksia, koska tämä vähentää kohinaa väylässä. Profibus DP voidaan toteuttaa myös valokuidulla, jolloin maksimipituus kasvaa jopa kilometreihin. Tällöin kasvavat myös topologia mahdollisuudet väylässä, kun signaali ei ole enää sähköisessä muodossa.

Profibus PA:n fyysinen kerros eroaa Profibus DP:stä ja on toteutettu MBP-tekniikalla (Manchester Encoded Bus Powered) (Powell & Vandelinde, 2013). Tämä mahdollistaa sekä laitteen käyttöjännitteen syötön että väylän tietoliikenteen samoissa kaapelin johtimissa. Kuviossa 12 on esitetty yksinkertaistetusti, että väyläliikennöinnin bittivirta muodostuu virran kulutuksen vaihteluista väylässä. Virran minimitaso on 10 mA, ja jos laitteen kuluttama virta kasvaa bitille määritellyn syklin aikana, on bitti 0, ja vastaavasti, jos virta tippuu syklin aikana minimitasolle, on bitti 1. Profibus PA toimii kiinteällä nopeudella 32,25 Kbit/s ja väylän maksimipituus on 1900 m. Väylän käyttöjännitealue on 9–32 VDC.



Kuvio 12. Profibus PA:n bittivirran muodostus (Powell & Vandelinde, 2013).

Profibus PA liitetään Profibus DP -verkkoon DP/PA-linkillä, couplerilla tai gatewaylla. Nimitys vaihtelee eri valmistajien välillä, mutta kaikki toimivat samalla periaatteella (Powell & Vandelinde, 2013). Yhden couplerin alla voi olla useita PA-segmenttejä. Yleisesti Profibus PA -puolella käytetään samaa osoiteavaruutta kuin DP:ssä, mutta ainakin Siemensiltä löytyy ratkaisuja, joissa PA-väylällä on oma osoiteavaruutensa käytössä. Melkein mikä tahansa topologia on Profibus PA:ssa mahdollinen, kuten lineaarinen, puu tai tähti, mutta käytännössä ”trunk and spur” -topologia on muodostunut de facto -toteutustavaksi, joka on kuviossa 13 havainnollistettu. Käytännössä tämä tarkoittaa, että väylästä otetaan t-haaroja yksittäisille laitteille tarpeen mukaan ja haaroitus toteutetaan tarkoituksenmukaisilla kenttäkoteloilla, joissa on kanavakohtainen oikosulkusuojaus ja virranrajoitus. Laiterajoitus yhdelle segmentille on sama kuin DP-puolella eli 32 kappaletta.



Kuvio 13. Profibus PA -topologia (Profibus & Profinet International, 2016).

4 KUNNOSSAPITO

4.1 Yleistä kunnossapidosta

Järviön ja Lehtiön (2017, s. 13–14) mukaan kunnossapito kuuluu nykyään oleellisena osana yrityksen tuotanto-omaisuuden hoitamiseen ja vaikuttaa merkittävästi tuotantoprosessien tehokkuuteen ja yrityksen kykyyn tuottaa tuotteita markkinoille ja täten liiketoiminnan kannattavuuteen. Nykyaikainen kunnossapito ei ole enää vain korjaustoimintaa vikaantumisten sattuessa, vaan tuotantoa keskeyttäviä vikaantumisia pyritään ennaltaehkäisemään ja painopistettä siirretään reagoivasta toiminnasta ennakoivaan. Kunnossapitolajien luokitteluissa on hieman eroja eri standardien välillä, ja tässä työssä esitellään PSK-standardin mukainen luokittelu.

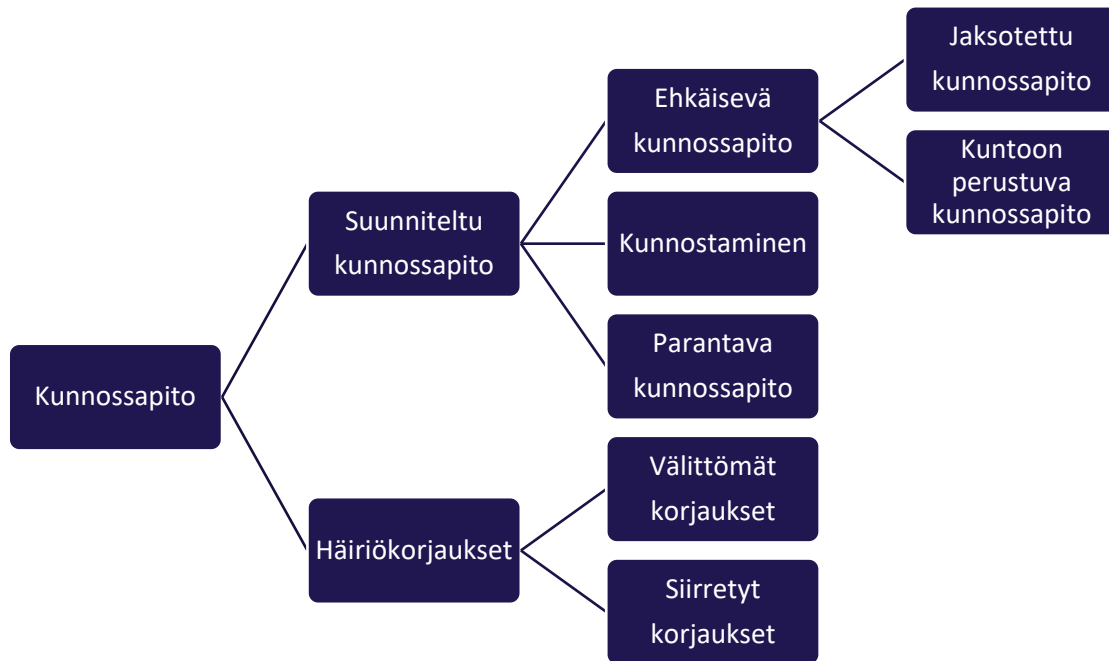
Kunnossapidon määritelmä PSK-standardin mukaan:

Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinkaaren aikana. (PSK Standardisointiyhdistys, 2022)

4.2 Kunnossapitolajit

Kuviossa 14 on esitelty kunnossapidon lajit. Kunnossapito jaetaan standardin PSK 6201 (PSK Standardisointiyhdistys, 2022) mukaisesti karkeasti suunniteltuun kunnossapitotyöhön ja häiriökorjauksiin. Suunniteltu kunnossapitotyö pitää sisällään ehkäisevän kunnossapidon, kunnostamisen ja parantavan kunnossapidon. Ehkäisevä kunnossapito jakaantuu vielä jaksotettuun ja kuntoon perustuvaan kunnossapitotoimintaan. Häiriökorjaukset puolestaan jakaantuvat välittömiin korjauksiin ja siirrettyihin korjauksiin.

Ehkäisevän kunnossapidon tavoitteena on laitteiston tai prosessin vikaantumisriskin pienentäminen ja käytettävyyden ylläpitäminen vaaditulla tasolla (Järviö & Lehtiö, 2012, s. 50). Tavoitteeseen päästään joko aikaperusteisesti suoritettavilla kunnossapitotoimilla tai tarvittaessa suoritettavilla. Tarve voidaan määritellä esimerkiksi kunnonvalvonnan keinoin. Tässä työssä käsiteltävä väylälaitteiden kunnonvalvonta sisältyy kuntoon perustuvaan kunnossapitotoimintaan.



Kuvio 14. Kunnossapidon lajit (soveltaen PSK Standardisoimisyhdistys, 2022).

4.3 Kunnonvalvonta

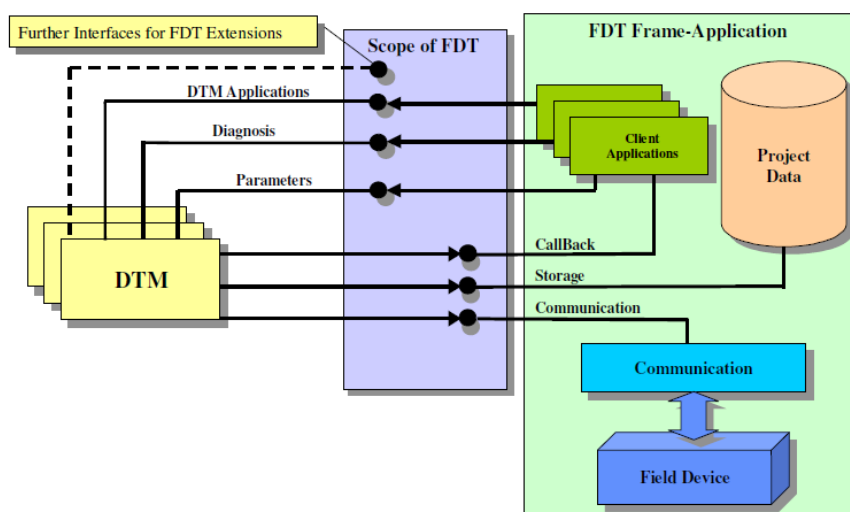
Kunnonvalvonnassa laitoksen laitteiden tai järjestelmien kuntoa valvotaan (Heinonkoski, 2013). Tämä valvonta voi olla käynnin- tai huollon aikaista. Valvonnan tavoitteena on havaita osittaisia vikoja. Osittainen vika tarkoittaa laitteen tilan tai parametrien muutoksia ennen kuin laitteen suorituskyky laskee tai tapahtuu toiminnan keskeyttävä vikaantuminen. Kunnonvalvonta voi olla alkuperusteista, jatkuvaa tai tarveperusteista. Kunnonvalvontaa voidaan suorittaa muun muassa seuraavilla tavoilla: kunnossapitohenkilökunnan suorittamat silmämääräiset tarkastukset, mittalaitteilla tehdyt tarkastukset ja automaatiojärjestelmän kunnonvalvontasovelluksilla tehdyt tarkastukset.

5 FIELD DEVICE MANAGER -KONSEPTI

Field Device Manager (FDM) on Valmetin kehittämä sovellus väyläpohjaisten kenttälaitteiden hallintaan (Valmet Automation, 2013, s. 1). Field Device Manager perustuu standardoituihin Field Device Tool (FDT)- ja Device Type Manager (DTM) -teknologioihin. Konseptin työkaluja käytetään väyläpohjaisten kenttälaitteiden parametrintiin, diagnostiikkaan sekä kunnonvalvontaan. Field Device Manager -kehyssovelluksella suoritetaan laitteiden parametrinti ja reaaliaikainen diagnostiikka, kun taas kunnonvalvonnassa käytetään Field Device Condition Monitoring -ohjelmistoa. FDM tukee Profibus- ja Hart-kenttäväyliä.

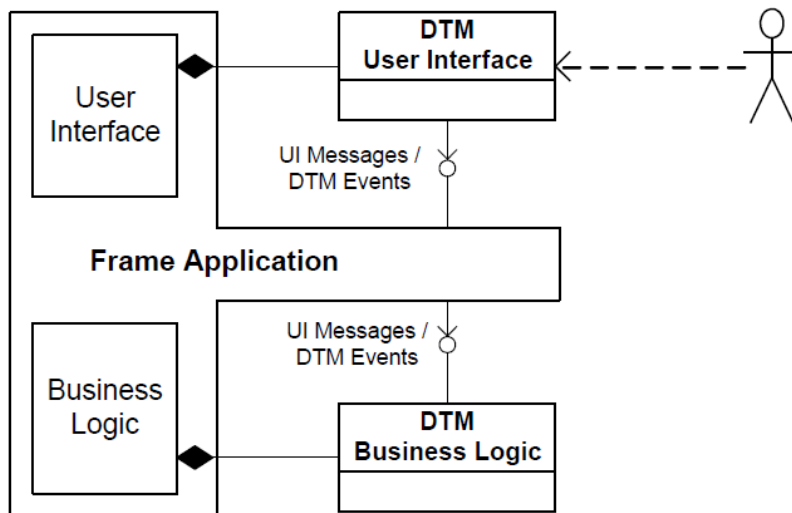
5.1 Field Device Tool -teknologia

Field Device Tool on FDT Groupin standardisoima (IEC 62453-2) ohjelmistorajapinta, joka mahdollistaa väyläliitännäisten kenttälaitteiden käytettävyyden parametroinnissa, diagnostiikassa ja kunnonvalvonnassa riippumatta laitevalmistajasta tai kommunikointiprotokollasta (FDT3_Specification_v1.00.00, 2020). FDT-teknologiassa FDT-kehyssovellus tarjoaa suoritussympäristön ja käyttöliittymän laitekohtaisille DTM-ohjelmistoille. Eri valmistajien kehittämät kehyssovellukset toteuttavat standardin rajapinnat, kuten kuviossa 15, joten ne toimivat kaikkien väyläliitännäisten kenttälaitteiden kanssa, joille on olemassa DTM-tuki. Toinen pääkomponentti on DTM-ohjelmistot kommunikointiin sekä laitekohtaisten ominaisuuksien hallintaan ja käyttöliittymään.



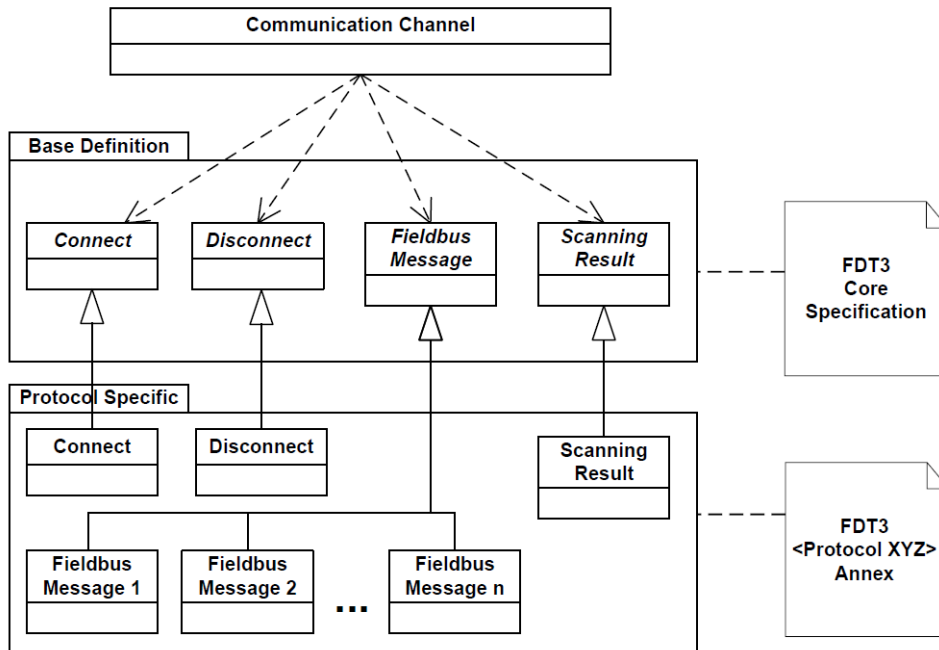
Kuvio 15. Havainnekuvio FDT-rajapinnoista (FDT Group).

FDT-kehyssovelluksen ulkoasussa ja toiminnallisuudessa on eroja riippuen käyttötarkoituksesta. Kehyssovellus toimii DTM-ohjelmistojen suoritusympäristönä ja mahdollistaa DTM-ohjelmiston käyttöliittymän ja liiketoimintalogiikan välisen kommunikoinnin tarjoamalla suoritusympäristössä standardirajapinnan tähän (FDT3_Specification_v1.00.00, 2020). Kuviossa 16 on havainnollistettu nämä rajapinnat. Kehyssovelluksen liiketoimintalogiikka mahdollistaa DTM-liiketoimintalogiikan tiedon tallentamisen kehyssovelluksen tietokantaan DTM-instanssien muodossa, kommunikoi sille osoitetulle laitteelle, välittää tietoa tapahtumista kehyssovellukselle ja kommunikoi DTM-käyttöliittymän kanssa. Kehyssovelluksen käyttöliittymä tuo käyttäjän nähtävälle DTM-käyttöliittymän ja siihen sisältyvät toiminnot sisällyttäen DTM-käyttöliittymän omaansa.



Kuvio 16. Havainnekuviot käyttöliittymän ja liiketoimintalogiikan rajapinnoista (FDT Group).

Kehyssovelluksen sisältämään kommunikointikanavaan voi sisältyä tarvittavat ominaisuudet niin, että yhteys kenttäväylän kautta laitteelle pystytään muodostamaan (FDT Group, 2020). Jos näitä ominaisuuksia ei ole sisäänrakennettuna kehyssovelluksessa, käytetään kommunikointiin erillistä DTM-komponenttia. Kuviossa 17 on kommunikointikanavan toteuttamat rajapinnat, jotka tarjoavat seuraavat menetelmät kehyssovelluksen tai vaihtoehtoisesti DTM-komponentin käyttöön: kenttäväylän laiteskanuus, laitteen yhteyden muodostaminen ja katkaisu sekä viestien lähettäminen kenttäväylään. FDT-standardi ei rajoita kommunikointikanavien väyläprotokollia, vaan ne ovat valmistajien vapaasti määriteltävissä. Kommunikointikanavan täytyy kuitenkin tukea useita samanaikaisia yhteyksiä laitteille.



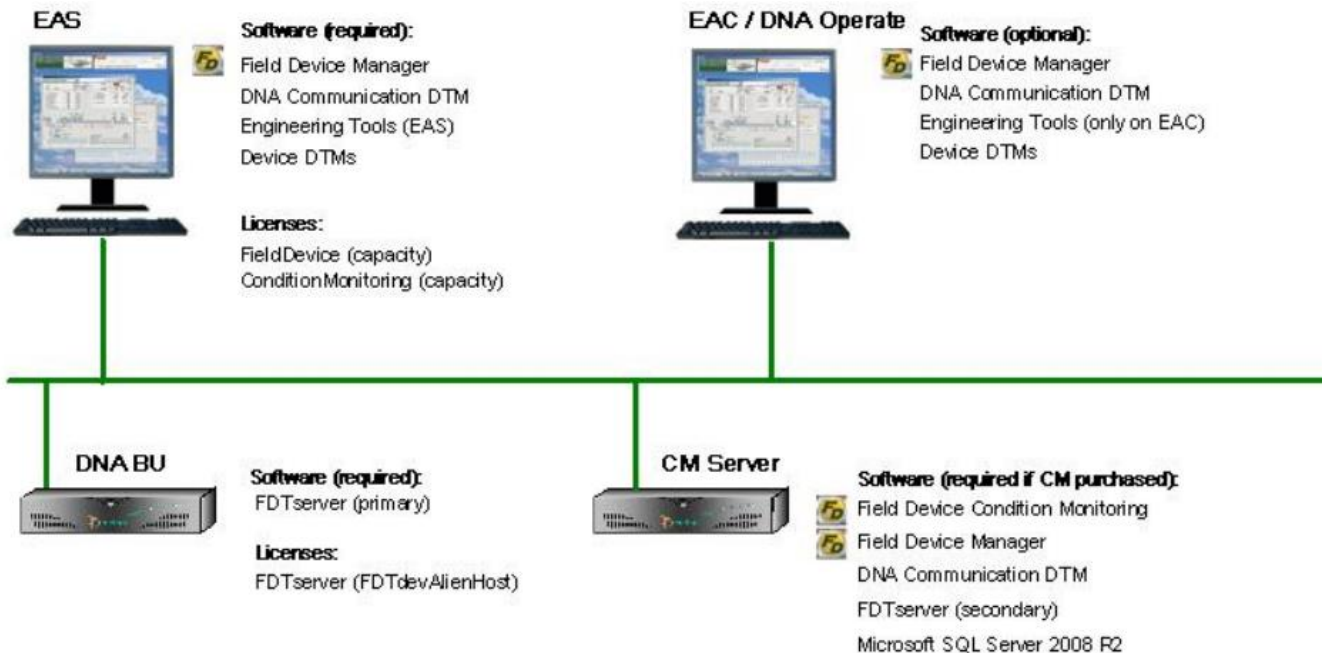
Kuvio 17. Kommunikointikanavan määrittely (FDT Group).

DTM-komponentit voidaan jakaa eri kategorioihin sen mukaan, minkä tyyppistä laitetta tai toimintoa ne edustavat (FDT Group, 2020). Kategorioita ovat mittaus- ja säätölaitteet, moduulit, gateway ja kommunikointirajapinnat. Kategoriat pyrkivät kuvastamaan fyysisiä laitteita, joita DTM-komponentit edustavat, mutta eivät tätä yksiselitteisesti pysty tekemään, vaan pikemminkin luovat suuntaviivat eri kategorioille. DTM-liiketoimintalogiikkaan on sisällytetty tarvittavat laitekohtaiset toiminnot sekä väyläprotokollakohtaiset määrittelyt. Tämä antaa kehyssovellukselle mahdollisuuden hallita laitetta ilman väylä- tai laitekohtaista tietoutta, kunhan oikeaa DTM-liiketoimintalogiikkaa käytetään.

5.2 Field Device Manager

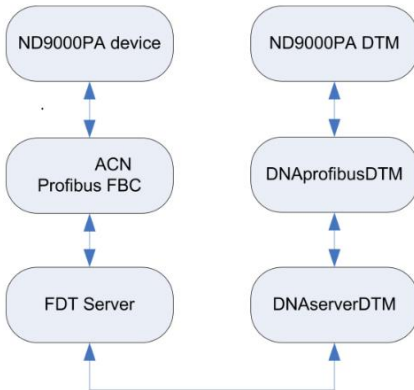
FDM on Valmet DNA -automaatiojärjestelmässä toimiva FDT-kehyssovellus, ja se on integroitu osaksi DNA Explorer -suunnittelutyökalua (Valmet Automation, 2017c). Kenttälaitteita kuvastavia kenttälaitteolioita hallitaan muiden automaatio-sovellusten tapaan DNA Explorerilla, ja ne sijaitsevat myös suunnittelutietokannassa. Varsinaisia DTM-toimintoja käytettäessä avautuu FDM-kehyssovellus, ja kyseessä olevaan laitteeseen voidaan muodostaa yhteys reaaliaikaista seuranta- tai parametrintia varten. Vastaavasti FDM tallentaa laitekohtaiset DTM-datasetit suunnittelutietokantaan.

Jotta kommunikointi FDM-kehyssovelluksesta prosessinohjauspalvelimelle DNA-verkossa olisi mahdollista, täytyy erillisen FDT-palvelimen olla asennettuna verkkosolmuun (Valmet Automation, 2017c). Ensisijainen asennuskohde FDT-palvelimelle on varmennuspalvelin. Kuviossa 18 on esitetty ACN-solmut ja niihin asennetut palvelinohjelmistot.



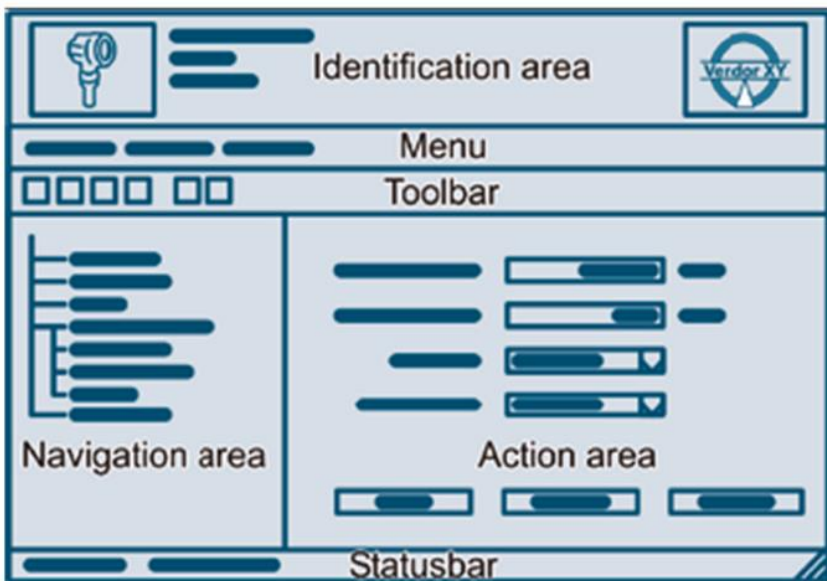
Kuvio 18. FDM-ohjelmistokomponentit DNA-verkossa (Field Device Manager käyttöohje).

Kommunikaation DNA-verkossa kunnonvalvontaohjelmistolta laitteelle tarvitaan useampi kommunikointi DTM-komponentti, joista Valmet käyttää termiä DNA Communication DTM. Ensimmäisenä FDM-kehyssovelluksen kannalta katsottuna on DNAserverDTM, joka tarjoaa kommunikaatorajapinnat FDT-palvelimen kautta prosessinohjauspalvelimelle. Seuraavana sarjassa on riippuen väyläprotokollasta joko DNAserverDTM tai DNAserverDTM, joiden rajapinnat mahdollistavat kommunikoinnin väylälaitteille kenttäväyläohjaimen kautta. Viimeisenä sarjassa on laitekohtainen DTM-komponentti, joka mahdollistaa laiteominaisuuksien hyödyntämisen. Nämä on havainnollistettu kuviossa 19.



Kuvio 19. DTM-laiteparit ja kommunikointi (Valmet Automation, 2017c).

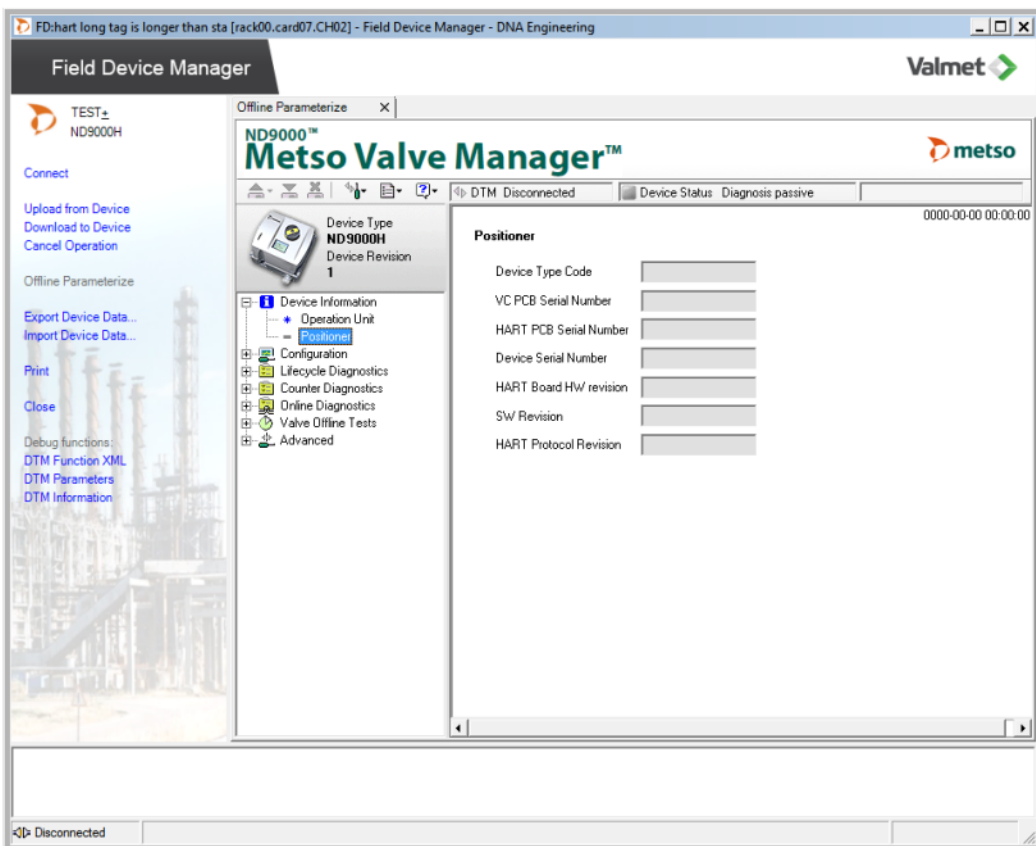
Kuviossa 20 on standardin suositus DTM-käyttöliittymän rakenteesta. DTM Style Guide on ohjeistus DTM-käyttöliittymän suunnitteluun. Tämä ei ole kuitenkaan pakollinen säännöstö, vaan pikemminkin yleisiä ohjeita aiheeseen liittyen (Valmet Automation, 2017c). Tämän takia eri valmistajien käyttöliittymät voivat erota toisistaan paljonkin.



Kuvio 20. DTM-käyttöliittymän yleinen rakenne (Valmet Automation, 2017c).

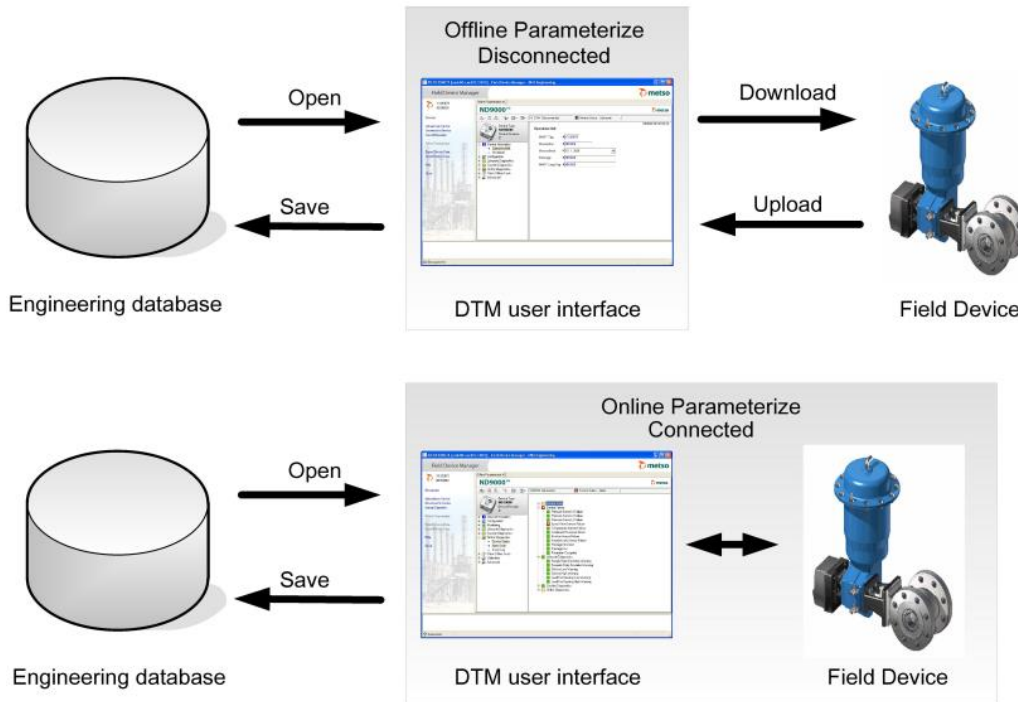
Laitekohtainen DTM-käyttöliittymä, joka on kuviossa 21, aukeaa FDM-kehyssovelluksessa Device DTM user interface -ikkunaan (Valmet Automation, 2017c). Näitä ikkunoita voi olla auki vain yksi per laite-DTM. Jos lisää käyttöliittymätoimintoja avataan samalle laite-DTM:lle, aukeavat ne uuteen välilehteen alkuperäiseen käyttöliittymäikkunaan. Käyttöliittymä avataan DNA Explorerissa klikkaamalla laiteoliota tai ponnahdusvalikon kautta open-komennolla. Tällöin suoritetaan Parametrize DTM -toiminto. Käyttöliittymäikkunassa

laitokohtaiset DTM-toiminnot on sommiteltu ikkunan vasempaan laitaan, josta ne ovat käynnistettävissä. Oikeassa reunassa ovat laitteen parametrit näkyvillä ja keskellä on parametrivalikko. Yläreunassa on esillä laitteen valmistaja ja tyyppi sekä mahdollisesti säätö- ja mittausarvoja, jos DTM on online-tilassa. Ikkunan alareunassa on tilapalkki, josta on nähtävillä DTM:n tila, joka voi olla connected, disconnected tai busy.



Kuvio 21. Neles ND9000 asennoittimen DTM-käyttöliittymä (Valmet Automation, 2017c).

Laitteen parametointia voidaan suorittaa kahdella eri tavalla DTM-käyttöliittymässä, joko offline- tai online-tilassa (Valmet Automation, 2017c). Kuviossa 22 on havainnollistettu online- ja offline-parametointien erot. Offline-parametroinnissa laitteeseen ei tarvitse olla yhteyttä. Silloin DTM-käyttöliittymässä tehdyt parametrimuutokset tallentuvat kyseisen laitteen DTM-datasetin suunnittelutietokantaan, eivät siis laitteelle suoraan. Offlinessa DTM-dataset voidaan suunnittelutietokannasta ladata laitteelle Download to Device -komentilla. Online-parametroinnissa täytyy olla yhteys muodostettuna laitteelle, eli DTM:n tila täytyy olla connected. Parametrimuutokset tallentuvat tällöin suoraan laitteelle eikä erillistä download-toimintoa tarvitse suorittaa. Tehdyt muutokset tallentuvat suunnittelutietokannan DTM-datasettiin automaattisesti, olivatpa ne sitten tehty offline- tai online-tilassa.



Kuvio 22. Havainnekuvio offline- ja online-parametroinnin eroista (Valmet Automation, 2017c).

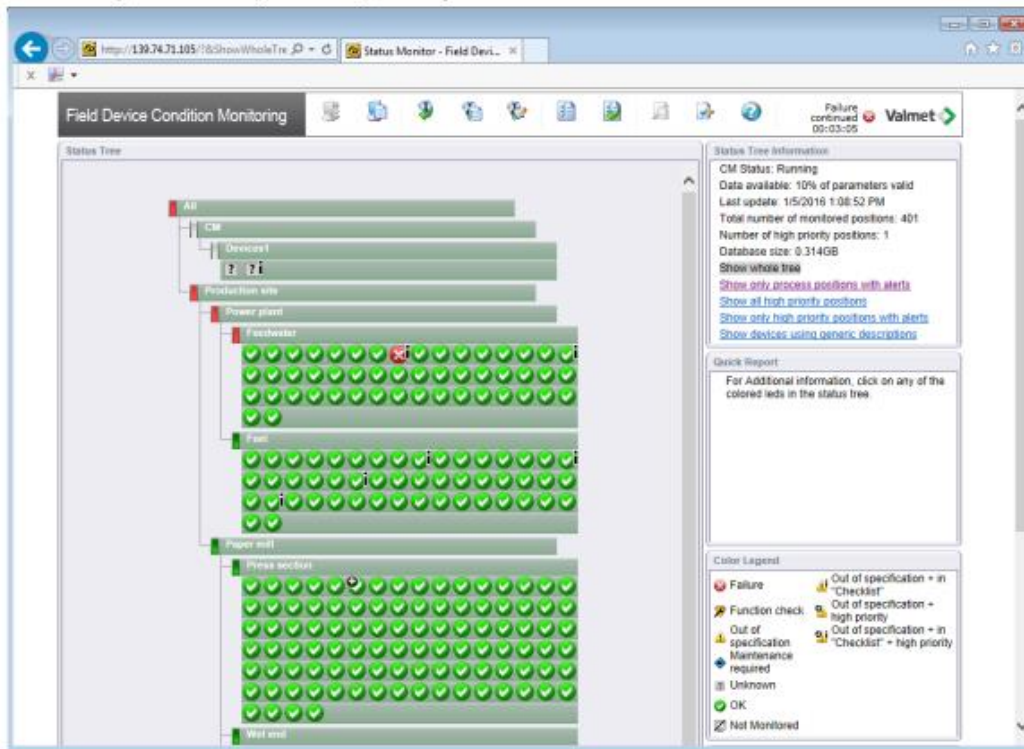
5.3 Field Device Condition Monitoring

Condition Monitoring (CM) on FDM-konseptin kunnonvalvontatyökalu (Valmet Automation, 2017c). Ohjelmisto on lähtökohtaisesti asennettu erilliselle kunnonvalvontapalvelimelle, joka on tyyppiä ACN PO (ks. luku 2.1.2). CM-ohjelmisto kysyy määriteltyjä laiteparametreja kunnonvalvonnan piiriin lisätyiltä laitteilta ja tallentaa ne omaan kunnonvalvonnan tietokantaansa. Laiteparametrien kyselyihin CM käyttää FDM-kehyssovellusta. Laitekohtaisia DTM-tiedostoja ei asenneta kunnonvalvontapalvelimelle, ainoastaan DNA-kommunikoinnin DTM-tiedostot. Laiteparametrien määrittelyihin CM käyttää DTD-tiedostoja eli laitetyyppikuvauksia, ja näitä käytetään ainoastaan CM:n yhteydessä. Laitteiden lisääminen tapahtuu suunnittelupalvelimella tai työasemalla DNA Explorerissa laiteolion ponnahdusikkunan komennolla. CM-kunnonvalvontaohjelmisto rakentuu useista osista, joita kutsutaan moduuleiksi, ja ne ovat:

- Condition Monitoring, joka lukee laiteparametrit laitteilta, jotka ovat kunnonvalvonnan piirissä
- DB-Server, joka tarjoaa tietokantatoiminnot muille CM-moduuleille

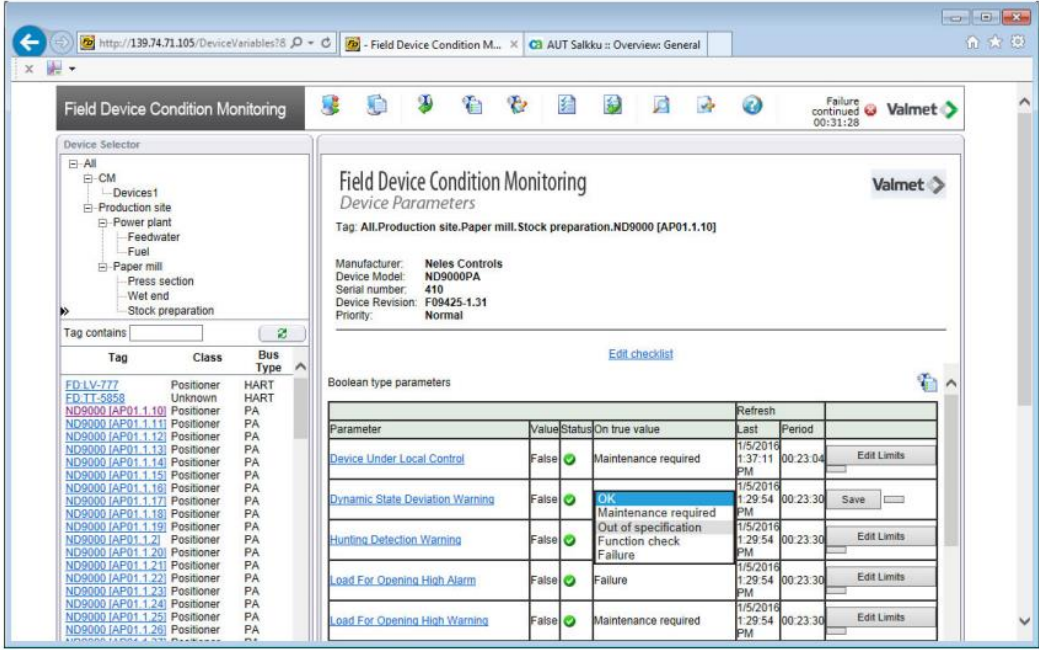
- Emailer eli sähköpostiraporttien lähetys
- Event Forwarder, joka raportoi laitteiden tilamuutoksista DNA-historian tietokantaan
- Guardian, jota käytetään muiden CM-moduulien hallintaan ja tilan osoitukseen
- ODBC-Notifier, joka mahdollistaa laitteiden tilatietojen siirron ulkoiseen tietokantaan
- Soap Server, joka mahdollistaa web-palvelimen yhteyden kunnonvalvonnan tietokantaan
- Web Reporter, joka tarjoaa web-näkymän kunnonvalvontaan loppukäyttäjälle.

Käyttöliittymä kunnonvalvontaan on käyttöhenkilökunnan näkökulmasta selaimen avautuva web-sovellus, joka on saatavilla koko DNA-verkon alueella (Valmet Automation, 2017c). Kuviossa 23 on kunnonvalvontasivun aloitusnäkyvä. Status Tree -alkunäkymässä on esillä kaikki laitoksen kunnonvalvonnan piiriin lisätyt laitteet. Laitteet on jaoteltu DNA Explorerissa määritellyn prosessialuehierarkian mukaisesti, joten on tärkeää, että luoduille laiteolioille määritellään oikea prosessialuehierarkia. Laitteiden sen hetkinen tila osoitetaan tilaa kuvaavalla kuvakkeella. Näkymää voidaan muokata esimerkiksi niin, että näkyvissä ovat vain laitteet, jotka ovat hälytyksellä.



Kuvio 23. CM-kunnonvalvontasivun aloitusnäkö (Valmet Automation, 2017c).

Tarkempiin laitekohtaisiin tietoihin päästään käsiksi klikkaamalla kyseessä olevan laitteen kuvaketta. Saatavilla on muun muassa historialistaus laittilan muutoksista sekä raportti kaikista laitteelta saatavista parametreista ja indikointi niiden nykytilasta. Laitekohtaisessa näkymässä voidaan float-tyyppisten parametrien hälytysrajoja muokata ja määritellä boolean-tyyppisille parametreille ilmoituksen tyyppi, esimerkiksi hälytys tai varoitus, kuten kuviossa 24 näkyy. Laitteille voidaan luoda tarkistuslistoja, joita on kolmea eri tyyppiä: tarkastus, huolto ja laite on huollettavana. CM:n web-käyttöliittymässä on saatavilla useita muunkin tyyppisiä raporttinäkymiä, kuten alueraportti prosessialueittain, pikaraportti laitekohtaisesti tai pikaraportti prosessialueittain. Alueraporteissa on nähtävillä vain laitteiden statusmuutokset sekä laitehistoriaraportti, jossa on kaksi osiota: tila- ja parametrihistoria.



Kuvio 24. CM-laiteparametrinäkymä (Valmet Automation, 2017c).

6 VÄYLÄLAITTEIDEN KUNNONVALVONNAN KEHITTÄMINEN

6.1 Lähtökohdat

Valio Oy:n Seinäjoen tehtaalla käytössä olevassa Valmet DNA -automaatiojärjestelmässä on olemassa edellytykset väylälaitteiden kunnonvalvonnalle. Tarvittavat palvelimet, ohjelmistot ja lisenssit ovat järjestelmässä olemassa, mutta kunnonvalvonnan ominaisuuksia ei hyödynnetä kunnossapidossa kovinkaan paljon. Osalla tehtaan osastoista ei laitteita ole lisätty kunnonvalvonnan piiriin lainkaan. Kunnonvalvonnan kehittäminen Valmet DNA:ssa onkin ollut pitkälti riippuvaista osastojen kunnossapidon sähköautomaatioasiantuntijoiden aktiivisuudesta. Myöskään raportointimahdollisuuksia ei ole hyödynnetty.

6.2 Kunnonvalvonnan laajentaminen

Tässä opinnäytetyössä väylälaitteiden kunnonvalvontaa Valmet DNA:ssa laajennetaan kattamaan B1-alajärjestelmä, joka tarkoittaa vastaanoton ja yhteiskäsittelyn prosessialueita. Aikaisemmin kyseessä olevilla prosessialueilla ei laitteita ollut lisätty kunnonvalvonnan piiriin.

6.2.1 Lisättävien laitteiden määrittely

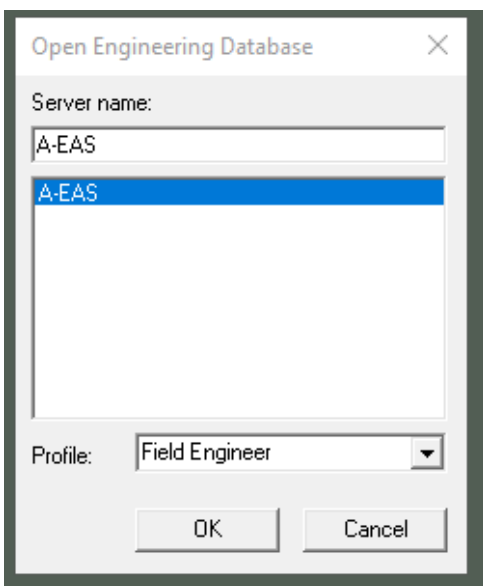
Kaikkia prosessissa olevia mittaus- ja säätölaitteita ei voida lisätä kunnonvalvonnan piiriin, koska CM-palvelimella tulevat vastaan rajoitukset tietokannan koossa ja myös kustannukset nousevat tarvittavien laitelisenssien vuoksi. Tästä syystä joudutaan priorisoimaan, mitä laitteita voidaan lisätä kunnonvalvonnan piiriin. Liitteessä 1 on listaus lisättyistä laitteista jaoteltuna väyläkohtaisesti tarkistuslistan muodossa.

Priorisoinnissa lähdettiin liikkeelle CCP-pisteistä (Critical control point) eli tuoteturvallisuuden kannalta kriittisistä pisteistä ja niihin vaikuttavista laitteista. Pohdinnan jälkeen tultiin siihen tulokseen, että yhteiskäsittelyn pastöörin pastörintilämpötilan säätöventtiili ja lähtevän tuotteen lämpötilasäätimien säätöventtiilit lisätään kunnonvalvonnan piiriin. Myös tärkeimpiä massavirtamittareita lisättiin kunnonvalvonnan piiriin. Tähän perusteluina olivat mittausten vaikutukset tärkeisiin säätöpiireihin ja tiukentuneet tarkkuusvaatimukset raaka-ainevirtojen määrämittauksiin.

Priorisointia pohdittiin myös laitetyyppien kannalta: millaisten laitteiden alkavista vikaantumisista on todennäköisimmin saatavilla hyödyllistä tietoa kunnonvalvonnan kautta kunnosapidolle? Tässä yhteydessä esille tulivat varsinkin säätöventtiilien asennoittimet ja niiden asetus- ja oloarvo sekä staattinen ja dynaaminen poikkeama, joista generoituu hälytys, mikäli säätöventtiili on lisätty kunnonvalvontaan. Poikkeamaa saattaa kehittyä, jos venttiilin karaan kohdistuu paineiskuja. Mikäli jossain vaiheessa poikkeama kasvaa niin suureksi, ettei asennoitin pysty enää säätämään venttiiliä ja säädin ajautuu pois asetusarvostaan, aiheutuu hälytys. Vanhemmissa asennuksissa poikkeamahälytys on varsin hyödyllinen, koska Valmet DNA:n alkuperäisessä säätimen peruspiirissä ei venttiilin takaisinkytkentää lueta järjestelmään eikä täten valvota oletusarvoisesti. Ainoastaan viimeisen noin kahden vuoden aikana on uusissa asennuksissa käytetty uudempaa versiota säätimen peruspiiristä, johon on päivitetty takaisinkytkennän valvonta.

6.2.2 Laitteiden lisääminen kunnonvalvontaan

Kun laitteita lisättiin kunnonvalvontaan, oli ne ensimmäiseksi skannattava väylältä. Tämä tehtiin EAS- tai EAC-työasemalta DNA Explorer -työkalulla. DNA Exploreria käynnistettäessä ohjelma kysyy käyttäjäprofiilia, kuten kuviossa 25, ja siinä vaihtoehtoina on joko Field Engineer tai Application Engineer. Koska tässä yhteydessä käsiteltiin kenttälaitteita, valittiin Field Engineer, jolloin kenttälaitteolioiden käsittelyyn tarvittavat ominaisuudet olivat käytössä.



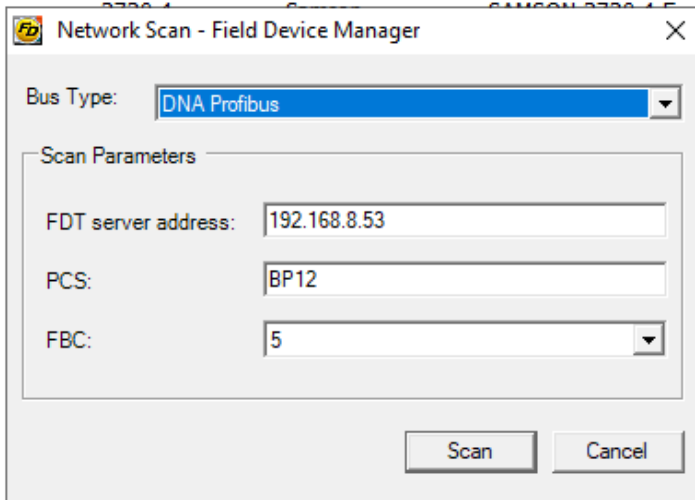
Kuvio 25. DNA Explorer -käyttäjäprofiilin valinta

DNA Explorerin käyttöliittymässä suunnitteluolioiden jaotteluun on olemassa neljä eri jäsentelijää. Tässä yhteydessä käytettiin verkkohierarkiajäsentelijää, joka oli suunniteltu kenttälaiteolioiden hallintaa varten. Verkkohierarkiassa käyttöliittymän vasemmassa laidassa jäsentelyalueella näkyi DNA-verkon verkkotopologia ja kuviossa 26 Seinäjoen tehtaan topologia. Topologiassa oli esitetty DNA-verkon rakenne puumaisena rakenteena aina prosessinohjauspalvelimelta yksittäiseen väylälaitteeseen asti. Oikealla puolella näkyivät valitussa sijainnissa olevat jo skannatut kenttälaiteoliot.

Identifier	Tag	Package ID	Address	Bus Protocol	Device Type	Device Vendor	DTM Device Type	DTM Device Version	DTM Device Class	CN	CN Server	CN Priority	Category	DTM Match Quality
FD:Deltaopt 5		BP12	12	Profibus	Deltaopt5	Endress+Hauser	Deltaopt 5 / FMB ...	1.5.152.344	level				Field Device	exact
FD:DT-15477		BP12	53	Profibus	PROMASS 83 ...	Endress+Hauser	Promag / 83 / PA ...	1.5.152.344	flow	1	192.168.8.53		Field Device	exact
FD:DT-15494		BP12	72	Profibus	PROMASS 83 ...	Endress+Hauser	Promag / 83 / PA ...	1.5.153.348	flow	1	192.168.8.53		Field Device	exact
FD:DT-15495		BP12	73	Profibus	PROMASS 83 ...	Endress+Hauser	Promag / 83 / PA ...	1.5.152.348	flow	1	192.168.8.53		Field Device	exact
FD:DV-15496	373...	BP12	74	Profibus	3730-4	Samson	SAMSON 3730-4 E...	K2.00	positioner	1	192.168.8.53		Field Device	uncertain
FD:DV-15497	373...	BP12	75	Profibus	3730-4	Samson	SAMSON 3730-4 E...	K2.00	positioner	1	192.168.8.53		Field Device	uncertain
FD:FS-1A5132	FS1...	BP12	47	Profibus	PROMASS 83 ...	Endress+Hauser	Promag / 83 / PA ...	1.5.153.348	flow	1	192.168.8.53		Field Device	exact
FD:FS-1A5133	FS1...	BP12	50	Profibus	PROMASS 83 ...	Endress+Hauser	Promag / 83 / PA ...	1.5.153.348	flow	1	192.168.8.53		Field Device	exact
FD:FT-1A5014	FT1...	BP12	36	Profibus	PROMAG 50 ...	Endress+Hauser	Promag / 50 / PA ...	1.5.152.344	flow				Field Device	exact
FD:FT-901102	FT-9...	BP12	79	Profibus	PROMAG 50 ...	Endress+Hauser	Promag / 50 / PA ...	1.5.152.344	flow				Field Device	exact
FD:L3-2508	L3...	BP12	41	Profibus	Deltaopt5	Endress+Hauser	Deltaopt 5 / FMB ...	1.5.155.349	level				Field Device	exact
FD:L3-2509	L3...	BP12	42	Profibus	Deltaopt5	Endress+Hauser	Deltaopt 5 / FMB ...	1.5.152.344	level				Field Device	exact
FD:L3-2510	L3...	BP12	43	Profibus	Deltaopt5	Endress+Hauser	Deltaopt 5 / FMB ...	1.5.155.349	level				Field Device	exact
FD:LC-15101	LC...	BP12	11	Profibus	Deltaopt5	Endress+Hauser	Deltaopt 5 / FMB ...	1.5.155.349	level				Field Device	exact
FD:LV-15081	373...	BP12	16	Profibus	3730-4	Samson	SAMSON 3730-4 E...	K2.00	positioner	1	192.168.8.53		Field Device	uncertain
FD:LV-15101	373...	BP12	15	Profibus	3730-4	Samson	SAMSON 3730-4 E...	K2.00	positioner	1	192.168.8.53		Field Device	uncertain
FD:LV-15442	373...	BP12	78	Profibus	3730-4	Samson	SAMSON 3730-4 E...	K2.00	positioner	1	192.168.8.53		Field Device	uncertain
FD:LV-15465	373...	BP12	23	Profibus	3730-4	Samson	SAMSON 3730-4 E...	K2.00	positioner	1	192.168.8.53		Field Device	uncertain
FD:PT-15128	64...	BP12	81	Profibus	Cerabar M 5x	Endress+Hauser	Cerabar M / Pnk 4x...	1.5.153.348	pressure				Field Device	uncertain
FD:PT-15129	65...	BP12	82	Profibus	Cerabar M 5x	Endress+Hauser	Cerabar M / Pnk 4x...	1.5.153.348	pressure				Field Device	uncertain
FD:PV-15088	373...	BP12	10	Profibus	3730-4	Samson	SAMSON 3730-4 E...	K1.15	positioner	1	192.168.8.53		Field Device	uncertain
FD:PV-15105	373...	BP12	7	Profibus	3730-4	Samson	SAMSON 3730-4 E...	K1.15	positioner	1	192.168.8.53		Field Device	uncertain
FD:TV-15084-1	373...	BP12	8	Profibus	3730-4	Samson	SAMSON 3730-4 E...	K2.00	positioner	1	192.168.8.53		Field Device	uncertain
FD:TV-15087-1	373...	BP12	9	Profibus	3730-4	Samson	SAMSON 3730-4 E...	K2.00	positioner	1	192.168.8.53		Field Device	uncertain
FD:TV-15097-1	373...	BP12	6	Profibus	3730-4	Samson	SAMSON 3730-4 E...	K2.00	positioner	1	192.168.8.53		Field Device	uncertain
FD:TV-15098-1	373...	BP12	5	Profibus	3730-4	Samson	SAMSON 3730-4 E...	K2.00	positioner	1	192.168.8.53		Field Device	uncertain
FD:TV-15476-1	373...	BP12	54	Profibus	3730-4	Samson	SAMSON 3730-4 E...	K2.00	positioner	1	192.168.8.53		Field Device	uncertain
FD:TV-15476-2	373...	BP12	55	Profibus	3730-4	Samson	SAMSON 3730-4 E...	K2.00	positioner	1	192.168.8.53		Field Device	uncertain

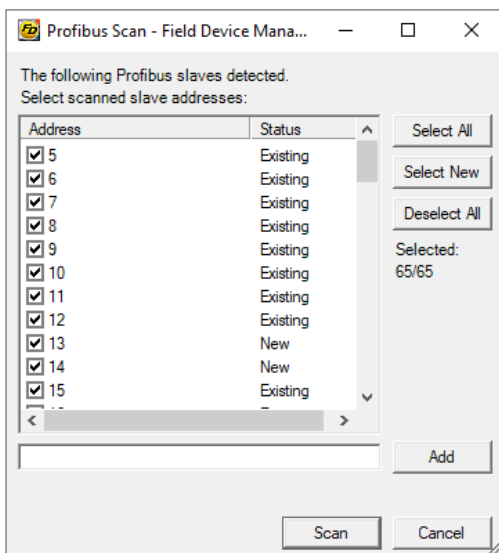
Kuvio 26. DNA Explorer -verkkohierarkia näkymä.

Kun laitteita skannattiin väylältä, valittiin ensin verkkohierarkiasta prosessinohjauspalvelin (PCS) ja kenttäväyläohjain (FBC), jossa skannattavat laitteet sijaitsevat. Hiiren oikealla painikkeella avautui ponnahdusvalikko, josta valittiin komento "Scan Network", minkä jälkeen avautui alla olevan kuvion 27 mukainen FDM-kehyssovelluksen ikkuna. Ikkunasta vahvistettiin skannausalue ja väyläprotokolla, ja tiedot haetaan automaattisesti valitun verkkohierarkiataason mukaisesti.



Kuvio 27. Skannaustoiminnon vahvistaminen.

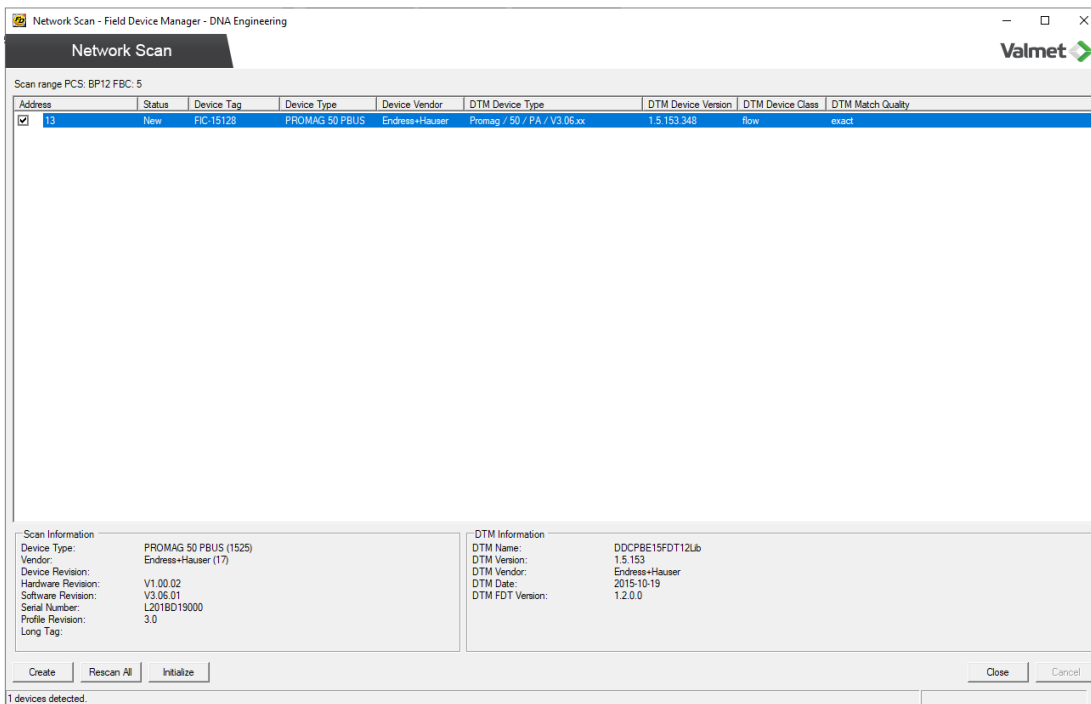
Skannausalueen vahvistamisen jälkeen tuli näkyviin uusi FDM-ikkuna, joka on näkyvissä kuviossa 28. Tässä ikkunassa on lueteltu kaikki valitulta väylältä löytyneet laitteet, myös ne, jotka on skannattu jo ennemmin. Tässä ikkunassa valittiin laitteet, ja skannaaminen tapahtui painamalla Scan-painiketta.



Kuvio 28. Väylältä löytyneet laitteet.

Kun skannaus oli suoritettu, avautui näkyviin alla olevan kuvion 29 näköinen kehyssovelluksen ikkuna, jossa oli esillä skannauksen tulokset. Näkyvissä oli laitteen valmistaja ja tyyppi, laitetunnus ja laitteelle määritellyn DTM-komponentin tiedot. Create-painiketta

painamalla luotiin valituista laitteista kenttälaiteoliot, jotka tallentuivat makasiiniin ja olivat nyt näkyvillä ja muokattavissa DNA Explorerissa.



Kuvio 29. Skannauksen tulokset.

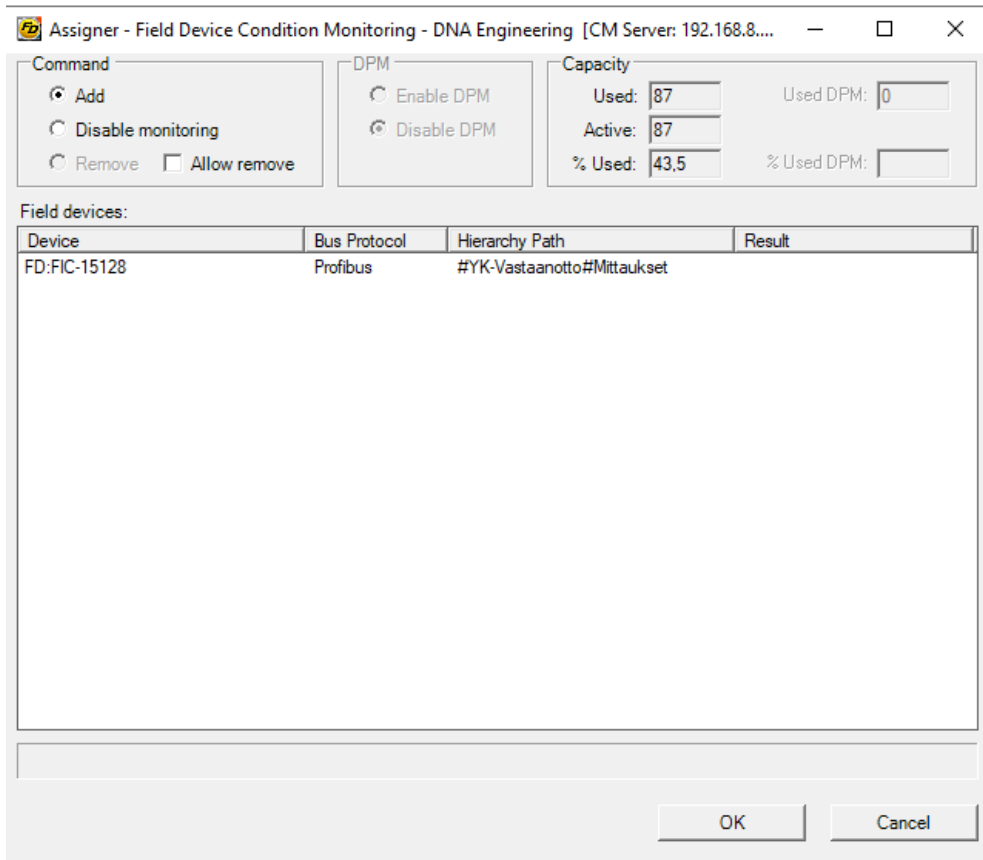
Tässä vaiheessa, kun laitteet oli skannattu ja niistä oli luotu kenttälaiteoliot makasiiniin, ne voitiin lisätä kunnonvalvontaan. Ennen laitteiden lisäämistä täytyi osalle laitteista kuitenkin korjata laitetunnus täsmäämään positiota automaatiojärjestelmän sovelluksessa ja kentällä. Oletusarvoisesti laitetunnus muodostetaan Device Tag -attribuutista, joka luetaan kenttälaitteelta, mutta aina tätä attribuuttia ei ole määritely kenttälaitteelle. Näissä tapauksissa joudutaan laitetunnus korjaamaan manuaalisesti DNA Explorerista. Laitetunnusta ja muita attribuutteja päästiin muokkaamaan painamalla oikeaa painiketta laiteolion päällä ja valitsemalla ponnahtusvalikosta Properties. Kuviossa 30 on Properties-ikkuna, jossa näkyvät attribuutit. Tässä yhteydessä myös laiteoliolle määriteltiin oikea prosessialuehierarkia, mikä on tärkeää, koska kunnonvalvonnan näkymissä laitteet jaotellaan prosessialuehierarkian perusteella.

Identifier	Name	Value	@ Sync	Comment
Identifier	Device identifier	FD:FIC-15128	<input type="checkbox"/>	
Name	Custom attribute		<input type="checkbox"/>	
Description	Custom attribute		<input type="checkbox"/>	
Category	Object category	Field Device	<input type="checkbox"/>	
Tag	Device tag	FIC-15128	<input type="checkbox"/>	
Address	Fieldbus specific address	13	<input type="checkbox"/>	
Bus Protocol	Supported protocol	Profibus	<input type="checkbox"/>	
Bus Protocol Version	Supported protocol version		<input type="checkbox"/>	
Device Type	Device type name	PROMAG 50 PBUS	<input type="checkbox"/>	
Device Type ID	Device type ID	1525	<input type="checkbox"/>	
Device Sub Type ID	Device sub type ID		<input type="checkbox"/>	
Device Vendor	Device vendor	Endress+Hauser	<input type="checkbox"/>	
Device Vendor ID	Device vendor ID	17	<input type="checkbox"/>	
Device Serial Number	Device serial number	L201BD19000	<input type="checkbox"/>	
Device Revision	Device revision		<input type="checkbox"/>	
Device Software Revision	Device software revision	V3.06.01	<input type="checkbox"/>	
Device Hardware Revision	Device hardware revision	V1.00.02	<input type="checkbox"/>	
Device Profile Revision	Device profile revision	3.0	<input type="checkbox"/>	
DTM Match Quality	DTM device type match quality	exact	<input type="checkbox"/>	
DTM Device Type	DTM device type name	Promag / 50 / PA / V3.06.xx	<input type="checkbox"/>	
DTM Device Version	DTM device type version	1.5.153.348	<input type="checkbox"/>	
DTM Device Date	DTM device type date	2015-10-21	<input type="checkbox"/>	
DTM Device Vendor	DTM device type vendor	Endress+Hauser	<input type="checkbox"/>	
DTM Device Class	DTM device type classification ID	flow	<input type="checkbox"/>	
DTM Name	DTM component name	DDCPBE15FDT12Lib	<input type="checkbox"/>	
DTM Version	DTM component version	1.5.153	<input type="checkbox"/>	
DTM Date	DTM component date	2015-10-19	<input type="checkbox"/>	
DTM Vendor	DTM component vendor	Endress+Hauser	<input type="checkbox"/>	
DTM FDT Version	DTM component FDT version	1.2.0.0	<input type="checkbox"/>	
CM	Enable condition monitoring		<input type="checkbox"/>	
CM Server	Condition monitoring server		<input type="checkbox"/>	

OK Cancel Edit

Kuvio 30. Laiteolion Properties-ikkuna.

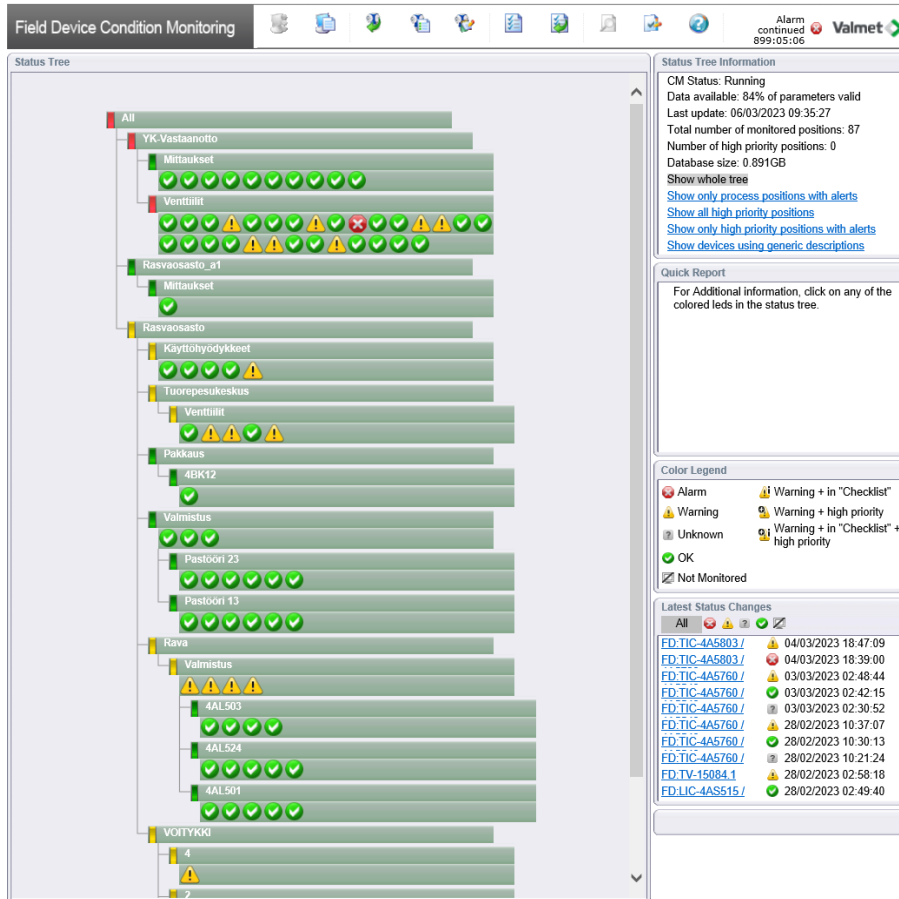
Kun laitteiden attribuutit oli korjattu, laitteet lisättiin kunnonvalvontaan. Tämä tapahtui samasta kenttälaitteolion ponnahdusvalikosta kuin edellä mainittu Properties-toiminto komenolla Assign to condition monitoring. Kun komento valittiin, avautui kuvion 31 mukainen ikkuna, jossa vahvistettiin laitteen/laitteiden lisäys kunnonvalvontaan. Tässä ikkunassa oli näkyvissä myös kunnonvalvontapalvelimen kapasiteetti, jota oli jäljellä opinnäytetyön laitelisäysten jälkeen noin 56 prosenttia. OK-painiketta painamalla laitteet lisättiin kunnonvalvontaan.



Kuvio 31. Vahvistetaan laitteen lisääminen kunnonvalvontaan.

6.3 Loppukäyttäjän käyttöliittymä

Kunnonvalvonnan käyttöliittymän päänäkymä kunnossapitohenkilöstölle on selainpohjainen Status Monitor -näkyvä, jossa tehdään kunnonvalvonnassa olevat laitteet on lajiteltu puumaisessa muodossa prosessialuehierarkian mukaisesti. Alla, kuviossa 32, on Valion Seinäjoen tehtaan kunnonvalvonnan päänäkymä sen jälkeen, kun opinnäytetyön tuloksena oli laitteita lisätty. Kaikkiaan 87 laitetta on kunnonvalvonnan piirissä tällä hetkellä. Web-käyttöliittymään päästään käsiksi myös toimistoverkon puolelta, ei pelkästään DNA-verkosta, mikä varmasti lisää käytettävyyttä huomattavasti. Täytyy vain tietää kunnonvalvontapalvelimen IP-osoite ja portti, jota http-serveri kuuntelee.



Kuvio 32. Valion Seinäjoen tehtaan kunnonvalvonnan päänäkymä.

Käyttöliittymässä saadaan näkyviin myös yksityiskohtaisempia näkymiä, kuten alueraportteja prosessialuehierarkian mukaisesti, joissa laitestatusten muutokset on esitetty listauksena aikajärjestyksessä. Alla olevassa kuviossa 33 on esitettynä opinnäytetyössä lisätyn prosessialueen alueraportti. Kuten kuvista näkyikin, on opinnäytetyön yhteydessä lisättyjen laitteiden joukossa useita laitteita, joiden status on joko varoituksella tai hälytyksellä. Suurin osa poikkeavista statuksista johtui säätöventtiilin asennoittimen nollapisteen poikkeamasta eli takaisinkytkentä ei enää vastannut ohjearvoa.

The screenshot displays the 'Field Device Condition Monitoring' software interface. On the left is an 'Area Selector' tree with a hierarchical view of areas including 'YK-Vastaanotto', 'Rasvaosasto', and 'Rava'. The main window shows an 'Event Filter' and an 'Area Report' for 'YK-Vastaanotto'. The report includes a table of events with columns for Date, Status, Process Position, and Device Parameters. The events are sorted by date, showing various warnings and alarms from February 2023 to January 2023. The status icons range from yellow (Warning) to red (Alarm). The device parameters often indicate 'Zero point error (Limit position) Maintenance required'.

Date	Status	Process Position	Device Parameters
28/02/2023 02:58:18	Warning	FD.TV-15084.1	Zero point error (Limit position) Maintenance required
28/02/2023 02:48:23	Warning	FD.FV-15493	Zero point error (Limit position) Maintenance required
28/02/2023 02:46:45	Warning	FD.TV-15412	Zero point error (Limit position) Maintenance required
28/02/2023 02:41:09	Warning	FD.DV-15497	Zero point error (Limit position) Maintenance required
21/02/2023 03:11:12	Warning	FD.FV-15492	Zero point error (Limit position) Maintenance required
21/02/2023 03:10:50	Warning	FD.DV-15496	Zero point error (Limit position) Maintenance required
21/02/2023 03:08:01	Warning	FD.DV-15497	Zero point error (Limit position) Maintenance required
21/02/2023 02:41:32	Warning	FD.FV-15493	Zero point error (Limit position) Maintenance required
27/01/2023 22:33:00	Warning	FD.TV-15084.1	Zero point error (Limit position) Maintenance required
27/01/2023 22:31:51	Warning	FD.TV-15098.1	Zero point error (Limit position) Maintenance required
27/01/2023 22:31:36	Alarm	FD.TV-15476.1	Memory Error
27/01/2023 22:29:40	Alarm	FD.PV-15433	Failure in measurement
27/01/2023 22:29:40	Warning	FD.DV-15497	Zero point error (Limit position) Maintenance required
27/01/2023 22:29:40	Warning	FD.DV-15496	Zero point error (Limit position) Maintenance required
27/01/2023 22:26:46	Warning	FD.FV-15493	Zero point error (Limit position) Maintenance required
27/01/2023 22:26:35	Warning	FD.FV-15492	Zero point error (Limit position) Maintenance required
27/01/2023 22:25:47	Warning	FD.TV-15412	Zero point error (Limit position) Maintenance required

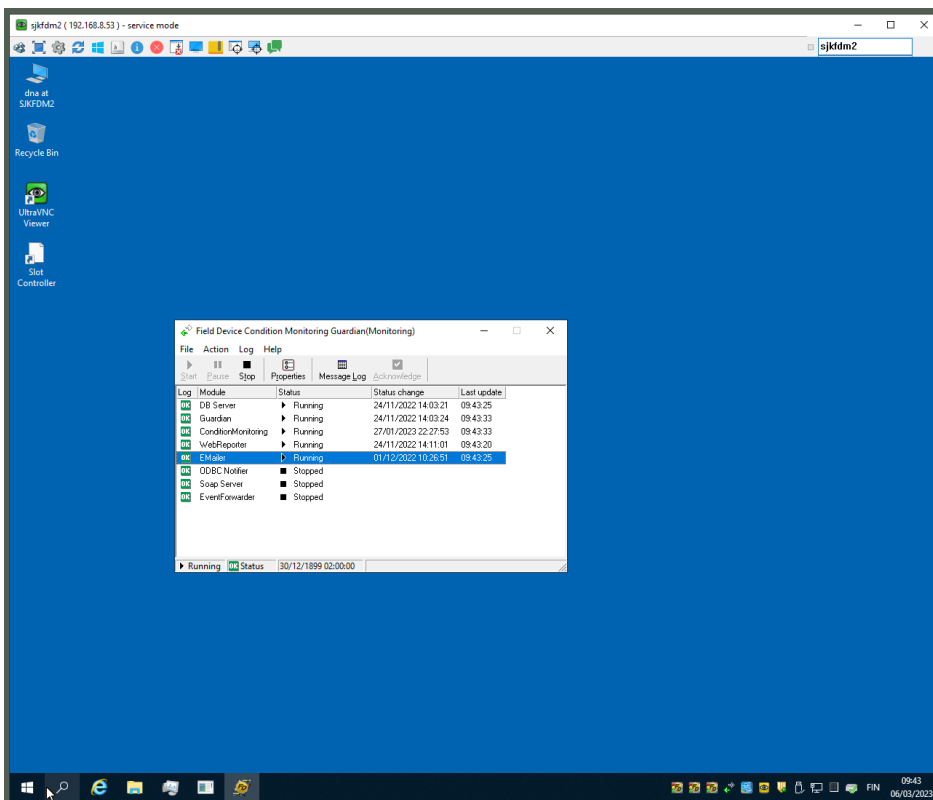
Kuvio 33. Yhteiskäsittelyn ja vastaanoton alueraportti.

6.4 Raportoinnin kehitys

Opinnäytetyössä paneuduttiin myös kunnonvalvonnan raportoinnin kehittämiseen. Mahdollisten vaihtoehtojen punnitsemisen jälkeen päädyttiin ottamaan kehityskohteeksi sähköpostiraportointi, johon oli olemassa valmis moduuli kunnonvalvontaohjelmistossa. Tässä ominaisuudessa kunnonvalvontapalvelin lähettää laitestatusten poikkeamaraportin käyttäjän määrittämällä syklillä sähköpostin muodossa.

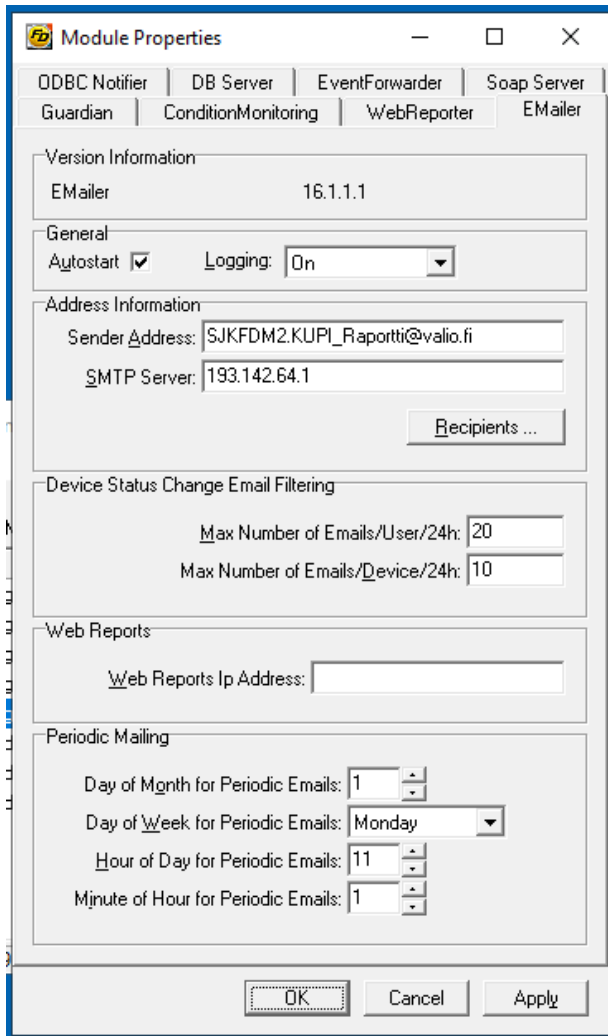
Ominaisuuden käyttöönotto vaati kuitenkin, että kunnonvalvontapalvelimelta DNA-verkosta oli saatava yhteys konsernin toimistoverkkoon smtp-sähköpostipalvelimelle. Tietohallinnon ja tietojärjestelmistä vastaavan asiantuntijan kanssa tehtyjen selvitysten jälkeen voitiin todeta, että tämä oli mahdollista toteuttaa tietoturva-vaatimusten puitteissa.

Kun tarvittavat palomuurien sääntömuutokset ja reititykset oli tilattu tietohallinnolta sekä varmistettu niiden toteutuminen, voitiin yhteyttä testata. Testaus suoritettiin komentokehoteelta ping-komennolla kunnonvalvontapalvelimen päästä. Kun yhteys oli testattu ja todettu toimivaksi, aloitettiin konfigurointi kunnonvalvontapalvelimella. Ensimmäisenä otettiin VNC-yhteys kunnonvalvontapalvelimelle EAS-koneelta. Sähköpostiraportointia suorittavan EMailer-moduulin konfigurointi suoritettiin CM Guardian -moduulilla, jolla hallitaan myös kaikkia muita kunnonvalvontaohjelmiston moduuleita. Alla kuviossa 34 näkyy Guardian-moduulin hallintaikkuna.



Kuvio 34. VNC-yhteys kunnonvalvontapalvelimelle.

Guardian-moduulin hallintaikkunasta päästiin konfigurointitilaan painamalla properties-painiketta. Properties-ikkuna on kuvattu kuviossa 35. EMailer-moduulille määriteltiin sähköpostiosoite, joka oli luotu tätä raportointia varten. Tämän lisäksi määriteltiin smtp-palvelimen IP-osoite toimistoverkon puolella. Myös vastaanottajien sähköpostiosoitteet ja valinnat, minkälaisia raportteja lähetetään ja kuinka usein, tehtiin tässä vaiheessa. Testausvaiheessa otettiin käyttöön vuorokausikohtainen raportointi, ja vastaanottajina olivat opinnäytetyön tekijä ja tietojärjestelmästä vastaava.



Kuvio 35. EMailer-moduulin konfigurointi ikkuna.

Kun tarvittavat määrytykset olivat tehty, käynnistettiin kunnonvalvontaohjelmistot uudelleen ja jäätiin odottamaan raportin lähetystä. Seuraavan vuorokauden vaihtuessa raportti lähetettiin onnistuneesti vastaanottajille. Sähköposti pitää sisällään paitsi listauksen laitteista, joiden status on muuttunut raportointisyklin aikana, myös URL-linkin FDM-palvelimen muodostamaan web-raporttiin. Liitteessä 2 on kunnonvalvonnan lähettämä sähköpostiraportti.

7 POHDINTA JA YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää väylälaitteiden kunnonvalvonnan mahdollisuuksia Valmet DNA -automaatiojärjestelmässä ja sitä, miten näitä mahdollisuuksia voitaisiin hyödyntää kunnossapidossa. Kehityskohteiksi valikoituivat kunnonvalvonnan laajentaminen ja raportoinnin kehittäminen. Työn tekemisen aikana perehdyttiin kattavasti FDT- ja DTM-tekniologioihin. Tämän jälkeen voitiin sujuvasti siirtyä selvittämään, kuinka FDT-tekniologia oli toteutettu Valmet DNA:ssa. FDM-kehyssovelluksen ja CM-kunnonvalvontaohjelmistojen toimintaa ja ominaisuuksia opiskeltiin Valmet DNA -järjestelmämanuaaleista.

Kun tarvittava tietotaito Valmet DNA:n kunnonvalvontatyökaluista oli omaksuttu, voitiin siirtyä toteutukseen eli kunnonvalvonnan laajentamiseen yhteiskäsittelyn ja vastaanoton prosessialueille. Lisättävien laitteiden priorisoinnissa keskityttiin tuoteturvallisuuden ja prosessin kannalta kriittisiin laitteisiin. Kaiken kaikkiaan 39 laitetta lisättiin kunnonvalvonnan piiriin tämän opinnäytetyön yhteydessä. Laitteiden lisäämisen jälkeen tulikin ilmi, että lisätystä laitteista useiden status oli varoituksella tai hälytyksellä eli ne vaativat siis huolto- tai korjaustoimenpiteitä.

Kun laitteet oli onnistuneesti lisätty kunnonvalvontaan, keskityttiin sähköpostiraportointiominaisuuden käyttöönottoon CM-palvelimella. Tähän tarvittiin ulkopuolista apua tietohallinnosta, koska opinnäytetyöntekijällä ei ollut tarvittavia oikeuksia palomuurisääntöjen muokkaamiseen. Myös yrityksen sähköpostipalvelimelle tehdyt muutokset jouduttiin tilaamaan edellä mainitulta taholta. Valmet DNA:han tarvittavat muutokset ja konfiguroinnit tehtiin kuitenkin itse. Raportointiominaisuus saatiin onnistuneesti otettua käyttöön, mutta opinnäytetyön loppuvaiheessa raportit lähtivät ainoastaan opinnäytetyön tekijälle.

Kokonaisuutena tekijän mielestä opinnäytetyön tavoitteet saavutettiin. Kunnonvalvonnan kattavuutta laajennettiin suunnitellusti ja raportointiominaisuudet saatiin otettua käyttöön. Työn aikana opittiin kattavasti FDT-konseptista ja siihen liittyvistä komponenteista ja rajapinnoista. Osaaminen Valmet DNA:n suhteen kehittyi työn aikana, ja kynnys tehdä muutoksia ja ottaa ominaisuuksia käyttöön järjestelmässä yleisimminkin madaltui.

Väylälaitteiden kunnonvalvonnasta on varmasti hyötyä automaatiokunnossapidossa, ja sillä voidaan osaltaan ehkäistä tuotantoa keskeyttäviä vikaantumisia. Kunnonvalvonnan keinoin ei varmastikaan pystytä kaikkia prosessiajon aikaisia mitta- ja toimilaitteiden

rikkoontumisia estämään, mutta ainakin osa työkuormituksesta kyetään todennäköisesti siirtämään suunniteltuihin huolto- ja korjaustoimenpiteisiin. Nähtäväksi jää, kuinka hyvin kunnonvalvonnan työkalujen ja raportoinnin käyttöä saadaan liitettyä osaksi kunnossapidon arkea. Tähän varmasti vaikuttaa osastojen kunnossapitotiimien motivaatio ja aktiivisuus asian suhteen. Myös kunnossapidon johdon näkemys asian tärkeydestä on oleellista, mikäli kunnonvalvonnan työkaluja halutaan ajaa aktiiviseen käyttöön kunnossapidon arjessa. Jatkokehityksestä voisi mainita ainakin kunnonvalvonnan laajentamisen niille prosessin alueille, joilla sitä ei vielä ole hyödynnetty. Myös tulevaisuuden projekteissa, joissa prosessia laajennetaan tai uusitaan, voisi pohtia, asennetaanko projektin puitteissa sellaisia laitteita, jotka olisi syytä lisätä kunnonvalvonnan piiriin.

LÄHTEET

FDT Group. (2020). *FDT3.0 Technical Specification*. <http://www.fdtgroup.org/>

Heinonkoski, R. & Luotonen, O. (2013). *Kone- ja prosessiautomaation kunnossapito*. Opetushallitus.

Järviö, J. & Lehtiö, T. (2017). *Kunnossapito: tuotanto-omaisuuden hoitaminen*. (6.p). Pro-maint.

Powell, J. & Vandeline, H. (2013). *Catching the process fieldbus an introduction to PROFIBUS for process automation*. Momentum Press.

PROFIBUS & PROFINET International (PI). (2016). *PROFIBUS System Description Technology and Application*.

PSK Standardisointiyhdistys. (2022). *PSK 6201* (4.p).

Valmet Automation. (i.a.-a) *Distributed control system (DCS) for process automation*. Haettu 12.11.2022. <https://www.valmet.com/automation/distributed-control-system/>

Valmet Automation. (i.a.-b) *System architecture*. Haettu 14.11.2022. <https://www.valmet.com/automation/distributed-control-system/system-architecture/>

Valmet Automation. (2011). *ACN tekninen käsikirja*.

Valmet Automation. (2017a). *DNA Explorer käyttöohje*.

Valmet Automation. (2017b). *Function Block CAD käyttöohje*.

Valmet Automation. (2017c). *Valmet Field Device Manager käyttöohje*.

Valmet Automation. (2019). *Valmet DNA Suunnittelukurssin opetusmateriaali*.

LIITTEET

Liite 1. Listaus kunnonvalvontaan lisäyistä laitteista

Liite 2. Kunnonvalvonnan sähköpostiraportti

Liite 1. Listaus kunnonvalvontaan lisäyistä laitteista

Positio	Osoite	Skannattu väylälle	Hierarkia OK	Lisätty kunnonvalvontaan
Pastööri 1	BP11m6_P1C-D			
LV-15402	17			
PV-15404	20			
FT-15410	24			
PV-15413	39			
DV-15417	41			
DT-15417	15			
TV-15412	42			
TV-15416.1	43			
TV-15416.2	44			
Pastööri 2	BP11m6_P1A-B			
FT-15430	9			
PV-15424	52			
TV-15436.1	57			
TV-15436.2	58			
TV-15432	93			
TV-15492	5			
TV-15493	6			
FT-15490	7			
FT-15491	8			
LV-15422	13			
PV-15433	101			
Pastööri 3	BP12m5_P2A			
DT-15494	72			
DT-15495	73			
DV-15496	74			
DV-15497	75			
LV-15442	78			
Pastööri 4	BP12m5_P2B			
LV-15465	33			
DT-15477	53			
TV-15476.1	54			
TV-15476.2	55			
KER_PAS 1	BP12m5_P1A			
TV-15098.1	5			
TV-15097.1	6			
PV-15105	7			
LV-15101	15			
FI-1A5132	47			
KER_PAS 2	BP12m5_P1A			
TV-15084.1	8			
TV-15087.1	9			
PV-15088	10			
LV-15081	16			
FI-1A5133	50			

Liite 2. Kunnonvalvonnan sähköpostiraportti

Field Device CM Periodic Status Changes



SJKFDM2.KUPI_Raportti@valio.fi
Vastaanottaja Pitkämäki Juha-Petteri

Lähetit viestin edelleen 2.12.2022 15:30.

Käännä viesti kielelle: Suomi | Älä koskaan käännä kielestä: Englanti | Kääntämisen asetukset

Vastaa
 Vastaa kaikille
 Lähetä edelleen

pe 2.12.2022 0.00

CAUTION: This email originated from outside of the organization. Do not click links or open attachments unless you recognize the sender and know the content is safe.

FieldReport from 01/12/2022 00:00:06 to 02/12/2022 00:00:06

Timestamp	Status	Position
01/12/2022 20:57:54	Warning	All.Rasvaosasto.Tuorepesukeskus.Venttiilit.FD:4CTV57

link to Field Report in Web:

<https://eur02.safelinks.protection.outlook.com/?url=http%3A%2F%2F192.168.8.53%3A8080%2FFieldReport%3FStartTime%3D01%2F12%2F2022%252000%3A00%3A06%26EndTime%3D02%2F12%2F2022%252000%3A00%3A06&data=05%7C01%7CJuha-Petteri.Pitkamaki%40valio.fi%7Cc3297d8934bb43e96dae08dad3e76c93%7C9c72d32e66f44e08b55a5bde33f76942%7C0%7C0%7C638055288159462335%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJWljojIjAwMDAilCJQljoiv2luMzliLjBTiil6k1haWwllCjVCI6Mn0%3D%7C3000%7C%7C%7C&data=5oBS2f9ydJ7yVOxpMxTcZgMs9LnXLAglYoa3AUCBjdm%3D&reserved=0>

