

Tero Koivikko

VÄYLÄANALYYSI PILOT-LAITTEISTOSSA

VÄYLÄANALYYSI PILOT-LAITTEISTOSSA

Tero Koivikko
Opinnäytetyö
Syksy 2019
Automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Tekijä: Tero Koivikko
Opinnäytetyön nimi suomeksi: Väyläanalyysi Pilot-laitteistossa
Opinnäytetyön nimi englanniksi: Pilot Process Bus Analysis
Työn ohjaaja: Manne Tervaskanto
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2019
Sivumäärä: 27

Opinnäytetyön aiheena oli etsiä Oulun ammattikorkeakoulun käyttöön edullinen ja ominaisuuksiltaan hyvä sovellus analysoimaan koulun käytössä olevaa PROFINET-väylää. PROFINET on Ethernet-teknologiaan perustuva väyläteknologia, jota käytetään automaation tiedonsiirrossa. Sitä analysoimaan on kehitetty sovelluksia, jotka helpottavat sen tutkimista ja kunnossapitoa. Tavoitteena oli löytää sopiva sovellus ja pyytää siitä tarjous koululle.

Työ alkoi tutustumalla PROFINET-väylään ja sitä analysoiviin sovelluksiin. Sovellusten toimintaa ja ominaisuuksia tutkittiin. Hintaa ja sovellusten monipuolisuutta vertailtiin ja lopulta päädyttiin yhteen sovellukseen, josta pyydettiin tarjous.

Tuloksena työstä on tarjous koululle Procentec Netilities -sovelluksesta, joka on edullinen ja ominaisuuksiltaan monipuolinen sovellus PROFINET-väylän tutkimiseen. Lisäksi sovellusten käyttämät protokollat ja sovelluksen mittaamat suureet on tutkittu.

Asiasanat: kenttäväylät, tietoliikenneverkot, prosessiautomaatio

ABSTRACT

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

Author: Tero Koivikko
Title of thesis: Pilot Process Bus Analysis
Supervisor: Manne Tervaskanto
Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2019
Pages: 27

The subject of this thesis was to find an inexpensive and versatile analyzer for analyzing PROFINET network for Oulu University of Applied Sciences. PROFINET is a fieldbus technology based on Ethernet, which is used to transfer information in automation. There are different analyzing applications for PROFINET, which are used in investigation and maintenance of the network. The goal was to find a suitable application for the school's use and ask for an offer.

The thesis started with gathering information about PROFINET and the PROFINET analyzers. The features of the analyzers were examined and compared. When a suitable application was found, an offer was requested.

As a result there is an offer for Procentec Netilities software, which is an affordable and a versatile application for analyzing PROFINET networks. In addition the protocols used by the applications and the physical quantities which the application measures are examined.

Keywords: fieldbus, information technology, process control

ALKULAUSE

Kiitän opinnäytetyön toimeksiantajaa lehtori Tero Hietasta ja ohjaavaa opettajaa lehtori Manne Tervaskantoa. Kiitos myös avusta opinnäytetyön kanssa Juha Korpimäelle.

4.11.2019 Tero Koivikko

SISÄLLYS

LYHENTEET	7
1 JOHDANTO	8
2 VÄYLÄTEKNOLOGIAT	9
2.1 Kenttäväylät	9
2.2 Teollisuus-Ethernet	10
3 PROFINET	12
4 VÄYLÄANALYYSI	15
3.1 CSMT PNT Pro	16
3.2 Procentec Netilities	16
3.3 Siemens PRONETA	18
4 VÄYLÄANALYYSI PILOT-LAITTEISTOSSA	20
5 VÄYLÄANALYYSISOVELLUKSEN VALINTA	25
6 YHTEENVETO	27
LÄHTEET	

LYHENTEET

HTTP	Hypertext Transfer Protocol
I/O	Input/output
IP	Internet Protocol
IT	Informaatiotekniikka
LLDP	Link Layer Discovery Protocol
SNMP	Simple Network Management Protocol
TCP	Transmission Control Protocol
UDP	User Datagram Protocol

1 JOHDANTO

Oulun ammattikorkeakoulun automaatiolaboratoriossa sijaitseva Pilot-prosessi esittää virvoitusjuomalinjastoa pienoiskoossa. Se koostuu kolmesta säiliöstä, joissa käsitellään vettä lämmittämällä, sekoittamalla ja värjäämällä sitä. Viimeisestä säiliöstä vesi annostellaan astioihin.

Pilot-prosessi käyttää tiedonsiirtoon PROFINET-teknologiaa, joka on Ethernet-pohjainen väyläteknologia. PROFINET-väylää analysoimalla saadaan tietoa tiedonsiirron toimivuudesta ja saadaan diagnostiikkatietoja väylään liitetyiltä laitteilta. Diagnostiikkatietoja voidaan käyttää kunnossapidon ennakoinnissa ja vianmäärityksessä.

Työn tavoitteena oli tutustua eri PROFINET-väylää analysoiviin sovelluksiin ja pyytää tarjous sopivaksi valitusta sovelluksesta Oulun ammattikorkeakoululle. Työssä selvitettiin, mitä sovellukset PROFINET-väylästä mittaavat ja mikä niistä olisi hinnaltaan ja ominaisuuksiltaan sopivin Oulun ammattikorkeakoulun käyttöön. Väyläanalyysisovellusta käytetään opetuskäytössä olevan Pilot-laitteiston väylän tutkimiseen, joten sovelluksen tulisi olla selkeä ja monipuolinen.

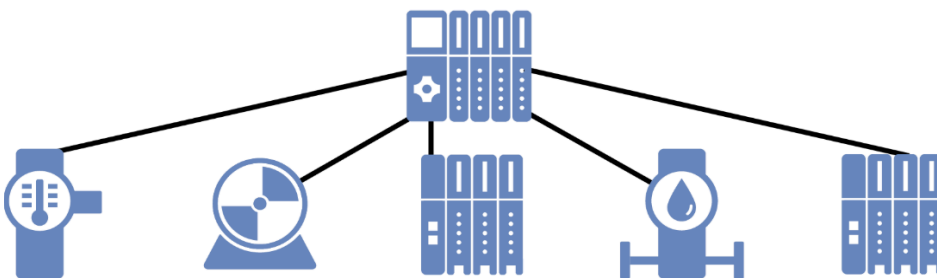
2 VÄYLÄTEKNOLOGIAT

Väyläteknologioita käytetään siirtämään tietoja ohjaimilta laitteille ja laitteilta ohjaimille. Väyläteknologioita käytetään paljon teollisuuden ja rakennusten automaatiassa ja väyläteknologioita on useita erilaisia.

Automaatiassa siirtyminen analogisista signaaleista I/O-kommunikointiin ja siitä digitaalisiin kenttäväyliin tarjoaa monia etuja, kuten vähenevän kaapeloinnin ja vahvoja diagnostiikkaominaisuuksia. Siirtyminen kenttäväylistä Ethernet-teknologian käyttöön on vastaava harppaus modernimpaan teknologiaan. (1, s. 2.)

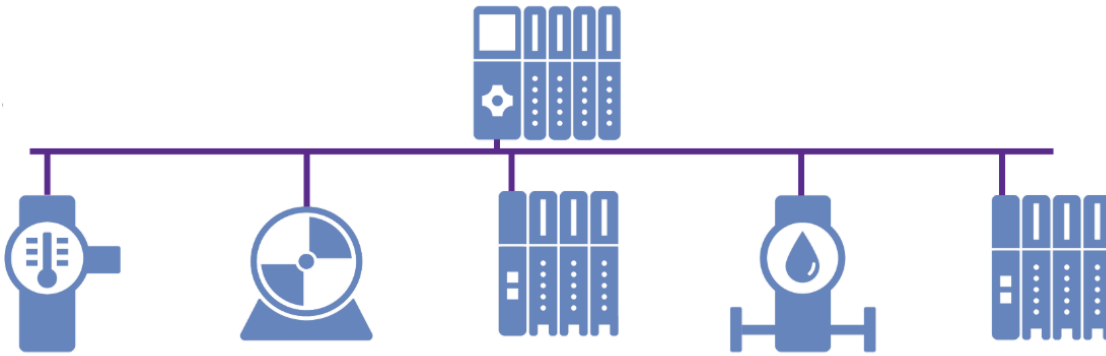
2.1 Kenttäväylät

Analogisten signaalien heikkous on yksisuuntainen viestintä (Kuva 1). Vain mitatut, analogiset viestit liikkuvat joko antureilta ohjaimelle tai ohjaimelta toimilaitteille. (2.)



KUVA 1. Analoginen järjestelmä: yksisuuntainen kommunikaatio (2)

Kenttäväylässä kommunikointi on digitaalista ja kaksisuuntaista. Suunnittelu, dokumentointi ja kaapelointi on paljon yksinkertaisempaa, koska jokaista instrumenttia ei tarvitse johdottaa erikseen automaatiojärjestelmältä asti (Kuva 2). (2.)



KUVA 2. Kenttäväyläjärjestelmä: kaksisuuntainen digitaalinen kommunikointi (2)

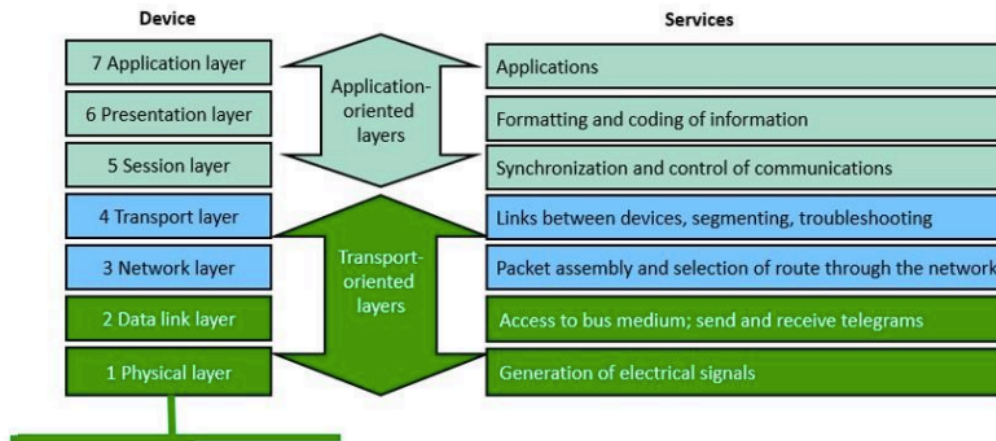
Kenttäväyläjärjestelmiä käytetään liittämään kentälaitteita, kuten taajuusmuuttajia ja hajautettua I/O:ta automaatiojärjestelmään. Kenttäväylää käytettäessä automaatiojärjestelmällä on tieto toimilaitteiden ja antureiden tilasta (2).

Yksi eniten käytetyistä kenttäväyläistä on PROFIBUS. PROFIBUS-väylässä tieto kulkee pääosin sykleissä. Tietoa lähtee ohjaimelta laitteelle, laite lähettää tietoa takaisin ja sykli alkaa alusta. Parametrien ja kokoonpanoasetusten syöttäminen tapahtuu ei-syklisesti. PROFIBUS-väylän lisäksi paljon käytettyjä kenttäväyliä ovat mm. AS-Interface, CAN ja Modbus. (2; 3.)

2.2 Teollisuus-Ethernet

Teollisuus-Ethernet pohjautuu tavalliseen Ethernet-verkkoon, johon myös Internet perustuu. Tämä mahdollistaa Ethernetin monien etujen, kuten verkkorakenteiden helpon laajennettavuuden ja valmiiksi hyvin testatun laitteiston hyödyntämisen tuotannossa ja prosessiautomaatioissa. Teollisuus-Ethernetin suurimpia etuja on sen kattavat diagnostiikkaominaisuudet. (4.)

Teollisuus-Ethernetin käyttö luo automaatiojärjestelmistä yhtenäisempiä ja tarjoaa käyttäjälle pääsyn laitteiden ohjaukseen ja diagnostiikkaan etänä. Ethernet-pohjainen kommunikointi voidaan esittää ISO/OSI-vertailumallilla (Kuva 3), joka on seitsemänkerroksinen malli, jossa jokaisella kerroksella on nimi ja tehtävä (1, s. 2).



KUVA 3. ISO-OSI Malli (1, s. 2)

Automaatiossa tiedon pitää siirtyä kohteeseen ennustettavasti ja mahdollisimman reaaliaikaisesti. Tämä luo haasteen Ethernet-tekniikan käytölle automaatiossa, sillä tavallisen Ethernet-verkon välityksellä tieto siirtyy lähettäjältä vastaanottajalle joissakin sekunneissa, kun taas teollisuudessa aikavaade voi olla vain joitakin millisekunteja. Haasteita korjaamaan on kehitetty useita eri standardeja, kuten PROFINET, EtherCAT, EtherNet/IP ja POWERLINK. (4; 5.)

3 PROFINET

PROFINET on standardi, joka on kehitetty soveltamaan Ethernet-teknologia käytettäväksi automaation tiedonsiirrossa. PROFINET mahdollistaa tiedonsiirron kohteeseen jopa alle yhdessä millisekunnissa. PROFINET toimii myös langattomasti WiFi-verkon tai Bluetooth-yhteyden kautta.

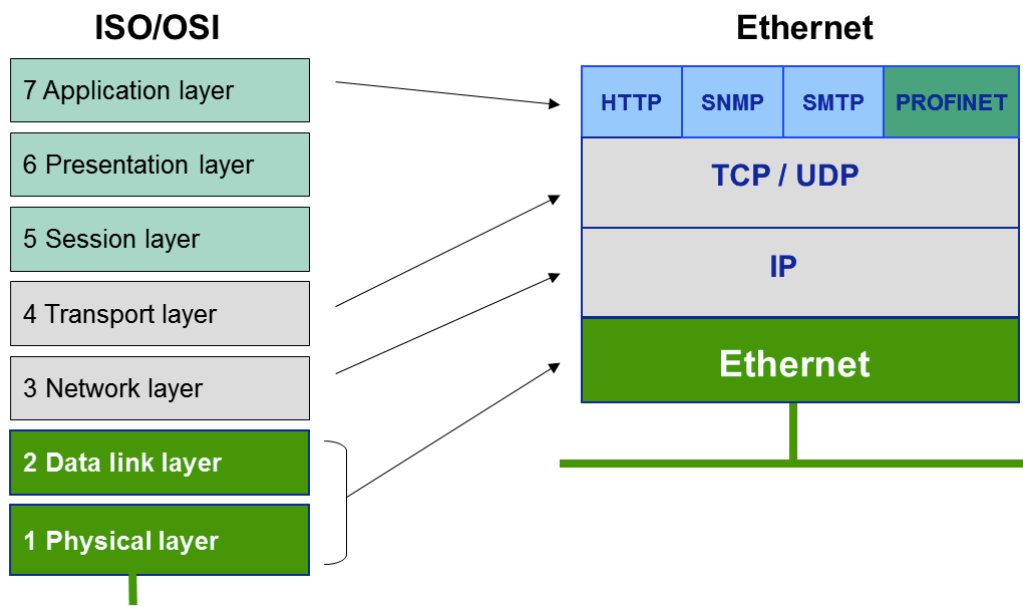
PROFINET-verkosto koostuu yleensä monista erilaisista asemista, ohjaimista ja toimilaitteista. PROFINET-verkoston laitteet voidaan jakaa kolmeen ryhmään sen mukaan, miten ne vuorovaikuttavat toisiin laitteisiin:

- Koneet (puhekielessä orjat) kommunikoivat reaaliaikaisesti ohjaimen kanssa. Ne eivät suoraan kommunikoi muiden laitteiden kanssa, mutta voivat lähettää diagnostiikka- ja hälytystietoja valvojalaitteille.
- Ohjaimet (puhekielessä isännät) ovat yleensä ohjelmoitavia logiikoita tai tietokoneohjelmistoja. Ne keräävät koneiden lähettämät tiedot, kuten asento-, hälytys- ja kunnossapitotiedot ja asettavat ne käyttäjän saataville.
- Valvojat ovat kuin ohjaimet, mutta valvojat eivät ole reaaliaikaisessa yhteydessä koneisiin. Käyttäjä voi käyttää valvojalaitetta sellaisiin asioihin, kuten koneiden diagnostiikkatietojen luku ja vianmääritys. (6.)

PROFINET käyttää kommunikointiin sovelluksesta riippuen kahta tai neljää kerrosta ISO/OSI-vertailumallista:

- Kerrokset 1 ja 2, jotka on yhdistetty ja määritelty standardissa IEEE802.3 (Ethernet)
- Kerros 3 on Internet Protocol (IP)
- Kerros 4 on TCP tai UDP (Transmission Control Protocol, User Datagram Protocol)
- Kerros 7 on sovellus.

Näin ollen mallin voi typistää neljään kerrokseen (Kuva 4).



KUVA 4. Ethernet-malli (7)

PROFINET voi käyttää TCP/IP -liikennettä tiettyjen ei-aikakriittisten, kuten diagnostiikan, kokoonpanoasetusten ja parametritietojen välittämiseen. Kun TCP/IP-protokollan kautta lähetetään tietoa, se täytyy pakata ennen lähettämistä ja purkaa vastaanotossa. Suoritus-aika vaihtelee. Tämä lisää viivettä ja viiveen vaihtelua, eikä TCP/IP tästä syystä sovi aikakriittisten tietojen välittämiseen. (1, s. 3 - 4.)

Aikakriittisten tietojen välitykseen käytetään PROFINET RT-nopeusluokkaa (Real Time). Saapuvalla PROFINET RT Ethernet -kehyksellä on PROFINET EtherType: 0x8892, joka on Ethernet-kehysten arvo. Se kertoo vastaanottajalaitteelle mitä kehykselle tehdään. Kehys ohjataan suoraan "Ethernet"-kerroksesta sovelluskerrokseen. Näin ohitetaan TCP/UDP- ja IP-kerrosten vaihteleva suoritus-aika ja tiedonsiirto on nopeampaa. PROFINET RT-nopeusluokan viive vaihtelee 10 ja 100 mikrosekunnin välillä ja yksi sykli kestää vähimmillään 250 mikrosekuntia. (1, s. 4; 8.)

Kaikista vaativimpaan tiedonsiirtoon voidaan käyttää PROFINET IRT:tä, joka vähentää viivettä, jota väistämättä syntyy suuressa verkkoliikenteessä. PROFINET IRT:llä on mahdollista saavuttaa nopeus 32 000 näytettä sekunnissa, jolloin syklin nopeus on 31,25 µs. Värähtely on alle yksi mikrosekuntia. PROFINET IRT-nopeusluokkaa käytetään vähän, koska PROFINET RT:n tiedonsiirtonopeus riittää 90%:ssa käyttökohteista. (1, s. 4; 5.)

PROFINET-laitteiston ominaisuudet jaetaan kolmeen vaatimusluokkaan: CC-A, CC-B ja CC-C, joista CC-A on yksinkertaisin ja CC-C vaativimpaan käyttöön. Nämä vaatimusluokat kertovat, mitkä ominaisuudet PROFINET-verkosta on käytössä. CC-A sisältää perusominaisuudet, kuten PROFINET RT-nopeusluokan, TCP/IP-ominaisuudet, hälytykset, diagnostiikan ja verkon topologiaominaisuuksien tuen. CC-B sisältää kaikki CC-A -luokan ominaisuudet sekä SNMP-tuen (simple network management protocol). CC-C sisältää kaikki CC-A- ja CC-B -luokkien ominaisuudet sekä PROFINET IRT-nopeusluokan. PROFINET-verkon laitteet valitaan näiden vaatimusluokkien mukaan. PROFINET IRT-nopeusluokkaa käytettäessä on kaikkien laitteiden oltava luokkaa CC-C. (9.)

4 VÄYLÄANALYYSI

Koska PROFINET on rakennettu Ethernet-standardin IEEE 802.3 päälle, osana sen kommunikointirakennetta voidaan käyttää sellaisia IT-protokollia kuten SNMP (Simple Network Management Protocol), LLDP (Link Layer Discovery Protocol) ja HTTP (Hyper Text Transport Protocol). Näiden protokollien avulla voidaan analysoida niin tavallista Ethernet-verkkoa kuin myös PROFINET-verkkoa. (10.)

SNMP-protokollan avulla voidaan kerätä tietoa verkon komponenteilta ja selvittää verkon tilanne. SNMP-protokolla kerää tietoja UDP/IP-protokollia käyttämällä ja joissakin tapauksissa voidaan tietoa myös kirjoittaa. SNMP-sovelluksilla voidaan esimerkiksi tutkia kais-tankäyttöä, tiedon uudelleenlähettämisen lukumäärää ja laitteen porttien tilaa. SNMP tukee enintään yhdeksää käskyä, josta sana "simple" tulee. Käyttämällä yhdessä SNMP- ja LLDP-protokollia saadaan luotua topologia-näkymä verkosta. Topologianäkymä verkosta tarkoittaa graafista kuvaa verkon laitteista, kuten ohjaimista ja kytkimistä sekä niiden välisistä johdotuksista. HTTP mahdollistaa tavallisen verkkoselaimen käyttämisen laitteen tietojen tutkimiseen ja konfigurointiin. Jotkut laitteet voivat lähettää myös esimerkiksi automaattisesti sähköpostia HTTP-protokollan kautta vikatilanteissa. (10.)

SNMP-sovelluksia on tarjolla paljon ja osa on myös ilmaisia. SNMP-sovelluksien ominaisuudet ovat kuitenkin suppeat PROFINET-verkon tutkimiseen verrattuna sitä varten kehitettyihin sovelluksiin. Ne myös vaativat käyttäjältä enemmän IT-osaamista, koska niiden esille asettama data on usein käsittelemätöntä raakadataa ja käyttäjän tulisi osata tulkita sitä.

PROFINET-väylän analysoimiseen on tarjolla useita tietokonesovelluksia eri valmistajilta. Sovelluksia voidaan käyttää osana käyttöönottoa, kunnossapitoa, vianmäärittystä ja opetusta. Valmistajat tarjoavat myös laitteita, jotka jäävät kiinteäksi osaksi verkkoa mittaamaan PROFINET-verkon toimintaa. Päädyin tutustumaan ja vertailemaan seuraavien valmistajien sovelluksia: CSMT, Procentec ja Siemens, koska ne ovat eniten käytettyjä ja niiden hinta on kohtuullinen.

3.1 CSMT PNT Pro

CSMT:n tarjoama PNT Pro on ohjelmisto, jolla voi valvoa ja analysoida PROFINET-väylää. Valmistajan mukaan PNT Pro-sovelluksen etuja ovat:

- yksinkertainen selainpohjainen käyttöliittymä, jolla voi valvoa PROFINET-verkkoa etänä
- integroitu tietokanta ja pilvipalvelu
- testaus ja vianmääritys -käyttöliittymä kehittyneeseen PROFINET-verkon analysointiin
- raportointi PROFINET-verkon validointiin
- PNT Pro käyttää tietokoneen verkkokorttia, joten sen käyttämiseen ei tarvita erillistä laitetta.

PNT Pro-sovellusta käyttäessä tietokoneen verkkokortin voi liittää PROFINET-verkon mihiin vain laitteeseen tai kytkimeen, jolloin seuraavat ominaisuudet ovat saatavilla: PNT Pro kerää yksityiskohtaiset tiedot, kuten mallin, sarjanumeron ja PROFINET-diagnostiikatiedot jokaisesta verkkoon kytketystä laitteesta. PNT Pro ilmoittaa virheiden määrän tiedon lähetyksessä ja vastaanotossa. Sen avulla voidaan havaita huonot kaapelit ja liitokset. PNT Pro laskee verkkoliikenteen määrän jokaisella laitteella. Tämän avulla huomataan, jos jokin osa verkosta on kuormittunut liikaa. Lisäksi sovellus rakentaa topologian verkosta ja sillä voidaan määrittää laitteiden nimiä ja IP-osoitteita sekä palauttaa laitteen tehdasasetukset. (11; 12, s. 5 - 7.)

Kun PNT Pro kytketään kytkimen porttiin, jossa on peilaustoiminto päällä, seuraavat lisäominaisuudet tulevat saataville: laitteiden operaatiotila (päällä, pois ja vikatila), syklin kesto, puuttuvat laitteet, diagnostiikkatapahtumien, hälytysten ja verkkoliikenteen tallentaminen ja päivitysaikojen ja viiveen laskeminen. (12, s. 5.)

3.2 Procentec Netilities

Procentec mainostaa Netilities-ohjelmistoa kompaktina ja tehokkaana työkaluna PROFINET-verkon kehittämiseen ja vianmääritykseen. Ohjelmisto toimitetaan USB-laitteella ja sitä voi käyttää monilla eri tietokoneilla eli se ei ole yhteen päätelaitteeseen sidottu niin kuin monet muut ohjelmistot. Se luo reaaliaikaisen listan verkosta ja huomaa laitteet, jotka

vaihtavat tietoa. Se käyttää tietokoneen Ethernet-porttia ja paras toimintakyky saavutetaan, kun tietokone kytketään verkon kytkimen porttiin, jossa on peilaustoiminto päällä. Valmistajan ilmoittamat ominaisuudet ovat:

- reaaliaikainen lista koko verkosta
- tietopaneeli verkon ongelmista (puuttuvat laitteet, osoite-ongelmat ja muut varoitukset)
- ero todellisissa ja odotetuissa laitteen asetuksissa
- statistiikka (syklin kesto, korruptoituneet viestit, tiedon koko, jne.)
- laitekohtaiset diagnostiikkatiedot
- IO-laitteiden tietojen suora luku
- laitteiden nimien ja IP-osoitteiden määrittäminen
- topologia-skannaus
- LED-testi
- yksityiskohtainen raportointi
- verkon tietojen tallennus ja lataus. (13, s. 7 - 8.)

Netilities-sovelluksen ”Live List” on reaaliaikainen lista kaikista verkon laitteista. Se ilmoittaa värillä laitteen tilan; keltainen on epäaktiivinen laite, sininen aktiivinen laite ja vihreä on laite, joka lähettää ja/tai vastaanottaa tietoa (Kuva 5).

#	Info	Mac Address	Protocols	Manufacturer	IP Address	Device Name	Device Model	Device Role	Vendor/Device ID	Last received packet
1		00:0E:8C:8A:44:D4	ARP, PROFINET, LL	Siemens AG AND ET	192.168.0.1	3PH0	S7-300	IO-Controller	902A/0331	12-2-2013 9:36:26
2		00:30:DE:02:57:F2	PROFINET	WAGO Kontakttechnik GmbH	192.168.0.10	device1	WAGO-IO-SYSTEM 750	IO-Device	511K/0300	12-2-2013 9:36:26
3		00:AD:45:35:92:A7	PROFINET	PHOENIX CONTACT GMBH & CO.	192.168.0.12	device2	SLB PN 24 2018 DIO 16-2TX	IO-Device	0980/0004	12-2-2013 9:36:26
4		08:03:06:66:FE:A8	PROFINET	SIEMENS AG	192.168.0.11	device2	3PH151-3	IO-Device	902A/0301	12-2-2013 9:36:26
5		08:03:06:97:A1:26	PROFINET	SIEMENS AG	192.168.0.150	switch-PTK-0	3NC	IO-Device	902A/0401	12-2-2013 9:11:25
6	OK	98:4E:1C:63:C3:96	IPv4, ARP, IPv6, PPP	Hewlett-Packard Company	192.168.0.100	joost-1hp	S7-400	IO-Controller	902A/0202	12-2-2013 9:36:28
7		9C:E2:98:30:03:20	PROFINET	PROCENTEC	192.168.0.14	COMbricks-3	PHO-001	IO-Device	4000/0001	12-2-2013 9:36:28
8		9C:E2:98:30:03:3F	PROFINET	PROCENTEC	192.168.0.13	COMbricks-1	PHO-001	IO-Device	4000/0001	12-2-2013 9:36:28

KUVA 5. Netilities Live List (13, s. 18)

Sovelluksen valmistajan mukaan statistiikkamatriisi on sovelluksen vahvin ominaisuus. Sen avulla on helppo tarkistaa verkon laatu. Statistiikka-välilehdeltä ilmenevät seuraavat asiat:

- syklin kesto tällä hetkellä
- pisimmän ja lyhimmän syklin kesto
- tiedonsiirron virheiden määrä
- varoitukset
- verkkoliikenteen määrä.

Syklin kesto tarkoittaa aikaa, joka tiedon siirtymisellä kestää esimerkiksi ohjaimelta toimilaitteelle ja takaisin. Syklin kesto voidaan tutkia laitekohtaisesti ”Bargraph” -ominaisuutta käyttämällä. Se ilmoittaa kahdella pylväällä, kuinka kauan tiedonsiirto kestää ohjaimelta laitteelle ja laitteelta ohjaimelle. (13, s. 18 - 19.)

Netilities voi luoda PDF-raportin kerätyistä tiedoista. Se tapahtuu ”Report”-valintaa käyttämällä. Haluttavat tiedot valitaan valikosta ja painetaan ”Generate Report”. Raporttiin voi lisätä tietoja yrityksestä ja raportin tekijästä. (13, s. 44 - 45.)

3.3 Siemens PRONETA

Siemens PRONETA (PROFINET Network Analyzer) on ilmainen analyysisovellus, mutta siihen on saatavilla PRONETA Professional -lisenssi, jolla saa käyttöön lisää ominaisuuksia. Ilmaisen sovelluksen mukana saa tavallisimmat ominaisuudet, kuten topologianäkymän, joka skannaa PROFINET-verkon automaattisesti ja asettaa näkyville kaikki yhdistetyt laitteet. Komponentteja voi nimetä uudestaan ja tehdä niille muita yksinkertaisia kokoonpanomuutoksia. Ilmaisen sovelluksen ominaisuuksiin kuuluu myös I/O-testi, jolla selvittää huonot yhteydet ja kokoonpanoasetukset. PRONETA ei vaadi erillistä laitetta toimiakseen. (14.)

Lisäksi ilmaiseksi saa spesifioidun tuen Siemens SIMATIC ET 200 -mallien hajautetulle I/O-järjestelmälle. PRONETA-sovelluksella voi asettaa kokoonpanoasetukset ja ohjata ET 200 -malleja. (15.)

PRONETA-sovelluksen maksullisella Professional-lisenssillä saa ominaisuuden, joka skannaa PROFINET-verkon asetetun ajan välein ja dokumentoi verkon ja laitteiden tilanteen. Tämän avulla voidaan parantaa ennakointia huoltojen ja kunnossapidon suhteen.

Lisäksi Professional-lisenssin mukana tulee automaattisen säännöllisen validoinnin mahdollisuus. (15.)

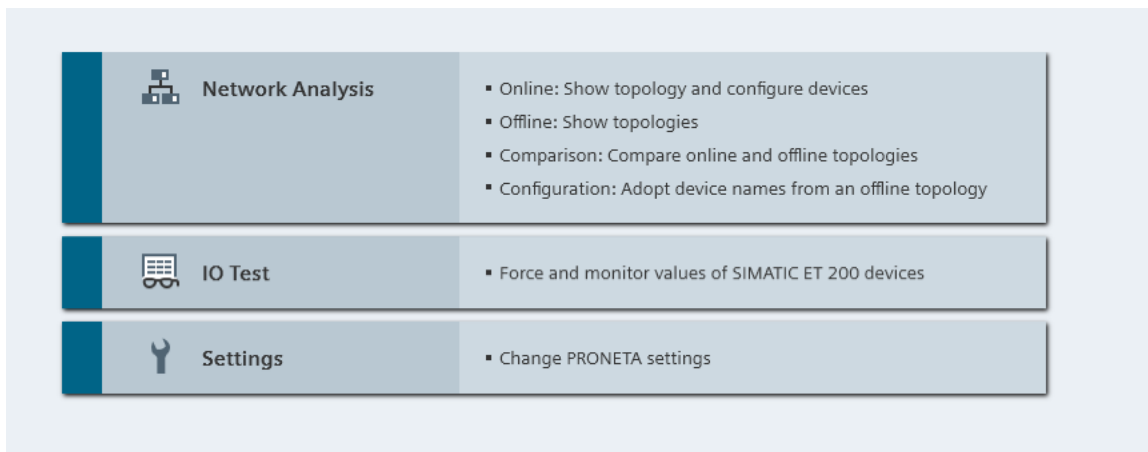
4 VÄYLÄANALYYSI PILOT-LAITTEISTOSSA

Oulun ammattikorkeakoulun PILOT-prosessi (Kuva 6) on opetuskäytössä oleva prosessi, joka esittää virvoitusjuomalinjasta. Sillä harjoitellaan PLC-ohjelmointia, säätötekniikkaa ja väylätekniikoita. Lisäksi PILOT-prosessi auttaa hahmottamaan prosessiautomaation perusrakenteen. Se koostuu kolmesta säiliöstä ja annostelulinjasta. Ensimmäiseen säiliöön lasketaan vettä, joka lämmitetään haluttuun lämpötilaan. Vesi siirretään seuraavaan säiliöön, jossa siihen lisätään väriainetta ja sitä sekoitetaan. Värjätty vesi siirretään kolmanteen säiliöön, josta se annostellaan kartioihin, jotka ovat kiinni liukuhihnassa.



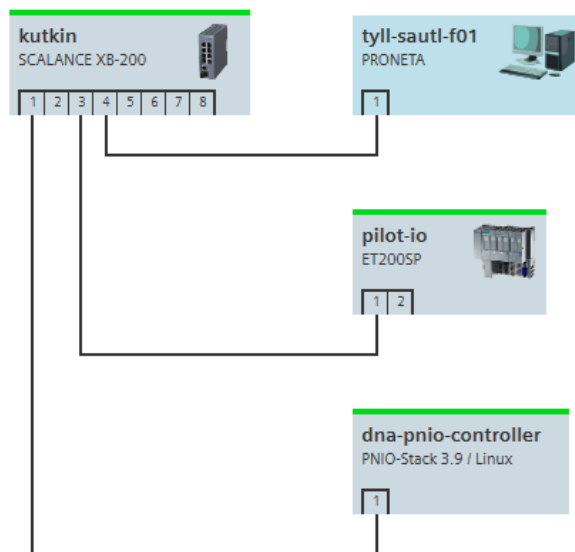
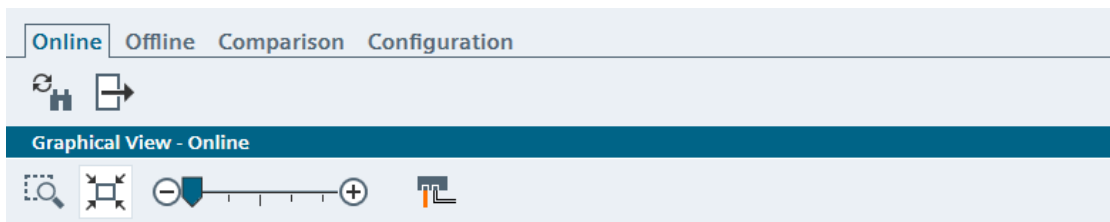
KUVA 6. PILOT-laitteisto

Koekäytin Siemens PRONETA-sovellusta, koska se on mahdollista ilmaiseksi. Sovellus ladataan tietokoneelle ja asennetaan tavalliseen tapaan. Asennuksen päätyttyä tietokone kytketään Pilot-prosessin verkon kytkimen porttiin. Käynnistetään PRONETA tietokoneelta ja ohjelmisto kysyy, mitä verkkoadapteria ohjelmiston tulisi käyttää. Valitaan vaihtoehto LAN adapter (Local Area Network adapter) ja seuraavaksi ohjelmiston päävalikko aukeaa (Kuva 7).



KUVA 7. Siemens PRONETA-päävalikko

Network Analysis -valintaa käyttämällä PRONETA skannaa yhdistetyn verkon automaattisesti ja luo siitä topologia-näkymän (Kuva 8). Kuvassa näkyvät laitteille asetetut nimet sekä valmistajan mallinimi.



KUVA 8. Siemens PRONETA-sovelluksella skannatun verkon topologia

PRONETA kertoo värikoodein, minkä tyyppin laite mikäkin on. Vihreä yläreuna laitteen kuvakkeessa tarkoittaa tavallista verkon laitetta, vaalean sininen kuvake tarkoittaa tietokonetta, jossa on aktiivinen PRONETA- tai STEP 7 -sovellus, tumman harmaa kuvake tarkoittaa joko verkkolaitetta, jossa on virheellinen IP-osoite tai nimi, tai tietokonetta, jossa ei ole aktiivisena edellä mainittuja sovelluksia. (16, s. 20.)

Topologian voi tallentaa monella eri tavalla painamalla "Export"-nappia yläkulmassa. Sen voi tallentaa CSV-tiedostoksi, johon tallentuvat myös laitteiden tiedot. CSV-tiedostoa voi käsitellä mm. Microsoft Excel-ohjelmistolla. Graafisen kuvan topologiasta voi tallentaa muotoon PNG, BMP tai XML. PDF-muotoon tallentaessa laitteen tiedoista ja topologiasta luodaan yksi tiedosto. (16, s. 16.)

Topologiaan sai näkyville myös laitteet, jotka eivät tue PROFINET-väylää. Syöttämällä IP-osoitealueen asetuksiin PRONETA skannaa laitteita alueen sisältä. Uusia laitteita löytyy paljon, mutta niistä ei ollut saatavilla tietoja.

Kuvaketta painamalla saa näkyviin lisätietoja laitteesta (Kuva 9). Tietoja on saatavilla laitteen mallista, osoitteista, diagnostiikasta, laitteen moduuleista ja sen porteista. Laitteeseen voi myös asettaa osoitteita tai vaihtaa sen nimeä. (16, s. 25 - 26.)

#	Name	Device Type	IP Address
1	distributed io	ET200SP	192.168.0.1
2	plc_1	S7-1500	172.16.33.1
3	plc_3	S7-1500	192.168.0.12

▼ Details

Role Device
Gateway 0.0.0.0
Vendor ID 0x002A
Vendor Name SIEMENS AG
Status Ok

▶ Additional Identification & Maintenance (I&M) Data

▼ Ports

- distributed io - port-001
- distributed io - port-002

▼ Modules

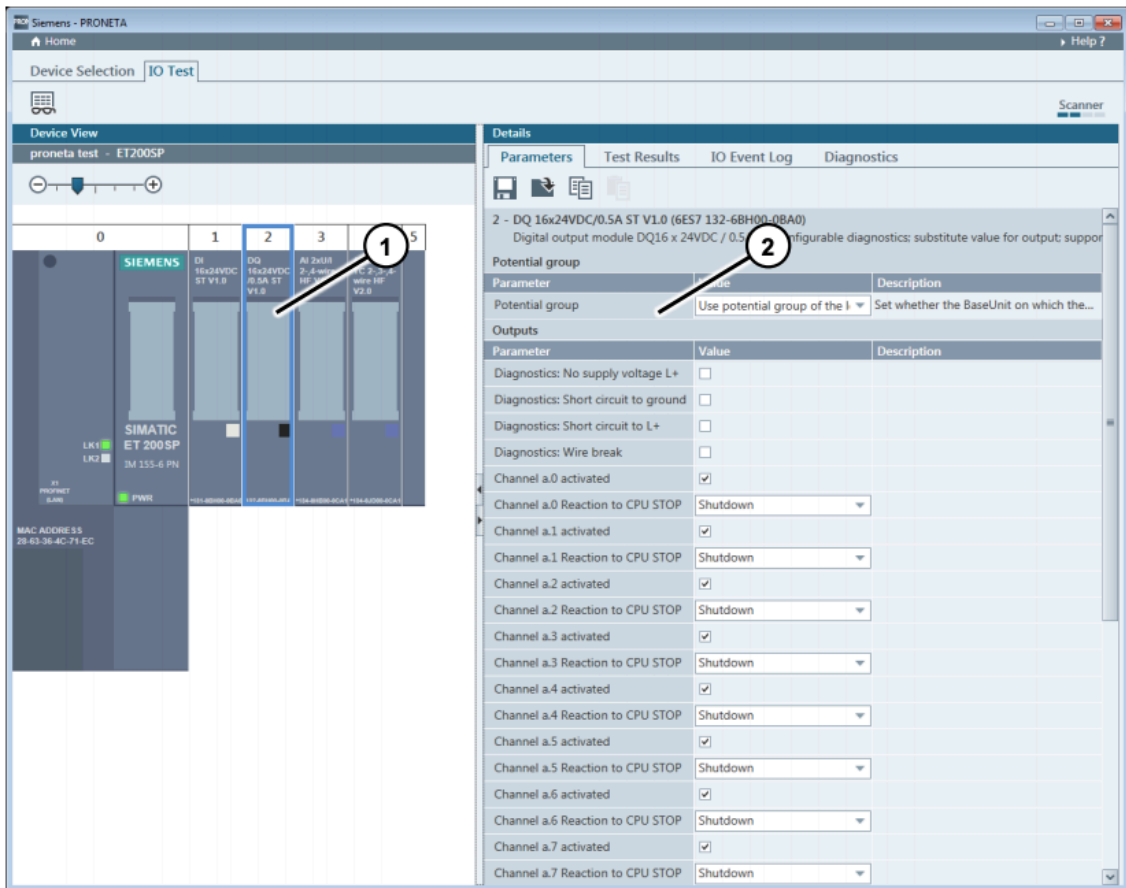
- Slot 0 - IM 155-6 PN ST V3.3
- Slot 1 - DI 16x24VDC ST V1.0
- Slot 2 - DQ 16x24VDC/0.5A ST V1.0
- Slot 3 - AI 2xU/I 2-,4-wire HF V1.0
- Slot 4 - AI 4xRTD/TC 2-,3-,4-wire HF V2.0
- Slot 5 - Server module V1.1 (IM 155-6 PN ST V1.0)

▶ Diagnostic Status

KUVA 9. Siemens PRONETA laitetaulukko (16, s. 25.)

Kuvassa 9 on näkyvillä ET200SP-mallin hajautetun I/O-järjestelmän tiedot. Tiedoista selviää laitteen rooli, joka on tässä tapauksessa "Device" eli puhekielessä orja. Lisäksi laitteen moduulit on listattuna. Tästä näkee, mitä kortteja laitteessa on.

Kun päävalikosta valitsee "IO Test" ja valitsee ET200-laitteen, aukeaa valikko, josta näkee laitteen moduulit ja pystyy haluttaessa suorittamaan I/O-testin valitulle kortille (Kuva 10). I/O-testillä selviää, onko laitteet kytketty moduuliin oikein.



KUVA 10. Siemens PRONETA IO-testi (16, s. 38)

5 VÄYLÄANALYYSISOVELLUKSEN VALINTA

Sovelluksilla on paljon samoja ominaisuuksia. Suurimmat erot ovat käyttöliittymissä. Alla on vertailtu sovellusten tärkeimpiä ominaisuuksia (Taulukko 1).

TAULUKKO 1. PROFINET-väyläanalyysisovellusten merkitsevien ominaisuuksien vertailu

Ominaisuus	CMST PNT Pro	Procentec Netilities	Siemens Proneta
Topologiaskannaus	Kyllä	Kyllä	Kyllä
I/O-testaus	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Yksityiskohtainen raportointi	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Eron vertaaminen todellisissa ja asetetuissa asetuksissa	Kyllä	Kyllä	Ei
Syklin keston mittaukset	Kyllä	Kyllä	Ei
Led-testi	Ei	Kyllä	Ei
Lukittu tiettyyn tietokoneeseen	Kyllä	Ei	Kyllä
Selainpohjainen käyttöliittymä	Kyllä	Ei	Ei
Verkkoliikenteen määrän valvonta	Kyllä	Kyllä	Ei
Yhteyden ongelmat	Kattava	Kattava	Tyydyttävä
Integroitu pilvipalvelu	Kyllä	Ei	Ei

PRONETA on hyvä, mutta pelkistetty sovellus. Se on helppo ja nopea käyttää, mutta ominaisuuksia on vähän. Maksullisella lisenssillä ominaisuuksia ei saa paljoa lisää. Maksullinen säännöllisen validoinnin mahdollisuus ei ole Oulun ammattikorkeakoulun käytössä merkitsevä, koska prosessi ei ole käytössä koko ajan eikä PROFINET-verkon tulle täyttää tarkkoja aikavaateita. Topologia on selkeä ja automaattinen skannaus toimii hyvin. PRONETA on ilmaisena hyvä sovellus topologian skannaamiseen, jos topologiasta ei ole käyttäjällä ennestään käsitystä.

CSMT PNT Pro on ominaisuuksiltaan samaa tasoa kuin Procentec Netilities. CSMT PNT Pro-sovelluksessa on hyvää siihen integroitu pilvipalvelu. Netilities-sovelluksen vahvuus on kuitenkin edullinen hinta ja se, että se toimitetaan USB-laitteella, jota on helppo liikuttaa tietokoneiden välillä. Netilities-analysaattorin käyttöliittymä on selkeä ja siinä on paljon informaatiota esillä. Päädyin pyytämään tarjouksen Procentec Netilities-sovelluksesta, koska se on ominaisuuksiltaan monipuolinen ja edullisempi vaihtoehto.

6 YHTEENVETO

Työn päätarkoitus oli löytää Oulun ammattikorkeakoulun käyttöön edullinen ja ominaisuuksiltaan monipuolinen väyläanalyysisovellus opetuskäytössä olevan PROFINET-väylän tutkimiseen ja pyytää siitä tarjous. Lisäksi tavoitteena oli tutkia, mitä sovellukset väylästä mittaavat.

PROFINET-väyläanalyysisovellusten mittaukset koskevat suureksi osin aikaa, koska se on tärkeä tekijä automaation tiedonsiirrossa. Maksullisten sovellusten ominaisuudet ovat suurelta osin samoja ja suurimmat erot ovatkin käyttöliittymissä ja käytettävyydessä. Ongelmaksi sovellusten vertailussa ilmeni se, että useita niistä ei pysty kokeilemaan ilmaiseksi ja joutuinkin tutustumaan sovelluksiin käyttöohjeiden avulla. Sovelluksia on myös odotettua vähemmän tarjolla.

Asetetut tavoitteet täyttyivät: sovellusten käyttämät protokollat ja sovellusten mittaamat suureet tulivat selväksi ja sopivaksi valitusta sovelluksesta on tarjous Oulun ammattikorkeakoululle.

LÄHTEET

1. Ayllon, Nelly 2014. PROFINET for Network Geeks (and those who want to be). Saatavissa: <https://us.profinet.com/profinet-network-geeks-want/> (vaatii kirjautumisen). Hakupäivä: 16.9.2019.
2. PI North America. PROFIBUS technology. Saatavissa: <https://us.profinet.com/technology/profibus/>. Hakupäivä 17.9.2019.
3. Wikipedia. Fieldbus. Saatavissa: <https://en.wikipedia.org/wiki/Fieldbus>. Hakupäivä 25.11.2019
4. Siemens. Teollisuus-Ethernet. Saatavissa: http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/teollinen_tiedon_siirto_esim_profinet/teollisuus_ethernet.htm Hakupäivä: 16.9.2019.
5. Wikipedia. Industrial Ethernet. Saatavissa: https://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_Ethernet. Hakupäivä: 25.11.2019
6. Profinet University. Components: Device, Controller, Supervisor. Saatavissa: <https://profinetuniversity.com/profinet-basics/components-device-controller-supervisor/>. Hakupäivä 20.9.2019.
7. Henning, Carl 2014. PROFINET for Network Geeks (and those who want to be). Saatavissa: <https://us.profinet.com/profinet-network-geeks-want/>. Hakupäivä 25.11.2019.
8. Profinet University. Real Time Classes. Saatavissa: <https://profinetuniversity.com/profinet-basics/profinet-real-time-classes/>. Hakupäivä 20.9.2019.
9. Profinet University. PROFINET Conformance Classes. Saatavissa: <https://profinetuniversity.com/profinet-features/profinet-conformance-classes/>. Hakupäivä: 21.9.2019
10. Profinet University. PROFINET Diagnostics Suite Part 1 of 3. Saatavissa: <https://profinetuniversity.com/profinet-diagnostics/profinet-diagnostics-suite-part-1-3/>. Hakupäivä 10.10.2019.

11. CSMT. PNT PRO - PROFINET NETWORK ANALYSIS TOOL. Saatavissa: <https://www.csmt.it/en/centro-di-competenza-prodotto.asp?ID=10&IDprodotto=56>. Hakupäivä 24.9.2019.
12. CSMT. PNT – PN Tool PROFINET Network Analysis Tool. Saatavissa: https://www.csmt.it/fileup/Allegati/PNT_PN%20Tool_PROFINET_Analysis_Tool.pdf. Hakupäivä 24.9.2019.
13. Procentec. Netilities User Manual. Saatavissa: <https://www.idx.co.za/Portals/0/netilities-manual-en-IDX.pdf>. Hakupäivä: 24.9.2019.
14. Siemens. PRONETA 2.7.0.3 Commissioning and Diagnostics Tool for PROFINET. Saatavissa: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/67460624/proneta-2-7-0-3-commissioning-and-diagnostics-tool-for-profinet?dti=0&lc=en-US>. Hakupäivä 27.9.2019.
15. Siemens. Commissioning and diagnostics tool for PROFINET networks. Saatavissa: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industrial-communication/profinet/portfolio/proneta.html>. Hakupäivä 1.10.2019.
16. Siemens. PRONETA User Manual. Saatavissa: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/624/67460624/att_979645/v1/67460624_PRONETA_Documentation_V2_6_en.pdf. Hakupäivä 21.10.2019.