

Jusa Isopahkala

**LANGATTOMAN ANTURIVERKON LIITTÄMINEN
AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄÄN OPC-
RAJAPINNAN KAUTTA**

**Opinnäytetyö
KESKI-POHJANMAAN AMMATTIKORKEAKOULU
Automaatiotekniikka
Syyskuu 2010**

TIIVISTELMÄ

Yksikkö Tekniikka ja liiketalous, Kokkola	Aika Syyskuu 2010	Tekijä/tekijät Jusa Isopahkala
Koulutusohjelma Automaatiotekniikan koulutusohjelma		
Työn nimi Langattoman anturiverkon liittäminen automaatiojärjestelmään OPC-rajapinnan kautta		
Työn ohjaaja Hannu Ala-Pönttiö	Sivumäärä 40	
Työelämäohjaaja Timo Hongell		
<p>Tämä opinnäytetyö tehtiin Kokkolan yliopistokeskus Chydeniuksen LuTek-projektin yhteydessä. Työssä oli tarkoitus liittää yliopistokeskus Chydeniuksen toteuttama langaton CiNet-anturiverkko automaatiojärjestelmään.</p> <p>Langattoman anturiverkon liittämisessä automaatiolaitteisiin päätettiin käyttää Kepwaren OPC-rajapintaohjelmistoja ja MySQL-tietokantaa. Työn käytännön osuudessa tehtiin ohjelmoitavalla logiikalla pinnankorkeuden säätöpiiri, jossa mittaavana osana oli langaton CiNet-anturiverkko.</p> <p>Pinnankorkeuden säätö toimi moitteettomasti langattomalla mittauksella. Suurimman epävarmuuden langatonta mittausta käytettäessä aiheuttavat mittauksen viive ja mahdollinen epäluotettavuus. Työn tavoitteet saavutettiin onnistuneesti, ja työtä on tarkoitus jatkaa tulevaisuudessa.</p>		

Asiasanat automaatio, langaton anturiverkko, OPC
--

ABSTRACT

CENTRAL OSTROBOTHNIA UNIVERSITY OF APPLIED SCI- ENCES	Date September 2010	Author Jusa Isopahkala
Degree programme Automation Engineering		
Name of thesis Integrating a Wireless Sensor Network to an Automation System Using the OPC -interface		
Instructor Hannu Ala-Pöntiö		Pages 40
Supervisor Timo Hongell		
<p>This Bachelor's thesis was made as a part of the LuTek –project at Kokkola Uni- versity Consortium Chydenius. The purpose of the thesis was to integrate a wire- less CiNet -sensor network implemented by the University Consortium Chyde- nius to the automation system.</p> <p>When integrating the wireless sensor network the Kepware OPC-interface and MySQL –database were used. In the practical part of the thesis a PLC controlled level adjustment was made with the wireless CiNet -sensor network handling the measurement.</p> <p>The level adjustment worked properly with the wireless measurement. The larg- est uncertainties when using the wireless measurement were caused by the mea- surement delay and the potential unreliability. The objectives set for this thesis were successfully achieved and the study of the subject will be continued.</p>		

Key words automation, wireless sensor network, OPC
--

LYHENTEET

Client	Asiakasohjelma
COM	Component Object Model
CPU	Central Processing Unit
DCOM	Distributed COM
FBD	Function Block Diagram
HMI	Human Machine Interface
IL	Instruction List
IP	Internet Protocol
ISO	International Organization for Standardization
I/O	Input / Output
LAN	Local Area Network
LR-WPAN	Low-rate Wireless Personal Area Network
MAC	Medium Access Control
ODBC	Open Database Connectivity
OLE	Object linking and embedding
OPC	Ole for Process Control
OSI	Open System Interconnection
PAN	Personal Area Network
PAN -koordinaattori	Sensoriverkkoa hallitseva laite
PC	Personal Computer
PHY	Physical Layer
PID	Proportional-Integral-Derivative
PLC	Programmable Logic Controller
RAM	Random Access Memory
ROM	Read Only Memory
Server	Palvelin
SFC	Sequential Function Chart

SLIP	Serial Line Internet Protocol
ST	Structured Text
TCP	Transmission Control Protocol
WAN	Wide Area Network
WLAN	Wireless Local Area Network

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 LANGATTOMAT ANTURIVERKOT	2
2.1 Noodi	2
2.2 Verkko	3
2.3 Topologiat	4
2.3.1 Tähtitopologia	5
2.3.2 Peer-to-peer-topologia	6
2.4 Yleinen OSI-malli	6
2.5 Virrankulutus	9
3 CINET	10
4 OPC	14
4.1 Käyttö	15
4.2 Heikkoudet	16
5 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT	18
5.1 Ohjelmoitavat logiikat	19
5.1.1 CPU	21
5.1.2 Tulot/Lähdöt	21
5.1.3 Tehonlähde	22
5.2 Ohjelmointilaitteet	23
5.3 Ohjelmointikielet	23
6 KÄYTÄNNÖN OSUUDEN LÄHTÖKOHDAT	26
6.1 Siemens S7-200	26
6.2 Kepware	27
6.3 MySQL-tietokanta	29
6.4 Yhteys noodilta ohjelmoitavalle logiikalle	29
6.5 Langattoman mittauksen testaus pienessä mittakaavassa	30
7 PINNANKORKEUDEN SÄÄTÖ	32
8 LOPPUTULOKSET	36
9 YHTEENVETO	38
LÄHTEET	39

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä käsitellään langattomia anturiverkkoja ja niiden hyödyntämistä automaatiassa. Kokkolan yliopistokeskus Chydenius etsi erilaisia käyttökohteita langattomalle anturiverkolle, ja automaatio oli yksi niistä. Työn tarkoituksena oli saada tieto siirrettyä langattomasta anturiverkosta automaatiolaitteille ja testata yhdistelmää käytännössä. Käytännön sovelluksessa punnitaan näiden toimivuus ja luotettavuus.

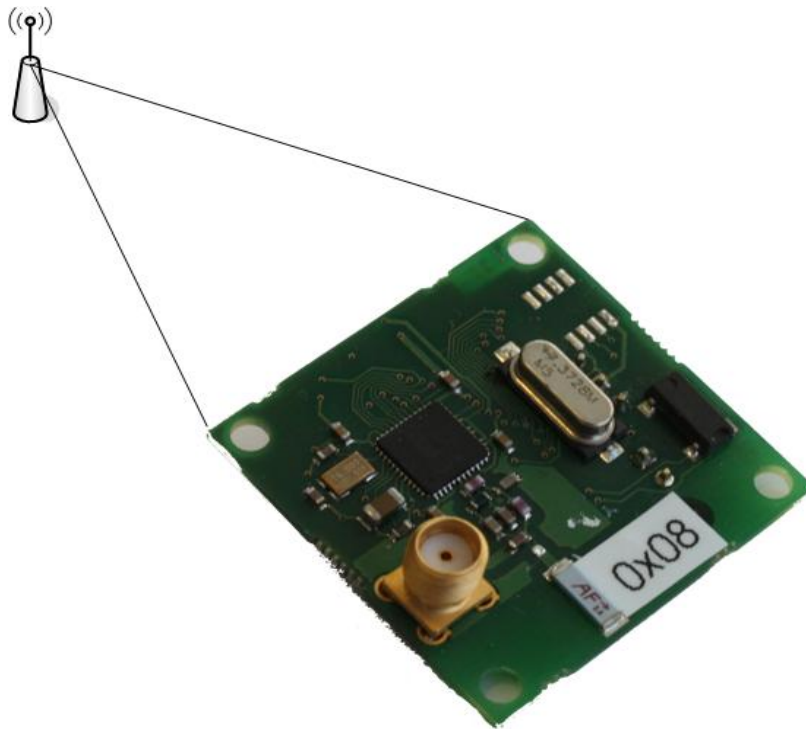
Työssä käsitellään aluksi yleisellä tasolla langattomia anturiverkkoja ja myös yliopistokeskus Chydeniuksen tuottamaa CiNet-anturiverkkoa. Sen lisäksi käydään läpi myös automaation ohjelmoitavia logiikoita ja OPC (OLE for Process Control) -rajapintoja.

2 LANGATTOMAT ANTURIVERKOT

Viime vuosina nopeasti kasvanut liitettävyyden ja tiedonsiirron tarve on aiheuttanut nopeaa kasvua langattomissa verkoissa. Nykyään on olemassa useita standardeitua langattomia verkkoja, esimerkiksi Wireless Local Area Network (WLAN). WLAN saattaa olla jo monille kotoa tuttu langaton yhteys Internetiin, jossa voidaan saavuttaa suuria tiedonsiirtonopeuksia. Viimeaikoina on huomattu, että langattomuuden hyödyntämisellä on potentiaalia anturi- ja sensoriverkoissa. Langattomat anturiverkot ovat kompakteja, pienitehoisia, langatonta anturi- ja toimilaiteteknologiaa tukevia sulautettuja järjestelmiä. (Callaway 2003.)

2.1 Noodi

Noodi on verkon peruslaite, joka voi sisältää mm. anturin, prosessorin, muistia, radiopiirin ja teholähteen. Anturi on muunnin, joka muuttaa fyysikaalisen ilmiön kuten lämmön, äänen, valon tai liikkeen sähköiseksi tai joksikin muuksi signaaliksi. Yleensä noodi pystyy mittaamaan yhtä tai useampaa ilmiötä, prosessoimaan sen, lähettämään sen ja mahdollisesti reitittämään tietoa. Noodit muodostavat keskenään toisiinsa langattomasti yhdistämällä dynaamisen, monihyppöisen, reitittävän verkon. (Zhao & Guibas 2004.) Kuviossa 1 on esimerkki noodista.



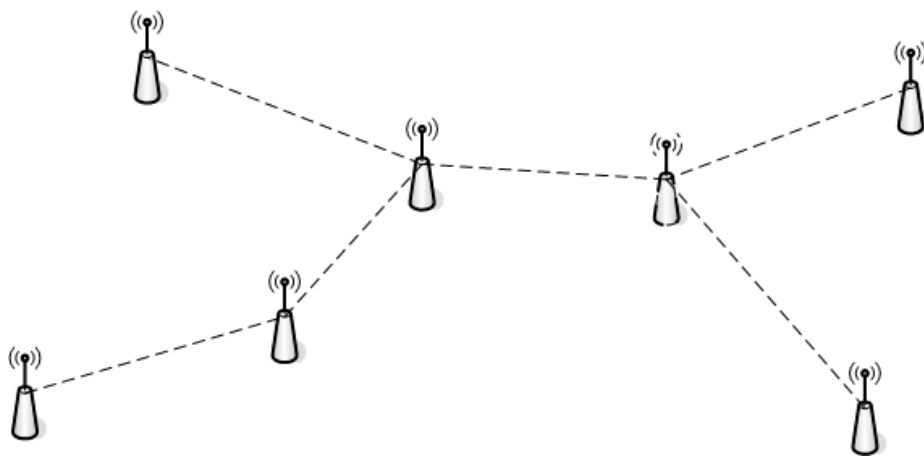
KUVIO 1. CiNet-verkon noodi

2.2 Verkko

Verkot yleensä muodostuvat mittaavista noodeista, reitittävistä noodeista ja yhdyskäytävästä. Verkot eivät vaadi suurta tiedonsiirtonopeutta, ja niille on olemassa paljon käyttökohteita esimerkiksi teollisuuden ohjauksiin ja valvontaan, kiinteistöautomaatioon ja kulutuselektroniikkaan, turvallisuus- ja sotilaskäyttöön, logistiikkaan sekä terveydenhuoltoon. (Callaway 2003.)

Kun langaton sensoriverkko alustetaan toimintakuntoon, pitää monen asian tapahtua, jotta tarvittava verkon infrastruktuuri muodostuu. Käytännössä jokaisen noodin täytyy aluksi havaita omalla kantamallaan olevat naapurinoodit, jonka kautta muodostuu verkon rakenne eli topologia. (Callaway 2003.)

IEEE 802.15.4 LR-WPAN -standardi määrittelee kaksi topologiaa: tähtitopologia (Star topology) ja peer-to-peer-topologia. Standardin mukaan kaikilla verkon laitteilla tulisi olla uniikki 64-bittinen osoite. Tällä osoitteella pystytään kommunikoimaan suoraan minkä tahansa PAN(Personal Area Network) -verkon laitteen kanssa. Verkon laitteiksi standardi määrittelee FFD:n (Full Function Device) ja RFD:n (Reduced Funktion Device). FFD voi toimia kolmessa eri tilassa: PAN-koordinaattorina, koordinaattorina ja peruslaitteena. FFD pystyy keskustelemaan RFD:n ja FFD:n kanssa, toisin kuin RFD pystyy keskustelemaan vain FFD:n kanssa. RFD-laite toimii yleensä hyvin yksinkertaisena laitteena, kuten valokatkaisijana tai passiivisena infrapuna-anturina. Nämä yksinkertaiset laitteet lähettävät pieniä tietomääriä, joten niitä pysytään käyttämään minimaalisilla resursseilla ja muistikapasiteeteilla. (IEEE Std 802.15.4 2003.) Kuviossa 2 on esillä mahdollinen verkon muoto.

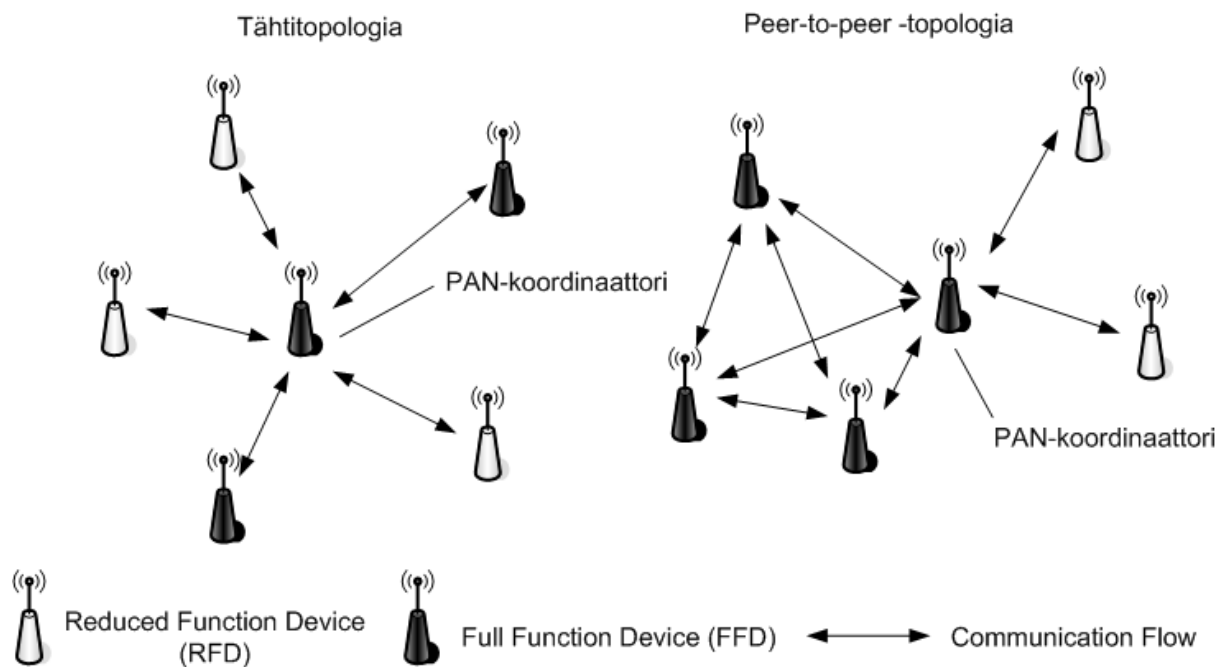


KUVIO 2. Esimerkki langattomasta anturiverkosta

2.3 Topologiat

Ensimmäiseksi verkon käynnistyessä suoritetaan protokolla, joka tunnistaa lähellä olevat noodit, joiden kanssa kommunikointi toimii kaksisuuntaisesti. Tällaisia

noodeja kutsutaan naapureiksi. Toisin kuin langallisessa verkossa langattomien verkkojen naapurit määräytyvät radion tehon, paikallisen rakenteen ja muiden radioliikennettä huonontavien olosuhteiden perusteella. Langattomien sensori-verkkojen yksi ongelma onkin juuri topologian hallitseminen. Kuviossa 3 on esitetty IEEE 802.15.4 -standardin määrittelemät topologiat. Noodien radiokantama pyritään optimoimaan niin, että virrankulutus minimoidaan, mutta kuitenkin niin, että vaadittavat kommunikointiominaisuudet säilytetään. (Zhao & Guibas 2004, 103–104.)



KUVIO 3. IEEE 802.15.4 -standardin määrittelemät topologiat (IEEE Std 802.15.4 2003.)

2.3.1 Tähtitopologia

Tähtitopologiassa verkon kommunikointi tapahtuu peruslaitteiden ja yhden PAN-koordinaattorin välillä. PAN-koordinaattori on laite, jonka tehtävä verkossa on yhteyksien reitittäminen, käynnistäminen tai lopettaminen. PAN-koordinaattori

on PAN-verkon ensisijainen koordinaattori, joka yleensä toimii verkkovirralla toisin kuin verkon muut laitteet, jotka toimivat paristoilla. Tähtitopologiaa voidaan hyödyntää sellaisissa kohteissa, kuten kiinteistöautomaatio, tietokoneiden lisälaitteet, lelut ja pelit ja henkilökohtainen terveydenhuolto. (IEEE Std 802.15.4 2003.)

2.3.2 Peer-to-peer-topologia

Peer-to-peer-topologia sisältää myös PAN-koordinaattorin, mutta topologia eroaa kuitenkin tähtitopologiasta siten, että kaikki laitteet voivat kommunikoida keskenään, kunhan ne ovat radionpiirin kantamalla. Peer-to-peer-topologia mahdollistaa monimutkaisempien verkkojen toteutuksen, kuten Mesh-verkkotopologian. Sovellukset, kuten teollisuuden säätö ja tarkkailu, langattomat sensoriverkot, omaisuuksien ja varaston seuranta, älykäs maatalous- ja turvallisuusala voisivat hyödyntää peer-to-peer-topologiaa. Peer-to-peer-verkot voivat olla joko ad hoc, itseparantuvia tai itse organisoituvia verkkoja. Verkko sallii viestin monihyppäisen reitityksen saman verkon sisällä minkä tahansa laitteen välillä. (IEEE Std 802.15.4 2003.)

2.4 Yleinen OSI-malli

OSI-malli (Open System Interconnection) on ISO:n (International Organization for Standardization) tietokoneille kehittämä protokolla-arkkitehtuurimalli. OSI-malli jakaa tietokoneverkot seitsemään erilliseen kerrokseen, joilla on omat tehtävänsä. Jokainen kerros tekee oman tehtävänsä ja tarjoaa palvelujaan ylemmille tasoille. (IEEE Std 802.15.4 2003.) OSI-mallin seitsemän eri kerrosta ovat esillä kuviossa 4.



KUVIO 4. Yleisen OSI-mallin kerrokset (Stallings 2006, 43.)

- *Fyysinen kerros (Physical Layer)*: OSI-mallin alin kerros osoittaa verkon fyysisen siirtotien, kuten sen minkä tyyppiset kaapelit ovat käytössä, minkälaisilla liittimillä varustettu ja kuinka pitkä kaapeli voi olla. Toinen fyysisen kerroksen tehtävä on osoittaa, minkälainen sähköinen signaali on käytössä verkon solmulta solmulle. Tyypillinen fyysisen kerroksen laite verkossa on toistin. Toistin on laite, jota käytetään, kun halutaan pidentää kaapelia tai jakaa signaali useampaan kohteeseen. (Lowe 2009, 396–399.)
- *Siirtoyhteyskerros (Data Link Layer)*: Siirtoyhteyskerroksella huolehditaan tiedon siirtämisestä verkossa. Siirtoyhteyskerros osoittaa sellaisia asioita, kuten lähetettävän paketin koon, pakettien lähettämisen oikeaan osoitteeseen ja keino, miten varmistaa, että tieto lähetetään silloin, kun verkko on vapaa. (Lowe 2009, 396–399.)
- *Verkkokerros (Network Layer)*: Verkkokerros huolehtii viestien reitittämisestä laitteelta laiteelle. Reititys tulee esille, kun verkossa oleva laite lähettää pa-

ketin toisen verkon laitteelle. Tällöin verkkokerroksen laite, kuten reititin, välittää paketin kohdeosoitteeseen. Reitittimien tärkeä ominaisuus on, että ne voivat yhdistää kaksi verkkoa, jotka käyttävät eri protokollaa siirtoyhteyskerroksella. Yksi tunnetuimmista verkkokerroksen protokollista on IP (Internet Protocol). (Lowe 2009, 396–399.)

- *Kuljetinkerros (Transport Layer)*: Kuljetinkerros on kerros, missä verkon laitteet, kuten tietokoneet, kommunikoivat keskenään. Kuljetinkerroksen yleisin protokolla on TCP (Transmission Control Protocol). TCP-protokollan tehtävänä on huolehtia, että paketit liikkuvat luotettavasti verkon yli ilman virheitä. Useimmissa tapauksissa kuljetinkerrosprotokolla jakaa suuria viestejä pieniksi paketeiksi, jotka voidaan tehokkaasti lähettää verkon yli. Vastaanottopäässä kuljetinkerrosprotokolla kasaa vastaanotetut paketit ja tarkistaa, ettei tietoa ole hävinnyt matkalla. (Lowe 2009, 396–399.)
- *Istuntokerros (Session Layer)*: Istuntokerroksen tehtävänä on muodostaa istuntoja, jotka luovat edellytykset kommunikointiin ja tiedon siirtämiseen. Istuntokerros varmistaa, että istunnot on asianmukaisesti muodostettu ja ylläpidetty. (Lowe 2009, 396–399.)
- *Esitystapakerros (Presentation Layer)*: Esitystapakerroksen tehtävänä on muuntaa lähetetty tieto tietyn esitystavan mukaisesta toiseksi. Esimerkiksi esitystapakerros voi pakata tiedon pienempään kokoon, jotta tarvittaisiin vähemmän tavuja tiedon lähettämiseen verkon yli. Esitystapakerros voi myös sekoittaa datan ennen lähetystä ja järjestää sen toisessa päässä uudelleen, jolloin tietoa on hankalampi salakuunnella. (Lowe 2009, 396–399.)
- *Sovelluskerros (Application Layer)*: OSI-mallin seitsemäs kerros on sovelluskerros, jota varten verkon yhteys alun perin rakennetaan. Tällaisia sovel-

luksia ovat esimerkiksi sähköposti ja Internet-selain. Sovelluskerros on ylimpänä, joten se palvelee käyttäjää ja myös ohjelmia, jotka haluavat käyttää verkkoa. Sovelluskerroksen vastuulla on yksinkertaisesti toteuttaa verkon käyttäjän tarvitsemat toiminnot. (Kozierok 2005, 111–112.)

IEEE 802.15.4 LR-WPAN -standardi määrittää fyysisen kerroksen (PHY) ja MAC (Medium Access Control)-alikerroksen. Fyysinen kerros sisältää radiotaajuus(RF)-lähettimen mukaan lukien alemman tason ohjausmekanismit. MAC-alikerros tarjoaa pääsyn fyysiselle kerrokselle kaikenlaisia lähetyksiä varten. (IEEE Std 802.15.4 2003.)

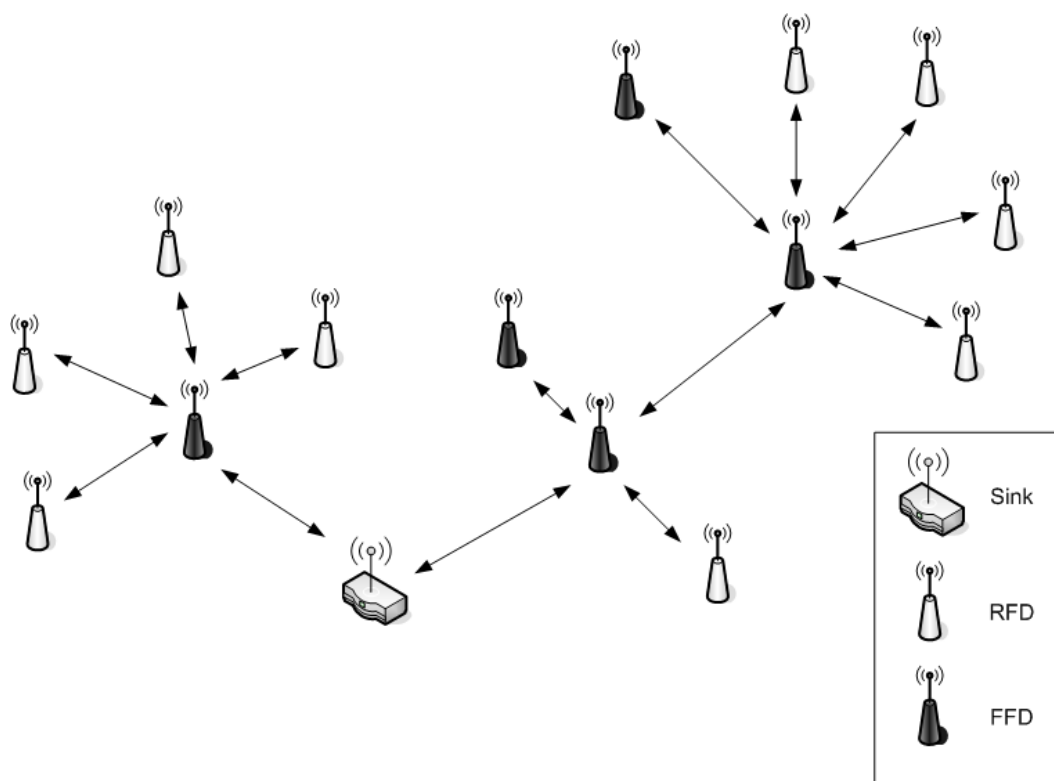
2.5 Virrankulutus

Langattomissa anturiverkkosovelluksissa tyypillisesti vaaditaan pientä virran kuluusta. Tämä tarkoittaa sitä, että joudutaan käyttämään vähän energiaa kuluttavia komponentteja, jotka kuluttavat olennaisesti vähemmän energiaa kuin esimerkiksi nykyään käytössä olevat Bluetooth-laitteet kuluttavat. Sovelluskohteita on monia, mutta useissa teollisuuden, terveydenhuollon sekä ympäristön tarkkailuunsovelluksissa on paristot, joiden pitäisi kestää useista kuukausista useisiin vuosiin. Teollisuuden sovelluksissa, jotka sisältävät laitteiston tarkkailua ja ohjausta, vaativat pitkää paristonkestoa, jolloin huoltoväliä ei tarvitsisi lyhentää. Myös muissa sovelluksissa, kuten ympäristöseurannassa, verkko voi koostua jopa sadoista noodeista, jolloin paristojen vaihtaminen ei ole kovin käytännöllistä. (Callaway 2003, 11.)

3 CINET

CiNet on yliopistokeskus Chydeniuksen toteuttama langaton anturiverkko. CiNet-verkon langaton viestintä perustuu IEEE 802.15.4 -standardiin, joka sisältää FFD-noodeja ja RFD-noodeja. FFD noodi toteuttaa pääasiassa tiedon monihyppystä reititystä ja tähtitopologian keskimmäisen noodin roolia. RFD-noodi toimii pelkästään mittaavana noodina.

Verkossa on myös aina vähintään yksi sink (tiedonkeruunoodi), joka toimii yhdyskäytävänä toiseen verkkoon tai esimerkiksi pelkästään yhteen tietokoneeseen. CiNet-verkko käyttää tähti- ja peer-to-peer-topologioita ja niiden sekoitusta, jotka ovat esillä kuviossa 5.



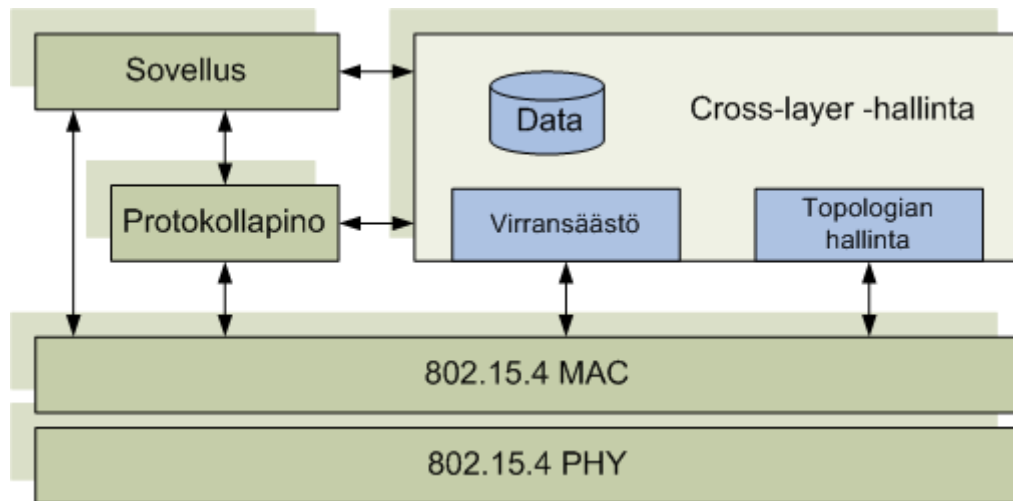
KUVIO 5. CiNet-topologia

Kuviossa 6 on CiNet-verkon noodin. Noodissa käytetään Jennic JN5139-001 -piiriä, joka sisältää 32-bittisen RISC-prosessorin ja 2,4 GHz:n IEEE802.15.4:n mukaisen radiolähettimen. Piiri sisältää myös 192 kB ROM-muistia (Read Only Memory), 96 kB RAM-muistia (Random Access Memory) ja laajan sekoituksen analogisia ja digitaalisia liitäntöjä. Piirin laitteisto on suunniteltu virtaa säästäväksi ja paristoilla toimivaksi. Laitteen virrankulutus vaihtelee toimintatilan mukaan 60 μ A–38 mA. (Jennic 2009.)



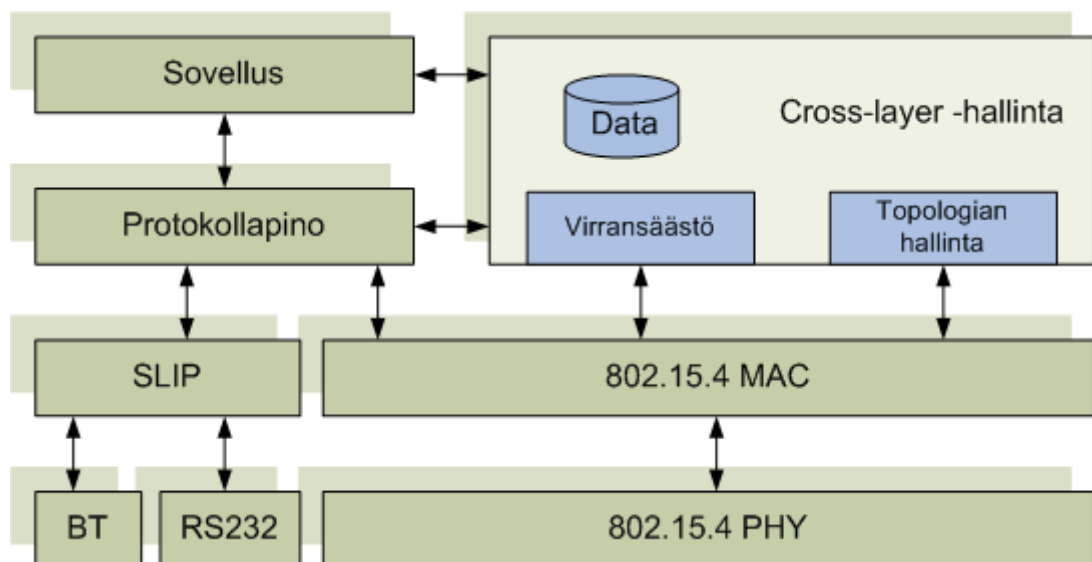
KUVIO 6. CiNetin Jennic-noodi

CiNet-noodin ohjelmistossa on käytetty cross-layer-arkkitehtuuria, joka on esitetty kuviossa 7. Sovellus hyödyntää protokollapinoa, mutta jos kyseessä on RFD-noodi, voi sovellus käyttää suoraan MAC-kerroksen palveluja.



KUVIO 7. CiNet-verkon noodin protokollapino (Hakala & Tikkakoski 2006.)

Sink-ohjelmisto on muuten samanlainen kuin noodin, mutta yhdyskäytävänä se tarvitsee myös erilaista liitettävyyttä. Sinkissä käytetään RS232-sarjaliitintä ja myös Bluetooth-protokollaa on käytetty. Sarjaliikenneyhteyttä tarvittaessa myös SLIP(Serial Line Internet Protocol) -protokolla täytyy ottaa käyttöön.



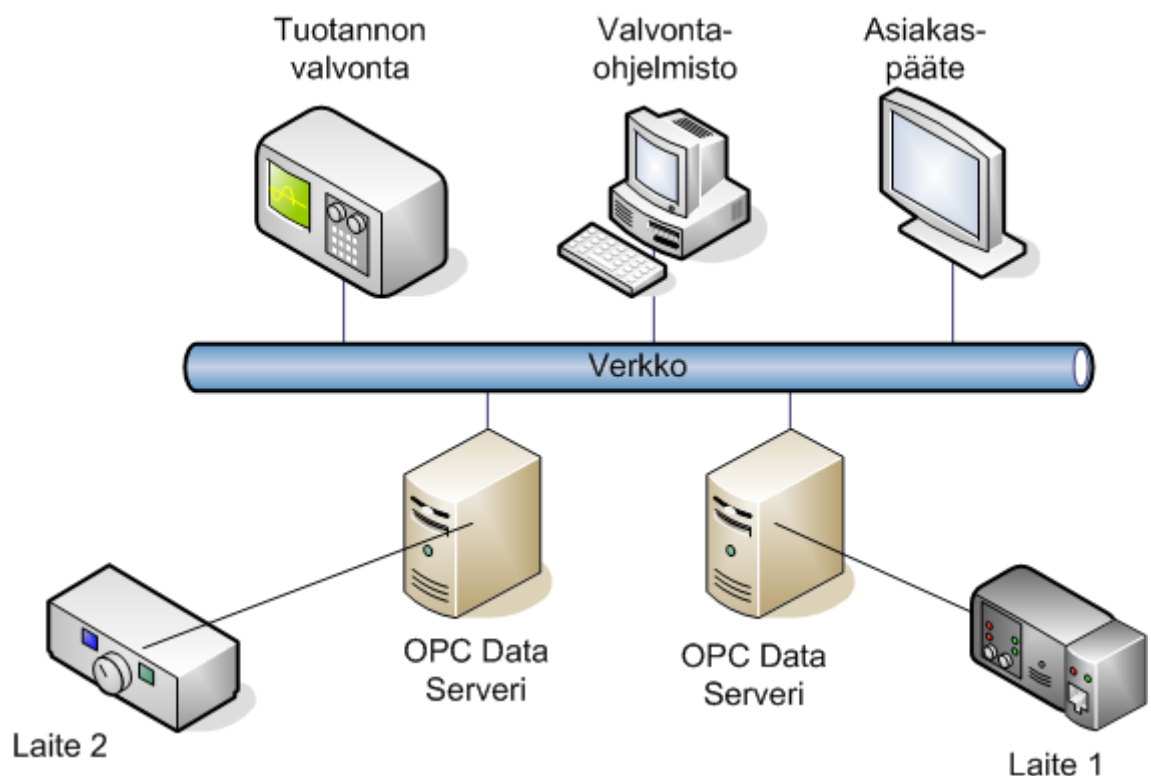
KUVIO 8. CiNet-verkon sink -tiedonkeruunoodin protokollapino (Hakala & Tikkakoski 2006.)

Arkkitehtuurin perusajatuksena on ollut, että sovellusten ohjelmointi saataisiin helpommaksi ja että protokollapino yksinkertaistettaisiin niin, että se sopisi paremmin noodin rajoitettuihin resursseihin. Matala protokollapino pienentää kerrosten välistä tietoliikennettä, joka samalla pienentää otsikkotietoa ja lähetettyjen bittien määrää. Virrankulutus on suoraan verrannollinen lähetetyn kehyksen pituuteen, joten lähetettyjen tavujen määrää tulisi tarkkailla.

CiNet-verkossa cross-layer -kokonaisuus on otettu käyttöön suoraan MAC-kerroksen yläpuolelle. CiNet-noodin cross-layer -kokonaisuuteen on sijoitettu topologian hallinta- ja virransäästömoduuli. Topologian hallintamoduuli pitää huolen RFD-laitteen verkkotyöskentelystä, ja virransäästömoduuli sisältää lähetystehon säädön ja tehtävien ajon hallinnan. (Hakala & Tikkakoski 2006.)

4 OPC

OLE (Object Linking and Embedding) for Process Control (OPC) on avoin teollisuusstandardi, joka mahdollistaa erilaisten ja eri valmistajien automaatiolaitteiden liitettävyyden toisiinsa. OPC-rajapinnan avulla eri laitteet voivat käyttää tietoja eri prosessin hallintalaitteilta. Tällaisia laitteita ovat esimerkiksi ohjauslaitteet, kuten PLC (Programmable Logic Controller) ja DCS (distributed control system), HMI-järjestelmät (Human Machine Interface) ja valvomo-ohjelmistot. Kuviossa 9 on esitetty esimerkki tehdasverkosta ja sen laitteista. Toiminta perustuu client-/serverikonseptiin, joka toimii siten, että clientit voivat kysellä tietoja servereiltä ja serverit pystyvät vaihtamaan tietoja keskenään. (Beijer OPC kommunikointi 2010.)



KUVIO 9. Esimerkki tehdasverkosta laitteineen

OPC-standardeita ja määrittelyjä ohjaa ja pitää yllä organisaatio nimeltä OPC Foundation, johon nykyään kuuluu yli 400 automaatioalan yritystä ympäri maailmaa. Tällä hetkellä on yhteensä seitsemän standardia, jotka määrittelevät yhteensopivuutta laitteiden välisessä kommunikaatiossa. (OPC Foundation 2010.)

Nämä standardit lähtivät kehittymään maailmanlaajusten automaatioyritysten ja Microsoftin yhteistyöllä. OPC perustui aluksi pelkästään Microsoftin OLE COM (Component Object Model) -ja DCOM(Distributed Component Object Model) -teknologioihin, jotka mahdollistivat liitettävyyden laitteiden välillä. COM ja DCOM tarjoavat rungon ohjelmistokehittäjille, mikä on johtanut siihen, että nykyään on satoja OPC Data Access -servereitä ja -clientejä. (OPC Foundation 2010.)

4.1 Käyttö

Yleisimmät OPC-määrittelyt ovat Data Access (DA), Alarms & Events (A&E) ja Historical Data Access (HDA). Data Access on tarkoitettu reaaliaikaisen prosessidatan siirtelyyn prosessi- ja ohjauslaitteiden välillä. Alarms & Events on hälytys- ja tapahtumatietojen seurantaan tarkoitettu, ja Historical Data Access mahdollistaa pääsyn käsiksi historiatietoihin. On myös paljon muita määrittelyjä, esimerkiksi OPC Batch, Security, XML-DA ja DX. (OPC Foundation 2010.)

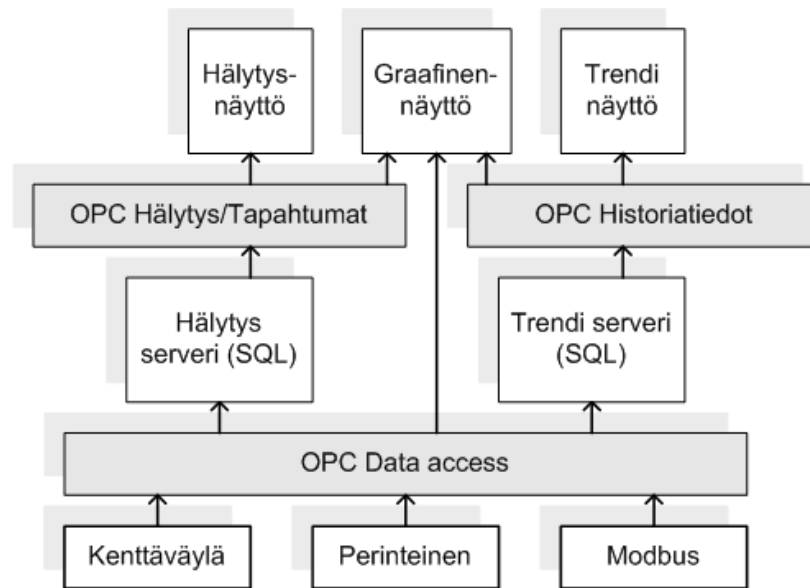
OPC -serveri kerää tietoa kenttälaitteelta tehdasverkon kautta ja vie sen tiedon OPC -client(asiakas)-ohjelmalle. Tämä perustuu reaaliaikaiseen tiedonliittämismenetelmällä, joka tarjoaa yhdenmukaisen tavan päästä käsiksi dataan tehtaan laitteilta. OPC-serverit liittävät kolmannen osapuolen Windows-pohjaiset sovellukset ja prosessiohjauksen laitteet yhteen. OPC-serverit pystyvät helposti ja automatisoidusti hakemaan dynaamista prosessi-informaatiota integroiden datan kolmannen osapuolen sovellukset tietokantaan, jota prosessinohjausjärjestelmä käyttää. Nämä

ennalta määritellyt standardit sallivat minkä tahansa OPC-asiakassovelluksen kommunikoinnin minkä tahansa OPC-serverin kanssa riippumatta laitteen tyypistä. (Putman 2004.)

OPC-yhteensopivat ohjelmistosovellukset, kuten kehittyneet ohjaustuotteet, tyypillisesti asettuvat rinnakkain tehtaan LAN/WAN-verkkoon tai käyttäjän paikalliselle asemalle. Laajalti käytetyt PC-työkalut, kuten laskenta- ja tietokannan hallintajärjestelmät ovat jo OPC-yhteensopivia, tarjoten standardia tapaa tuoda tietoa erilliseltä tietolähteeltä. Tehtaat pystyvät myös implementoimaan OPC -asiakasohjelmia kehittyneisiin ohjauksiin, kuten SmartProcess™, Global Performance Adviser tai Enterprise Process Historian. (Putman 2004.)

4.2 Heikkoudet

OPC-järjestelmillä on myös muutamia heikkouksia. Ensimmäinen asia on se, että OPC-servereiden lisäys on kalliimpaa kuin sarjaliikenteen käyttö. Näillä liitännöillä on myös tapana kuluttaa paljon aikaa, ja useasti ne vaativat tuplakonfiguroinnin eli laitteiden parametrien kartoittamisen laitteelta toiselle.



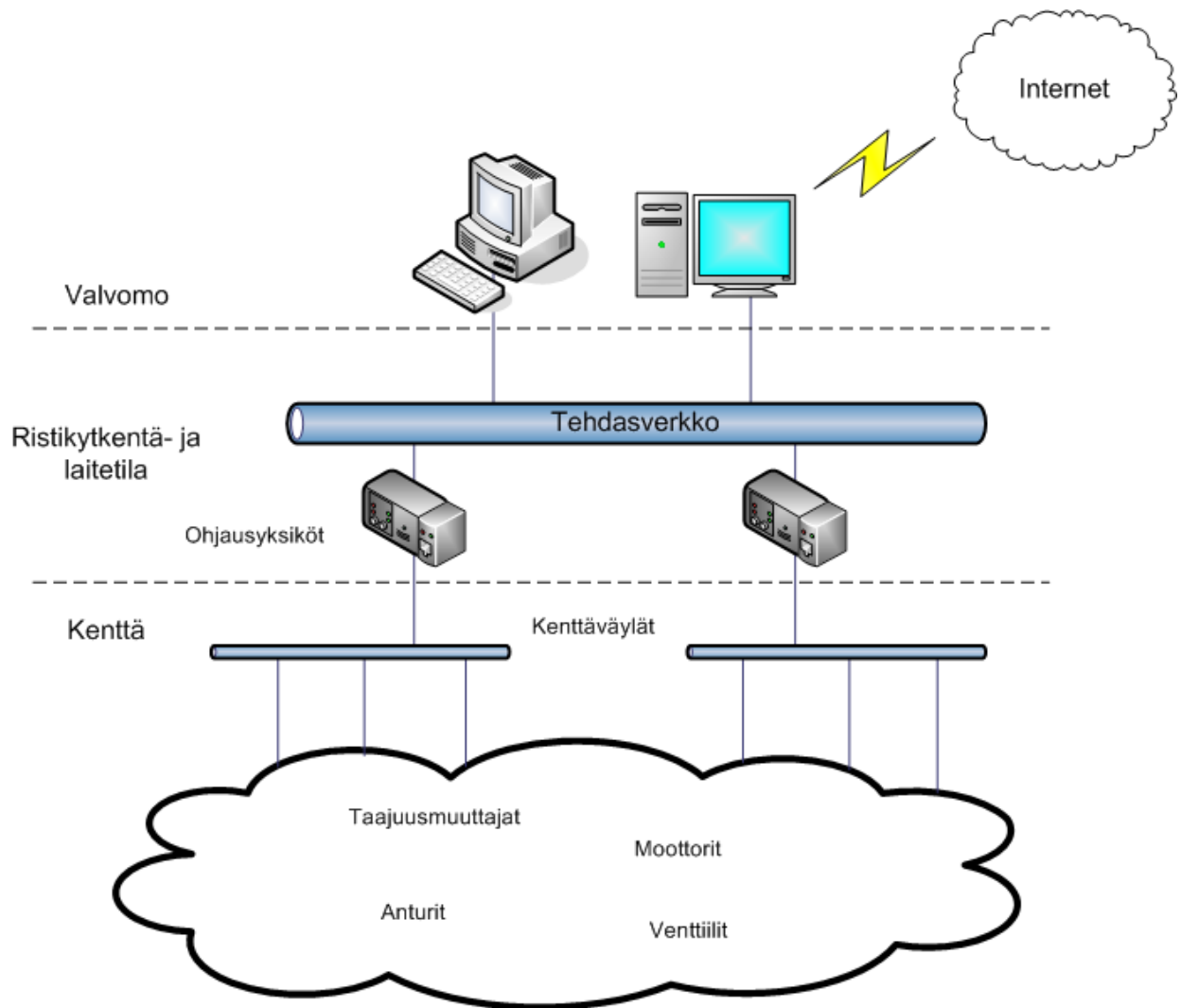
KUVIO 10. Erilaisia OPC-serveireitä (Liptak 2006.)

OPC -rajapinnoilta puuttuu useasti myös sellaisia peruspiirteitä, kuten viimeisen arvon säilyttäminen asetuksia ladattaessa, eikä liitettä yleensä ole redundanttinen, jolloin sitä ei voi käyttää sovelluksessa, jossa väliaikainen yhteyskatkos voi vahingoittaa tehdasta. Uusimmissa OPC -standardoinneissa on tehty tärkeää edistystä datamallien parantamisessa, tietolähteiden, kuten hälytystietojen, integroinnissa ja parempien verkkopohjaisten palveluiden tuessa. (Liptak 2006.)

5 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄT

Automaatiojärjestelmällä tarkoitetaan tehtaan toimintaa ohjaavaa järjestelmää, joka voi olla yksittäinen ohjelmoitava logiikka tai laaja ohjausjärjestelmä. Valvomo toimii yleensä järjestelmän keskusyksikkönä, josta tehtaan ohjaus tapahtuu. Ohjauksessa käytetään PC-laitteistoa ja siihen liitettyjä I/O-yksiköitä. I/O-yksiköihin on kytketty tehtaan ohjausväylä, joka muodostaa yhteyden kenttälaitteilta valvomoon. (Kunnossapito 2010.)

Automaatiojärjestelmät esitetään hierarkkisilla tasoilla (KUVIO 11). Alimmalla tasolla eli kenttälaitetasolla sijaitsevat anturit, mittalaitteet, lähettimet ja yksittäiset ohjauslaitteet ja prosessia ohjaavat toimilaitteet. Keskimmaisella tasolla ovat prosessia ohjaavat laitteet, kuten säätimet ja ohjelmoitavat logiikat. Ylimmällä tasolla sijaitsee valvomo, jossa on tietokoneita, hälytyslaitteistoa ja mahdollisesti yhteys Internetiin. (Kunnossapito 2010.)



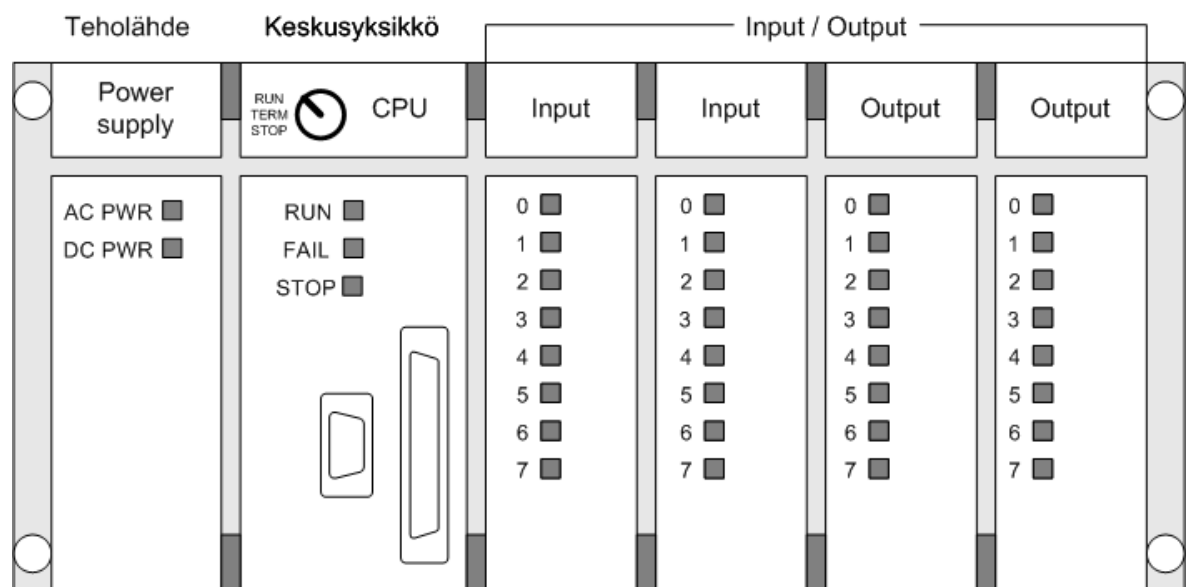
KUVIO 11. Automaatiojärjestelmän hierarkia (Kunnossapito 2010.)

5.1 Ohjelmoitavat logiikat

Ohjelmoitava logiikka eli PLC (Programmable Logic Controller) on teollisuuteen tarkoitettu digitaalinen elektroniikkalaite, joka on suunniteltu erityisesti prosessien ja koneiden ohjaukseen. Ohjaus tapahtuu logiikan ohjelmoitavan muistin ja antureiden kentältä saamien tietojen perusteella. (Bolton 2006, 3.)

Ohjelmoitava logiikka on mikroprosessoripohjainen ohjain, joka hyödyntää ohjelmoitavaa muistia toimintaohjeiden ja ohjelmien tallentamiseen. PLC toteuttaa muistiin ohjelmoituja käskyjä, kuten loogisia operaatioita, sekvenssejä, ajastuksia, laskureita ja aritmetiikkaa prosessien ja koneiden ohjaamiseksi. Ohjelmoitavat logiikat on suunniteltu sellaisten insinöörien käyttöön, joilla on mahdollisesti rajallista osaamista tietokoneista ja tietokoneohjelmoinnista. Tyypillisiä ohjelmoitavan logiikan toiminnallisia osia ovat keskusyksikkö, muistiyksikkö, teholähteyksikkö, input/output-yksikkö, kommunikointiyksikkö ja ohjelmointilaite. (Bolton 2006, 3.)

Kuviossa 12 on ohjelmoitavan logiikan kolme peruskomponenttia. Nämä komponentit ovat system power supply eli laitteiston teholähde, Central Processing Unit (CPU) eli keskusyksikkö ja input/output eli tulot ja lähdöt. (Jones 1996, 3.)



KUVIO 12. Ohjelmoitavan logiikan 3 peruselementtiä (Jones 1996.)

5.1.1 CPU

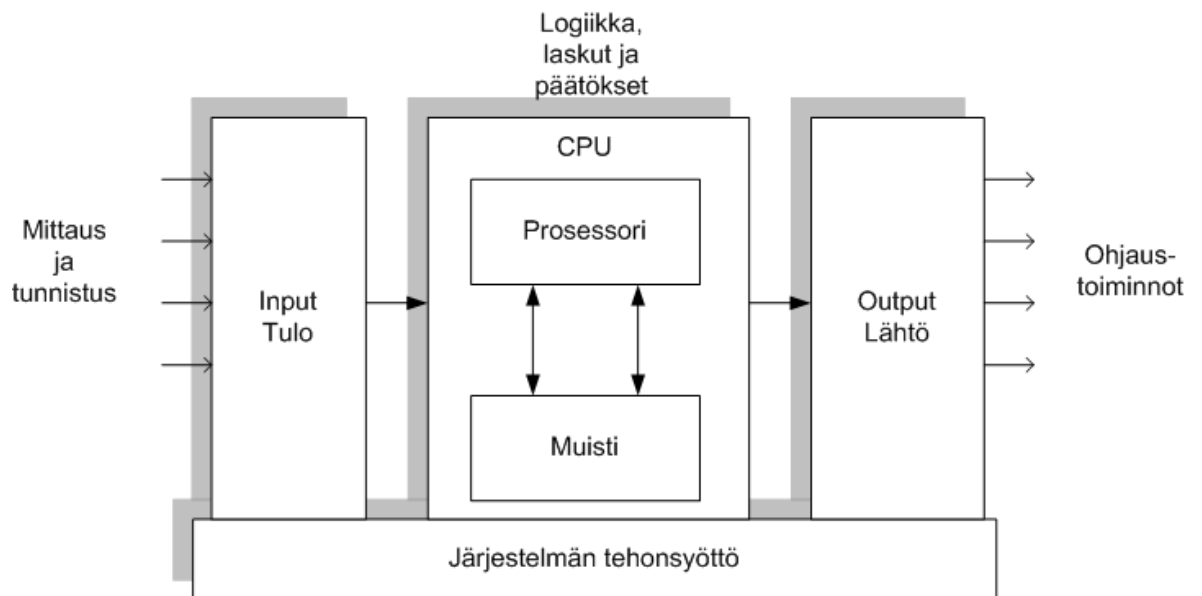
CPU eli keskusyksikkö on ohjelmoitavan logiikan "aivot", ja se tekee kaikki päätökset ohjattavalle prosessille. Kuviosta 13 nähdään, että keskusyksikkö sisältää prosessorin ja oman muistin. Kun ohjelmoitava logiikka on toiminnassa, keskusyksikkö vastaanottaa mittaustietoa tuloihin liitetyistä mittalaitteista. Sen jälkeen keskusyksikkö suorittaa muistiin tallennetun ohjelman perusteella loogiset päätelmät ja ohjaa lähtöjä ohjelmoidun ohjelman mukaan. Tätä prosessia, jossa luetaan tulot, ajetaan ohjelma ja ohjataan lähtöjä, kutsutaan sykliajaksi (cyclic scan) tai kiertoajaksi. (Jones 1996, 2.)

5.1.2 Tulot/Lähdöt

Tulot/Lähdöt (I/O) ovat sellaisen ohjelmoitavan logiikan osia, jossa mitta- ja toimilaitteet ovat yhdistettynä ja jonka kautta keskusyksikkö tarkkailee ja ohjaa konetta tai prosessia. Jokainen ohjelmoitavan logiikan I/O sisältää vaihtelevia tulo- ja lähtökortteja, mikä mahdollistaa liitynnän laajaan valikoimaan standardivirta- ja -jänniteviestisignaaleja. Tulomoduulit vastaanottavat ja käsittelevät signaaleja laitteista, esimerkiksi rajakytkimistä, painonapeista, valintakytkimistä, releet ja analogiantureista. Lähtömoduulit ottavat ja käsittelevät käskyjä keskusyksiköltä ja sitten ohjaavat laitteita, esimerkiksi moottoreita, solenoideja, merkkivaloja ja venttiileitä. (Jones 1996, 3.)

5.1.3 Tehonlähde

Järjestelmän tehonlähde on kolmas peruskomponenteista, ja se tuottaa matalaa tasajännitettä, jota ohjelmoitavan logiikan komponentit vaatii. Tehonlähde muuntaa korkeaa jännitettä, esimerkiksi 115 V tai 230 V, AC(vaihtosähkö) - matalajännitteeksi esimerkiksi 5 V, 15 V, 24 V DC (tasasähkö), jota keskusyksikkö ja I/O-moduuli vaativat. Järjestelmän tehonlähde on suunniteltu järjestelmän sisäiseksi tehonlähteeksi. Kenttälaitteet vaativat yleensä oman tehonlähteen, joka tuodaan jostain muualta. (Jones 1996, 3.)



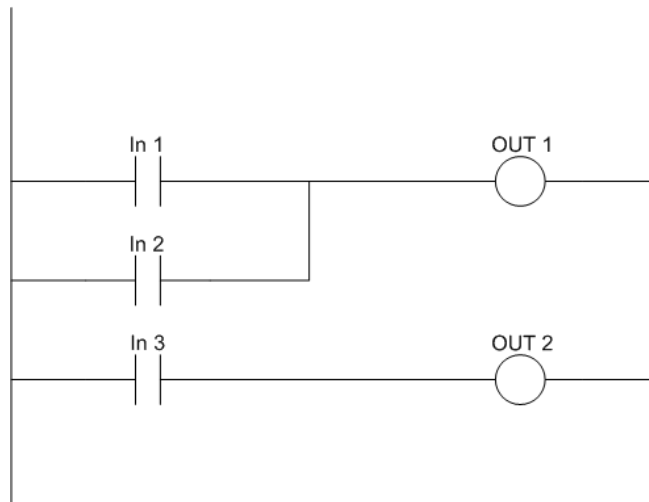
KUVIO 13. Ohjelmoitavan logiikan peruskomponenttien toiminta (Jones 1996.)

5.2 Ohjelmointilaitteet

Ohjelmointilaite on yleensä kämmentietokone tai pc-pohjainen oheislaitte, jonka avulla saadaan sovellus ohjelmoitavan logiikan muistiin. Kun ohjelmoitavaan logiikkaan on syötetty ohjelma, ohjelmointilaite voidaan irrottaa laitteesta. Ohjelmointilaite voidaan jälkeempään kiinnittää takaisin ohjelmoitavaan logiikkaan ja muuttaa ohjelmaa tai seurata ohjelman toimintaa laitteen ollessa käytössä. Ohjelmointilaitteet yleensä tarjoavat myös vianetsintää ja tarvittavat välineet ohjelman dokumentointiin. (Jones 1996, 4–5.)

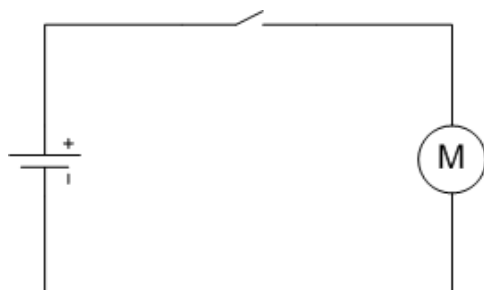
5.3 Ohjelmointikieliet

Ohjelmointikieliä on kahta eri tyyppiä: tekstipohjaisia kieliä ja graafisia kieliä. Tekstityyppiset kielet ovat instruction list (IL) ja structured text (ST). Eniten käytetyt graafiset ohjelmointikieliet ovat sequential function chart (SFC), function block diagram (FBD) ja ladder eli tikapuukaavio (KUVIO 14). Erilaiset ohjelmoitavat logiikat tukevat eri ohjelmointikieliä, mutta yleensä yhtä tai useampaa edellä mainituista kielistä. Näillä ohjelmointikielillä on omat hyvät ja huonot puolensa, mutta ne täydentävät toisiaan, niin että ohjelmoinnista tulee tehokasta. Tikapuukaavio-ohjelmointikieli on graafisista kielistä yleisin ja eniten käytetty, koska se jäljentää aiemmin käytettyä rele-pohjaista tikapuukaavion mukaista logiikkarakennetta. (Jones 1996, 4–5.)



KUVIO 14. Esimerkki ladder-ohjelmoinnista. (Bolton 2004, 3.)

Tikapuukaavio antaa jonkinlaisen käsityksen ladder-ohjelmointikielestä. Tikapuukaavio-ohjelmointikielessä tehonsyöttö piireille merkataan, tikapuiden pysty-
puolien tapaan, pystysuorilla viivoilla ja loput virtapiirit ovat kuin tikapuiden
puolia vaakasuorilla viivoilla merkittyinä. Perinteisessä piirikaaviossa (KUVIO 15)
nähdään, että komponenttien fyysiset sijainnit ja kytkennät ovat selvästi esillä.
Tikapuukaaviossa ei ole tarkoitus näyttää komponenttien todellisia fyysisiä sijain-
teja, vaan tarkoitus on selkeästi osoittaa, miten ohjaus on toteutettu. Tikapuukaa-
viota luetaan vasemmalta oikealle ja ylhäältä alas. (Bolton 2004, 162–163.)



KUVIO 15. Perinteinen piirikaavioesitys (Bolton 2004.)

Kun ohjelmoitava logiikka on käynnissä, se käy läpi koko tikapuukaavio-ohjelman päästä päähän. Prosessia, joissa kaikki tikapuukaavion puolat käydään läpi, kutsutaan sykliseksi. Jokaisen puolan täytyy alkaa tulolla tai tuloilla ja päättyä vähintään yhteen lähtöön. Tulolaitteet merkitään kahdella pystysuoralla viivalla, joka kuvastaa kytkimen kärkiä, ja lähtölaite merkitään ympyrällä. Tulo-termiä käytetään ohjaustoimintaan, kuten sulkeutuva kytkimen kärki. Lähtö-termiä käytetään, kun laite kytketään ohjelmoitavan logiikan lähtöön. (Bolton 2004, 162–163.) Kuviossa 16 on ladder-ohjelmointikielissä paljon käytettyjä osia.



KUVIO 16. Ladder-ohjelmointikielen peruskomponentit (Bolton 2004.)

6 KÄYTÄNNÖNOSUUDEN LÄHTÖKOHDAT

Tehtävänäni oli saada mittaustieto siirrettyä langattomasta CiNet-anturiverkosta automaatiojärjestelmään. Automaatiolaitteeksi valittiin Siemens S7-200 -logiikka, joka yhdistettiin Ethernet-verkkoon logiikkaan liitettävällä CP 243-1 -Ethernet-moduulilla.

Tiedonsiirtämiseen käytettiin apuna OPC -rajapintaohjelmistoa ja MySQL -tietokantaa. Kokeilin kahden eri valmistajan OPC -ohjelmistoa: Matrikon OPC ja Kepware Technologies. Valitsin työhön Kepware Technologies KEPServerEX 5- ja -LinkMaster ohjelmat, koska ne olivat edullisimmat ja yksinkertaisimmat käyttää.

6.1 Siemens S7-200

Työssä käytetty ohjelmoitava logiikka oli Siemens S7-200 224XP, johon oli liitetty CP 243-1 -Ethernet-moduuli. CPU 224XP on kompakti ja tehokas logiikka tosiaikaisiin ohjauksiin. Kuviossa 17 on esillä ohjelmoitava CPU 224XP -logiikka, johon on liitetty Ethernet-moduuli.



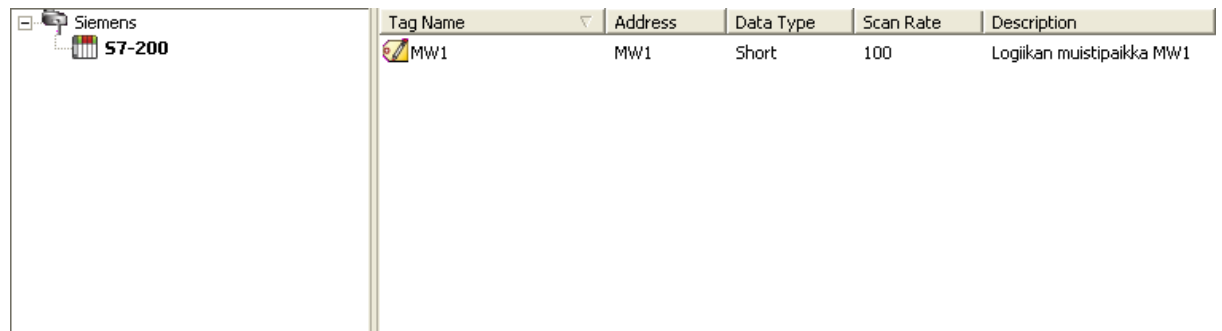
KUVIO 17. CPU 224XP- ja CP 243-1 -moduuli (Siemens 2010.)

Logiikkaan on mahdollista liittää erilaisia moduuleita, joten se on laajennettavissa tarpeiden mukaan. Logiikkaan liitettäviä tiedonsiirtomoduleita ovat esim. Profibus, AS-interface ja Ethernet/Internet. 224 XP -mallissa on itsessään 14 digitaalista ja kaksi analogista tuloa ja 10 digitaalista ja yksi analoginen lähtö. Logiikkaan on mahdollista liittää seitsemän laajennusmoduulia. Käytetty CP 243-1 Ethernet moduuli mahdollistaa logiikan yhdistämisen TCP/IP-verkkoon. Verkkoon liittäminen mahdollistaa logiikan ohjelmoimisen ja OPC -ohjelmiston käytön. (Siemens 2010.)

6.2 Kepware

Kepware on johtavin tietoliikenneohjelmistojen toimittaja automaatioalalle. Kepware on perustettu vuonna 1995, ja se on keskittynyt kehittämään tietoliikenneajureita automaation säätimille, I/O- ja kenttälaitteille. Ohjelmistoille tukevia käyttöjärjestelmiä ovat Microsoft Windows Desktop, Server ja Embedded. Nykyään Kepware tarjoaa 130 eri tietoliikenneprotokollaa ja yrityksen vuosittaiset toimitukset ovat n. 100 000 yksikköä. (Kepware Technologies 2010.)

KEPServerEX 5 -ohjelmistossa eri laitteille luodaan yhteydet. Aluksi yhteyden luonnissa määritellään, mitä ajuria käytetään, esimerkiksi Siemens. Seuraavaksi valitaan, mitä Siemensin laitetta käytetään, esimerkiksi S7-200, ja sitten luodaan tag viitaten johonkin osoitteeseen, esimerkiksi muistipaikkaan MW1. Yhteyden luonnissa annetaan kaikki tarvittava tieto yhteydestä, esimerkiksi tietokoneen verkkokortti, logiikan IP-osoite, käytettävä portti ja muita kommunikointiparametreja. Kuviossa 18 on esimerkki luodusta yhteydestä.



Tag Name	Address	Data Type	Scan Rate	Description
MW1	MW1	Short	100	Logiikan muistipaikka MW1

KUVIO 18. Siemensin S7-200 -logiikalle muodostettu yhteys

Kepware LinkMaster -ohjelmistolla linkitetään kaksi valmiiksi määriteltyä tagia. Linkityksen ensisijaiset määrittelyt ovat tulo- ja lähtöosoitteet ja tietotyyppi. Muita määrittelyjä ovat mm. tiedon skaalaaminen ja serverin päivitysnopeus. Kuviossa 19 on valmis linkki CiNet-tietokannasta Siemensin S7-200 -logiikalle.

Link Name	Input	Outputs	Data Type
Link	Local Machine\Kepware.KEPServerEX.V5\Cinet.Level.data.data__1_	Local Machine\Kepware.KEPServerEX.V5\Siemens.S7-200.MW1	String

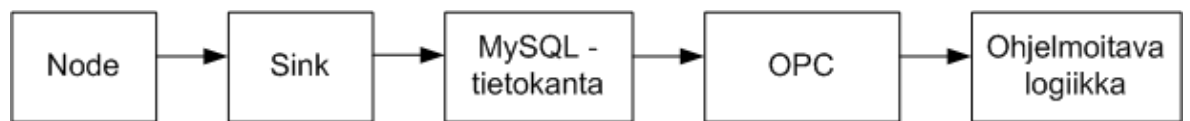
KUVIO 19. Linkki CiNet-tietokannasta Siemensin logiikalle

6.3 MySQL -tietokanta

MySQL on yksi maailman tunnetuimmista avoimen lähdekoodin tietokantaohjelmista. Sitä on alun perin Ruotsissa kehitetty kahden ruotsalaisen ja yhden suomalaisen voimin 1980 -luvulta lähtien. Tietokantaa on ladattu yli 100 miljoonaa kopiota historiansa aikana. Tietokannan vahvuuksiksi luetaan nopeus, luotettavuus ja helppokäyttöisyys. (MySQL 2010.)

6.4 Yhteys noodilta ohjelmoitavalle logiikalle

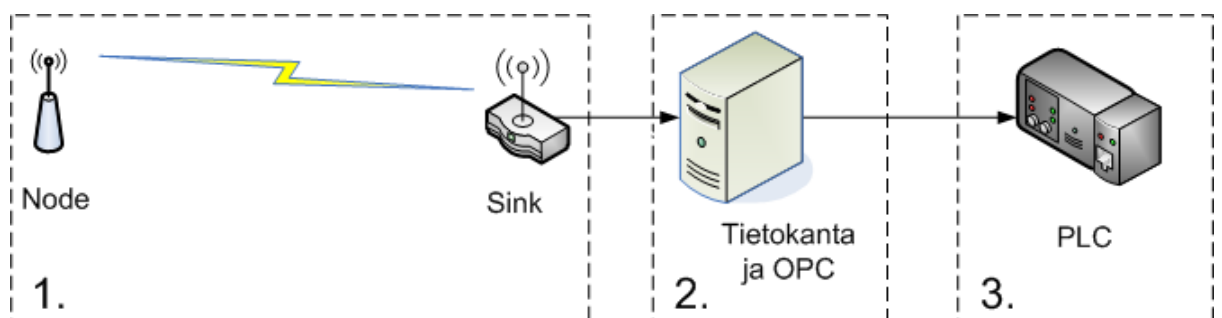
Tiedon siirtyminen langattoman CiNet-anturiverkon noodilta ohjelmoitavalle logiikalle on esitetty vaiheittain lohkokaaavion avulla kuviossa 20. Tiedon siirtymiseen tarvitaan langattoman anturiverkon jälkeen MySQL-tietokanta, OPC-rajapintaohjelmisto ja ohjelmoitava logiikka.



KUVIO 20. Tiedon siirtyminen lohkokaaaviona

Kuviossa 20 tiedonkulku on esitetty suoraviivaisesti, mutta esimerkiksi todellisessa tehdasympäristössä laitteet olisi luultavimmin hajautettu ympäri tehdasta. Ethernet-verkot mahdollistavat sen, että tiedonkulkuketjun laitteet pystyttäisiin hajauttamaan siten, että tietokanta- ja OPC-ohjelmistoilla olisi omat palvelinkoneensa.

Kuviossa 21 on esitetty yksinkertainen tapa tiedon siirtämiseen noodilta ohjelmoitavalle logiikalle, jossa kaikki ohjelmistot ovat yhdellä tietokoneella.



KUVIO 21. Mittaustiedon reitti noodilta ohjelmoitavalle logiikalle

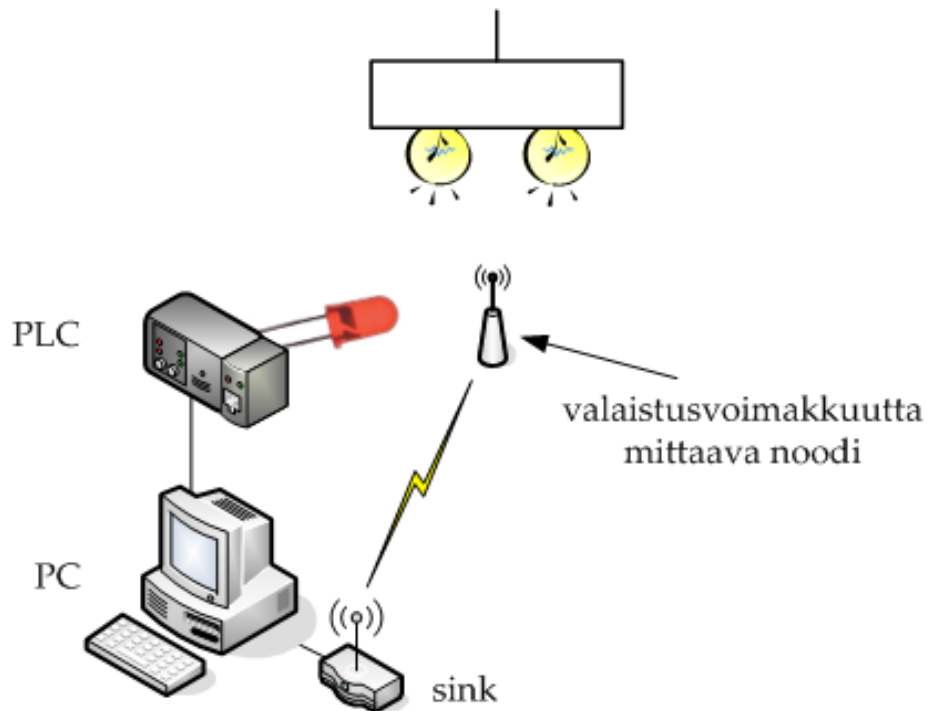
Ensimmäisessä kohdassa noodi lähettää mitattua datan tiedonkeruunoodille (sink). Tiedon saavuttua tiedonkeruunoodille se siirretään Javalla tehdyn tietokoneohjelman avulla MySQL-tietokantaan.

Toisessa kohdassa Kepwaren ODBC-serveri lukee tiedon MySQL-tietokannasta ja kirjoittaa sen luotuun tagiin. Sen jälkeen Kepwaren LinkMaster -ohjelma linkittää tämän tagin Siemensin logiikalle luotuun tagiin.

Viimeisenä Kepwaren Siemens -serveri kirjoittaa tiedon logiikan muistipaikkaan Ethernet-verkon kautta.

6.5 Langattoman mittauksen testaus pienessä mittakaavassa

Saatuamme yhteyden toimimaan päätimme aluksi kokeilla langatonta mittausta pienessä mittakaavassa. Sovelluskohteeksi valikoitui valovoimakkuuden säätö, koska yliopistokeskus Chydeniuksella oli jo valmiiksi valovoimakkuutta mittaava noodi. Kuviossa 22 on esillä systeemi, jolla toteutimme logiikkaohjatun valovoimakkuuden säädön. Valovoimakkuuden säädössä oli ajatuksena, että voisimme korvata kattovalaistuksesta tulevan valon led-valolla, kun kattovalaistus sammutetaan.

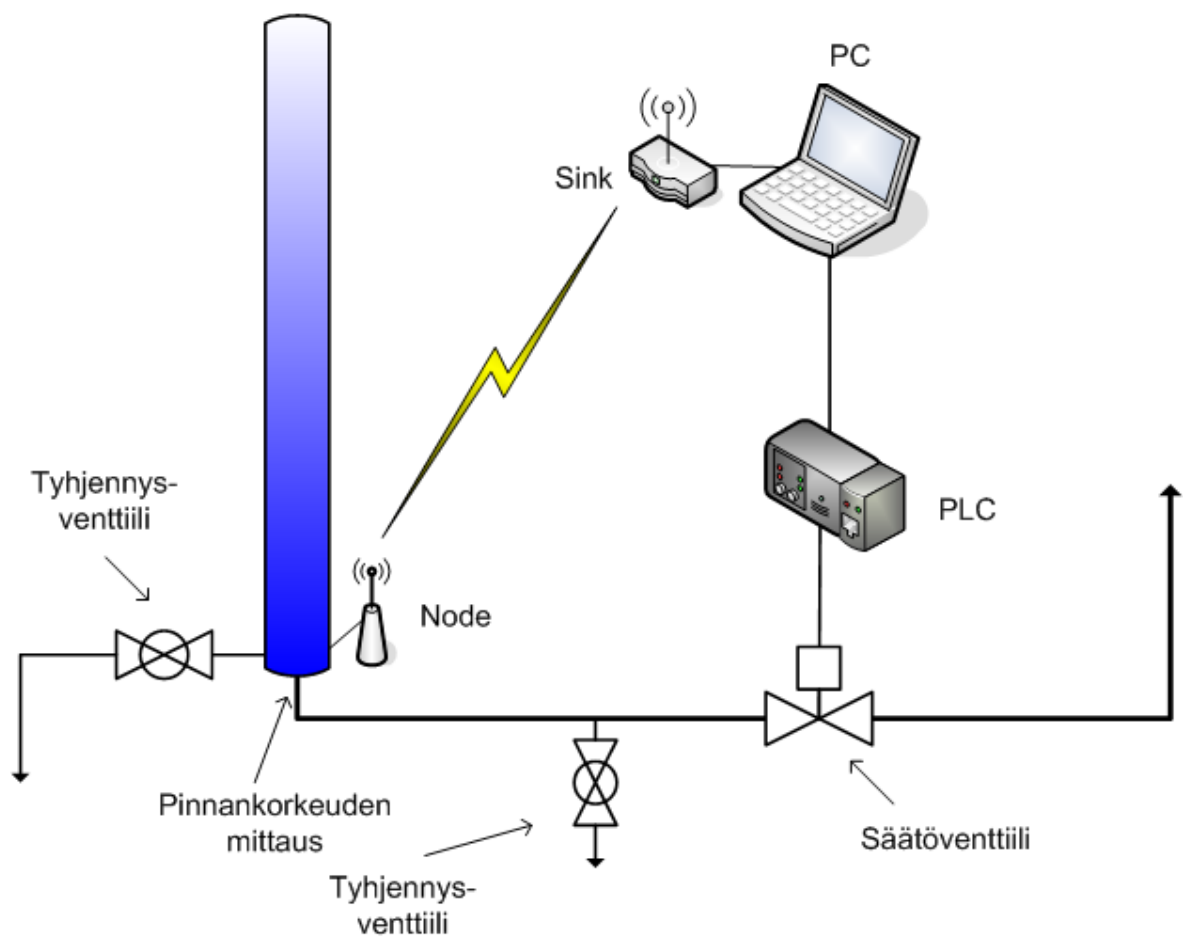


KUVIO 22. Valovoimakkuuden säätöpiiri

Valovoimakkuusnoodi mittasi Lux-arvoa (valovoimakkuusarvo) ja lähetti sen langattomasti tiedonkeruunoodin sekä tietokoneen kautta ohjelmoitavalle logiikalle. Logiikan analogialähtö ohjasi ledin kirkkautta noodilta saadun Lux-arvon perusteella, jotta haluamamme valovoimakkuuden arvo anturilla säilyisi samana. Valovoimakkuuden säätö ei ollut merkittävä systeemi, mutta siinä nähtiin, että laitteet toimivat odotetulla tavalla, ja että systeemin pystyisi toteuttamaan täydessä mitta-kaavassa.

7 PINNANKORKEUDENSÄÄTÖ

Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulun laboratoriossa oli vanha vedenpinnan korkeuden säätöpiiri, johon päätettiin soveltaa langatonta pinnankorkeuden mitausta ja logiikkaohjausta. Ideana oli liittää langaton mittaus säätöpiirin osaksi ja tutkia sen toimivuutta. Kuviossa 23 on esitetty laboratorion säätöpiiri.

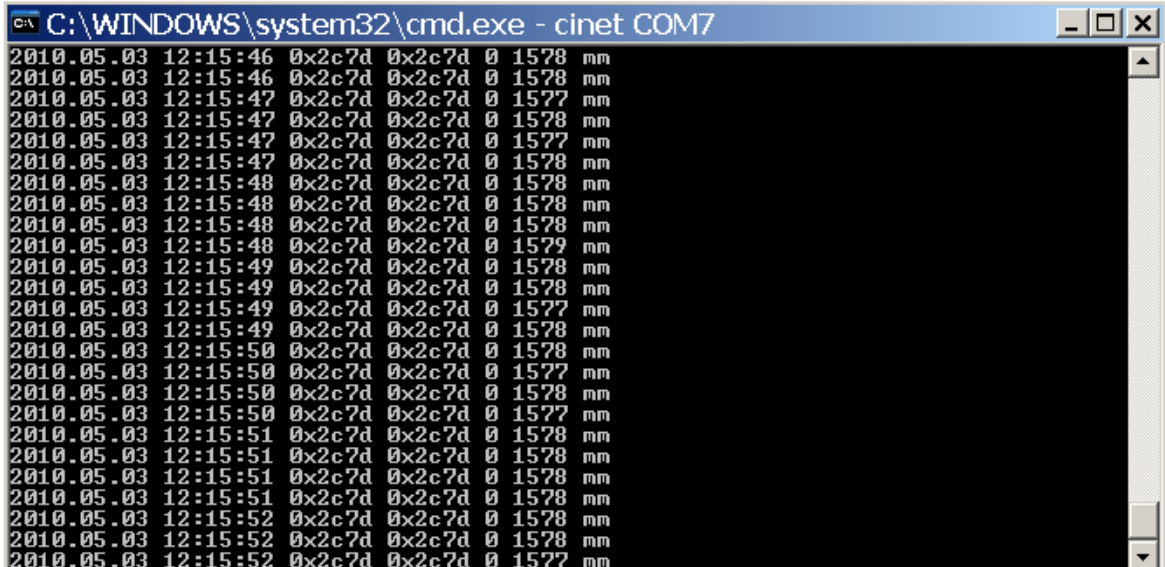


KUVIO 23. Pinnankorkeuden säätöpiiri

Säiliöön johti putki säätöventtiilin läpi suoraan vesijohtoverkosta. Tarkoituksena oli mitata pinnankorkeutta ja säätää vedentuloa säätöventtiilillä, kun vettä samalla päästettiin vuotamaan tyhjennysventtiilin kautta viemäriin. Säiliön pohjalla oli

paineanturi, joka mittasi hydrostaattista painetta. Hydrostaattinen paine on vesipatsaan muodostama paine, joka on suoraan verrannollinen pinnankorkeuteen.

Noodi mittasi ja lähetti mitatun datan tiedonkeruunoodille 250 millisekunnin välein. Tiedon saavuttua tietokoneelle se muutettiin suoraan millimetreiksi, mikä on esillä kuviossa 24.



```

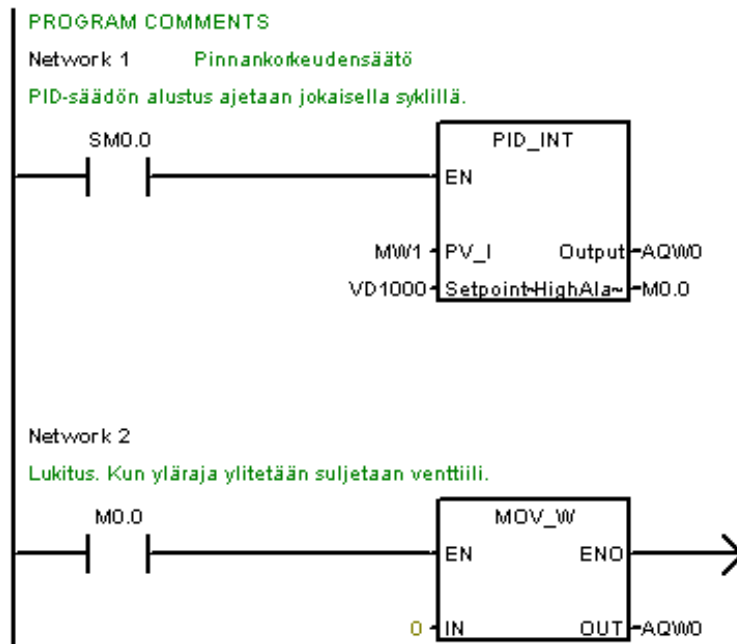
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - cinet COM7
2010.05.03 12:15:46 0x2c7d 0x2c7d 0 1578 mm
2010.05.03 12:15:46 0x2c7d 0x2c7d 0 1578 mm
2010.05.03 12:15:47 0x2c7d 0x2c7d 0 1577 mm
2010.05.03 12:15:47 0x2c7d 0x2c7d 0 1578 mm
2010.05.03 12:15:47 0x2c7d 0x2c7d 0 1577 mm
2010.05.03 12:15:47 0x2c7d 0x2c7d 0 1578 mm
2010.05.03 12:15:48 0x2c7d 0x2c7d 0 1578 mm
2010.05.03 12:15:48 0x2c7d 0x2c7d 0 1578 mm
2010.05.03 12:15:48 0x2c7d 0x2c7d 0 1579 mm
2010.05.03 12:15:49 0x2c7d 0x2c7d 0 1578 mm
2010.05.03 12:15:49 0x2c7d 0x2c7d 0 1578 mm
2010.05.03 12:15:49 0x2c7d 0x2c7d 0 1577 mm
2010.05.03 12:15:49 0x2c7d 0x2c7d 0 1578 mm
2010.05.03 12:15:50 0x2c7d 0x2c7d 0 1578 mm
2010.05.03 12:15:50 0x2c7d 0x2c7d 0 1577 mm
2010.05.03 12:15:50 0x2c7d 0x2c7d 0 1578 mm
2010.05.03 12:15:50 0x2c7d 0x2c7d 0 1577 mm
2010.05.03 12:15:51 0x2c7d 0x2c7d 0 1578 mm
2010.05.03 12:15:51 0x2c7d 0x2c7d 0 1578 mm
2010.05.03 12:15:51 0x2c7d 0x2c7d 0 1578 mm
2010.05.03 12:15:52 0x2c7d 0x2c7d 0 1578 mm
2010.05.03 12:15:52 0x2c7d 0x2c7d 0 1577 mm

```

KUVIO 24. Noodilta saatu pinnankorkeuden mittaustieto millimetreinä

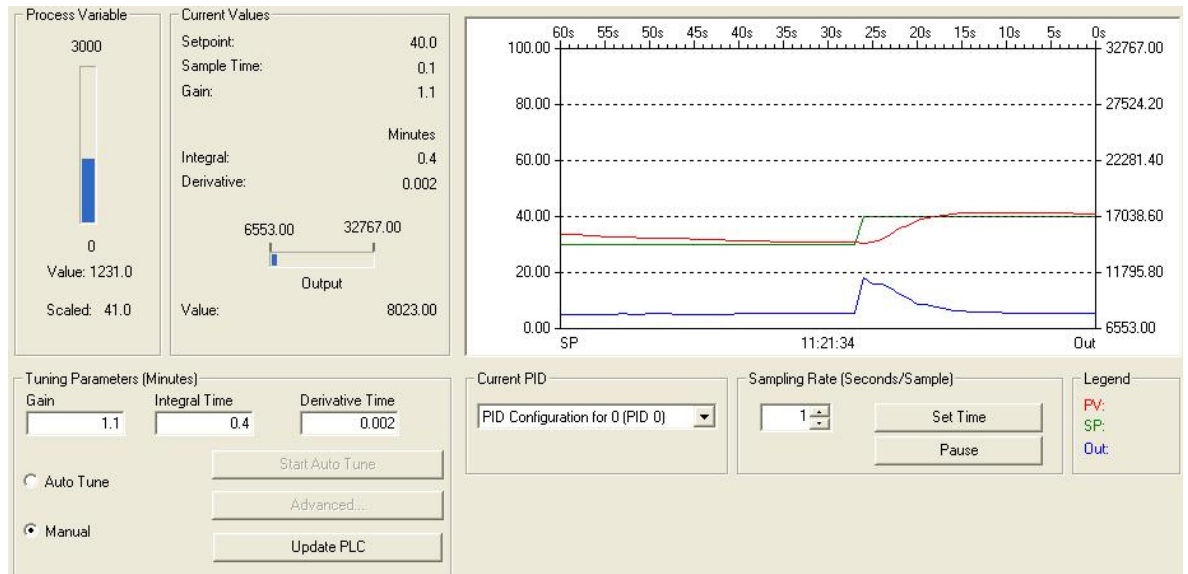
Mittaustieto lähetettiin suoraan MySQL-tietokantaan, joka sijaitti samalla koneella kuin OPC -ohjelmisto. Seuraavaksi OPC -serveri kopioi mittaustiedon tietokannasta ja linkitti sen kirjoitettavaksi ohjelmoitavalle logiikalle.

Logiikalle tehtiin ohjelma logiikan omalla STEP 7 MicroWIN -ohjelmalla. Ohjelma sisälsi pinnankorkeudelle PID-säädön (Proportional-integral-derivative-säätö), Ethernetin konfiguroinnit ja lukituksen pinnankorkeudelle. Kuviossa 25 on logiikalle ohjelmoitu ladder-ohjelma.



KUVIO 25. Logiikan pinnankorkeuden säätöohjelma

Logiikan toiminta-ajatus oli mittaustiedon avulla säätää venttiiliä auki tai kiinni siten, että haluttu pinnankorkeus saavutetaan. Ohjelmassa oli myös lukitus, joka pinnankorkeuden noustessa tiettyyn korkeuteen sulkisi venttiilin välittömästi, jotta säiliö ei tulvisi yli. Venttiili liitettiin logiikan integroituun analogilähtöön, josta venttiiliä ohjattiin 4–20 mA:n standardivirtaviestillä. Logiikkaan määrittelyssä skaalattiin säiliö 0–3000 mm ja logiikan lähtö 4–20 mA. Kuviossa 26 on esillä prosessin tuottama askelvaste, kun vedenpintaa haluttiin nostaa 900 mm:stä 1200 mm:iin.



KUVIO 26. PID-säätimen askelvaste

Pinnankorkeuden säätöä ajettaessa lisättiin myös häiriötä prosessiin avaamalla tyhjennysventtiili, joka sijaitsee veden tuloputkessa. Tällä simuloitiin tilannetta, jossa veden tuloputkessa olisi vuoto, joka häiritsisi prosessia. Pinnankorkeuden säätö selviytyi häiriöistä ja säilytti pinnankorkeuden halutulla tasolla. Kokeen perusteella voidaan todeta, että systeemi toimi niin kuin oli tarkoitus.

8 LOPPUTULOKSET

Tässä työssä liitettiin langaton anturiverkko automaatiolaitteisiin. Langattomalla anturiverkolla mitattu pinnankorkeustieto saatiin siirtymään langatonta siirtotietä pitkin, tietokannan kautta, ohjelmoitavalle logiikalle. Langattoman mittauksen lisääminen säätöpiiriin onnistui helposti, kun taustatyötä ja testailua oli tehnyt ensin pienemmässä mittakaavassa. Langattoman mittaukseen perustunut pinnan korkeuden säätö logiikkaohjauksella toimi hyvin.

Suurin pelko langattoman anturiverkon liittämisesä säätöpiiriin on hitaus. Hitautta systeemiin tuo langattoman anturin lähetystiheys sekä tietokannan ja OPC-ohjelmistojen hitaus.

Langaton anturiverkko on pääsääntöisesti suunniteltu paristoilla toimivaksi, jolloin mittaustiedon lähetystiheys haluttaisiin pitää harvana. Tällöin sovelluskohdeksi kelpaisi juuri jonkinlainen ympäristön monitorointi, jossa mittaustietoa lähetetään esimerkiksi tunnin välein. Langattomille anturiverkoille tehdyssä ISA100.11a -standardissa määritellään langattoman anturin lähetystiheydeksi 4 Hz, jota käytettiin myös tämän työn anturin lähetystiheytenä.

Lopuksi tein vertailun, jossa perinteisen langallisen ja langattoman tekniikan välistä viivettä tutkittiin. Tuloksena sain langattoman systeemin kokonaisviiveeksi tätä menetelmää käyttäen keskiarvoksi n. 480 ms. Tästä huomataan, että langattoman anturin lähetystiheyden lisäksi muodostuu muita viiveitä. Viiveenmittauskokeessa käytin tietokannalle ja OPC-ohjelmistolle suhteellisen hidasta kannettavaa tietokonetta, joka saattoi tuoda myös omaa hitautta mittauksiin.

Langatonta siirtotietä käytettäessä tulee esiin myös muita luotettavuuteen vaikuttavia asioita. Langatonta sensoriverkkoa käytettäessä ei voida 100-prosenttisesti taata, että kaikki lähetetyt mittausravot saapuvat tiedonkeruunoodille asti. Langattoman siirtotien laatuun vaikuttavat monet asiat, kuten noodin lähetysteho, siirtotiellä sijaitsevat esteet sekä langattomien laitteiden etäisyys toisistaan. Luotettavuus on luultavasti suurin syy siihen, että langattomia anturiverkkoja ja langattomia mittauksia ei oteta käyttöön varsinkaan suurta varmuutta ja tarkkuutta vaativissa mittauksissa.

Jatkossa on ajatus liittää langaton anturiverkko nopeampaan prosessiin useammalla mittauksella. Nopeammalla prosessilla huomattaisiin, missä vaiheessa langaton anturiverkko olisi liian hidas käytettäväksi säätöpiirin mittaavana osana. Myös useammalla mittauksella ja useammalla langattomalla hypyllä voitaisiin arvioida paremmin langattoman anturiverkon toimivuutta, luotettavuutta ja myös sitä, mitkä olisivat mahdollisia käyttökohteita.

9 YHTEENVETO

Langattomia anturitekniikoita on käytetty pääasiassa erilaisiin ympäristömittauksiin. Automaation alalla on käytössä suuret määrät erilaisia mittauksia, jotka voitaisiin toteuttaa langattomalla anturiverkolla. Tässä työssä käsiteltiin langattomia anturiverkkoja, OPC-rajapintaohjelmistoja ja ohjelmoitavia logiikoita.

Standardoimattoman langattoman anturiverkon liittämässä on järkevää käyttää yleistä OPC-rajapintaohjelmistoa, jotta jatkokehityksessä sitä voitaisiin hyödyntää helpommin muissa sovelluksissa.

Työn käytännön osuudessa saatiin tehtyä toimiva pinnankorkeuden säätöpiiri, jossa mittaus oli toteutettu yliopistokeskus Chydeniuksen langattomalla CiNet-anturiverkolla. Pinnankorkeuden säätöä ajettiin, lisättiin häiriöitä ja huomattiin, että säätö toimi moitteettomasti.

LÄHTEET

- Beijer OPC kommunikointi 2010. WWW-sivu. Saatavissa http://www.beijer.se/web/web_aut_fi.nsf/AllDocuments/E0E7D06FE1664DD9C125708F0024312C. Luettu 10.5.2010.
- Bolton, W. 2004. Instrumentation and Control System. Elsevier Science & Technology: USA.
- Bolton, W. 2006. Programmable Logic Controllers. Fourth edition. Elsevier: USA.
- Callaway, E. H. Jr. 2003. Wireless Sensor Networks: Architectures and Protocols. CRC Press: USA.
- Hakala, I. & Tikkakoski, M. 2006. From vertical to horizontal architecture -a cross-layer implementation in a sensor network node. Proceedings of the first international conference on integrated internet ad hoc and sensor networks. France.
- IEEE Standard 802.15.4. 2006. Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs). The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.: USA.
- Jennic 2009, Datasheet. Saatavissa http://www.jennic.com/files/support_files/JN-DS-JN5139MO-1v5.pdf. Luettu 19.5.2010.
- Jones, C. T. 1996. Programmable Logic Controllers: The Complete Guide to the Technology. Patrick-Turner: USA.
- Kepware technologies 2010. WWW-sivu. Saatavissa http://www.kepware.com/Profile/profile_about.asp. Luettu 10.5.2010.
- Kozierok, C. M. 2005. The TCP/IP guide: a comprehensive, illustrated internet protocols reference. William Pollock: USA
- Kunnossapito 2010. WWW-sivu. Saatavissa <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/index.html>. Luettu 19.5.2010.
- Liptak, B. G. 2006. Instrument Engineers Handbook: Process Control and Optimization. Fourth edition. Taylor & Francis Ltd: USA.
- Lowe, D. 2009. Networking for Dummies. 9th edition. John Wiley and Sons Ltd: USA.
- MySQL 2010. WWW-sivu. Saatavissa <http://www.mysql.com/about/>. Luettu 11.5.2010.
- Stallings, W. 2006. Data and Computer Communications. Pearson Prentice Hall: USA.

Zhao, F. & Leonidas, G. 2004. *Wireless Sensor Networks: An Information Processing Approach*. Morgan Kaufmann: USA.