

Janne Kilpi

TEOLLISUUSPESUKONEEN TESTAUSYMPÄRISTÖN
SUUNNITTELU

Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkövoima- ja automaatiotekniikka

TEOLLISUUSPESUKONEEN TESTAUSYMPÄRISTÖN SUUNNITTELU

Kilpi, Janne
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2011
Ohjaaja: Lehtio, Ari
Sivumäärä:29

Asiasanat: datankeruu, testausympäristö, suunnittelu

Tässä opinnäytetyössä suunniteltiin ja tutkittiin testilaitteistoa teollisuuspesukoneiden testausympäristölle. Työssä selvitettiin testauslaitteiston toiminnallisuus sekä datankeruujärjestelmä koneiden testauksesta saatavan datan keräämiseen ja analysointiin.

Ensimmäisessä osiossa työssä tutkittiin datankeruujärjestelmien periaatetta ja toimintaa sekä yrityksen tarvetta. Datankeruujärjestelmän tutkimisessa piti ottaa myös huomioon insinööriyön ohessa oleva yrityksen sisäinen projekti jossa tutkitaan etävalvonta/datankeruujärjestelmän liittämistä yrityksen valmistamiin koneisiin.

Toisessa osiossa suunniteltiin kokonaisuutta testauslaitteistolle sekä datankeruujärjestelmälle.

DESIGNING THE TESTING ENVIRONMENT FOR A INDUSTRY WASHING MACHINES

Kilpi, Janne
Satakunta Polytechnic
Degree Programme in Electrical Engineering
May 2011
Supervisor: Lehtio, Ari
Number of pages:29

Keywords: data collecting, testing environment, planning

The purpose of this thesis was to plan an environment for the industry washing machine testing. In this graduate work the aim was to clarify the operation of a system and also the basis for a data collection and analyzing.

On the first chapter, I concentrated on the principles of a data collection system and company's requirements of testing. On the second chapter I was planning the system for the incoming testing environment and data collection system.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	AMITEC OY	6
2.1	Amitec yrityksenä	6
2.2	Insinööriyön lähtökohdat.....	6
3	TEOLLISUUSPESUKONEET.....	7
4	DATANKERUUJÄRJESTELMÄ.....	8
4.1	Datankeruujärjestelmän periaate.....	8
4.2	Datankeruujärjestelmien vaihtoehdot tarjousten mukaan	9
4.2.1	Nokeval.....	9
4.2.2	Remote MX.....	12
4.2.3	CLS-Engineering.....	13
4.3	Järjestelmän valinta.....	14
5	TESTAUSYMPÄRISTÖN SUUNNITTELU	15
5.1	Esisuunnittelu	15
5.2	Toteutussuunnittelu.....	15
6	TESTAUSLAITTEISTON TOIMINNALLINEN KUVAUS.....	16
6.1	Lämmitysvesi- ja pesuvesisäiliöiden täyttö.....	16
6.2	Veden lämmitys	16
6.3	Veden kierrätys lämmönvaihtimelle	17
6.4	Pesukoneen pesusäiliöiden täyttö	17
6.5	Datankeruujärjestelmän toiminta.....	18
6.5.1	Trendipiirto	18
6.5.2	Tietojen tallennus tiedostoon paikalliskäytössä	19
6.5.3	Tietojen hallinta etäkäytössä	21
6.6	Mittaukset testausympäristössä	23
6.6.1	Sähköenergian mittaus.....	23
6.6.2	Veden kokonaiskulutuksen mittaus	24
6.6.3	Tulevan ja koneeseen menevän lämmitysveden lämpötilamittaus.....	25
6.6.4	Melutason mittaus.....	26
7	YHTEENVETO.....	28
	LÄHTEET	29

1 JOHDANTO

Elintarviketeollisuuden pesukonevalmistus on Suomessa kovassa kilpailussa alalla olevien yrittäjien kesken. Elintarviketeollisuuden pesukoneiden suunnittelussa ja toteuksessa on lähtökohdiltaan yleisesti ottaen kovemmat vaatimustasot hygieniatason sekä valmistuksen suhteen vertailukohteena yleisen teollisuussektorin vastaaviin koneisiin. Tästä syystä työntekijöitä pitää jatkuvasti kouluttaa vastaamaan nykypäivän tarpeita koneiden valmistuksessa sekä suunnittelussa.

Työn tavoitteena on suunnitella ja luoda toteutus pohja testausympäristölle jolla voidaan tehdä tarvittavat mittaukset ja testaukset pesukoneesta sekä kerätä saatu data talteen analysointia varten. Testauslaitteistolla voidaan mitata koneesta vesien lämpötiloja eri pisteistä, sähköenergiankulutuksia halutuista laitteista sekä pesukoneen ohjausjärjestelmästä, pystytään kokeilemaan ja testaamaan tarvittavien tulevien vesien paine sekä paineilman kulutus koneessa tietynä ajanjaksona.

Työssä piti ottaa huomioon laitteiston toiminnallisuus ja helppokäyttöisyys sekä testauksessa saatavan datan keräämiseen ja analysointiin liittyvät asiat. Itse testausmoduulin tulee olla helposti siirrettävissä tuotantotilojen ahtauden takia sekä helposti kaikilta osin kytkettävissä itse testaustapahtumaa varten.

Testausmoduulin toiminnallisuutta hallitaan ohjelmoitavalla Siemensin valmistamalla Logo! mallisella pienoislogiikalla jonka ohjelmointi liittyy myös työhön, Datankeruu tapahtuu ns. ödataloggerin avulla, johon kaikki mitattava tieto kerätään ja siirretään verkkoa pitkin palvelimelle ja sitä kautta analysoitavaksi.

2 AMITEC OY

2.1 Amitec yrityksenä

Amitec Oy on vuonna 1984 perustettu teollisuuden monialaosaja, joka on kasvanut pienestä muutaman henkilön perheyrityksestä n. 200 henkilöä työllistäväksi kansainväliseksi projektitaloksi. Amitec toimi historiansa alkuaikoina lähinnä ruostumattomasta teräksestä valmistettujen teollisuusputkistojen asennusyrityksenä mutta monet yrityskaupat vuosien varrella ovat vahvistaneet yrityksen osaamista myös konepajavalmistuksessa sekä sähkö- ja automaatio-osaamisessa. Nykypäivänä Amitec pystyy tarjoamaan ratkaisuja lähes kaikilla teollisuuden osa-alueilla. Yrityksen päätoimialana on elintarviketeollisuudenprosessiasennukset, laitevalmistus sekä automaatio- ja sähköalan suunnittelu ja toteutuspalvelut.

2.2 Insinööriyön lähtökohdat

Insinööriyö sai alkunsa Amitecin tarpeesta saada Laitilan tehtaalle mahdollisimman helppokäyttöinen sekä siirrettävä ötestausmoduuli konevalmistuksen käyttöön. Testauslaitteiston on oltava kaikkien koneita testaavien helposti käyttöönotettavissa ilman laajaa koulutusta ja opastusta. Testauslaitteisto on rakennettava siten, että se on helposti laajennettavissa sekä projektikohtaisesti että testausmenetelmien mukaisesti.

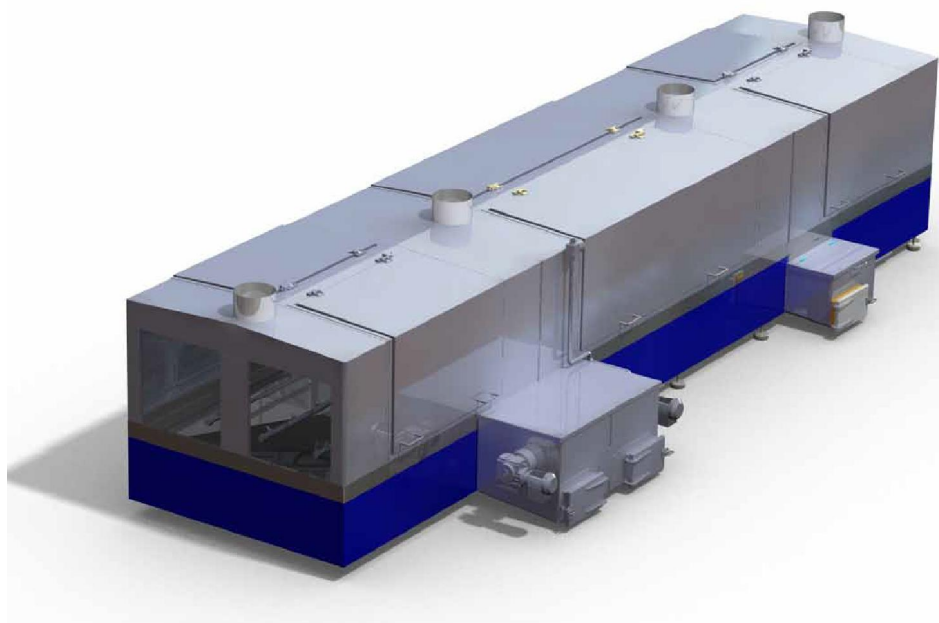
Testauslaitteistossa on oleellisesti mukana myös datankeruujärjestelmä, jonka avulla voidaan mitattua öraakadataa muunnella sekä tallentaa analyysia varten. Työn tarkoituksena on määrittellä testauksessa käytettävä datankeruujärjestelmä, datan määrä, datan muoto sekä lopullinen paikka jossa dataa analysoidaan.

3 TEOLLISUUSPESUKONEET

Markkinoilla on olemassa monentyyppiseen pesuun tarkoitettuja pesukoneita. Yleisen teollisuuden puolella pesu keskittyy lähinnä esim. konepajatuotteiden pesuun. Amitec kilpailee pesukonesektorilla elintarviketeollisuudessa.

Elintarviketeollisuuden puolella koneita löytyy monenlaiseen käyttötarkoitukseen kuten tunnelipesukoneet, joilla pestään esimerkiksi rullakoita, tarjottimia ja laatikoita sekä panospesukoneet jotka ovat yksittäisen kappaletavarapesuun kehitettyjä koneita. Pestäviä tuotteita esimerkiksi muoviset roska-astia ja lavat. Tunnelipesukoneet ovat modulaarisen rakenteensa ansiosta helposti muokattavissa jolloin pestävien linjojen sekä pesuosastojen määrä on käytännössä rajaton (kuva 1).

Pesukoneiden ohjaus tapahtuu ohjelmoitavan logiikan sekä operointipaneelin avulla näihin kehiteltyjen pesureseptien avulla. Koneisiin on lisäksi saatavilla optiona myös lisämahdollisuuksia esimerkiksi CIP-pesu, jolla kone pestään sisäpuolisesti riittävän hygieniatason säilyttämiseksi. Pesukoneet ovat siis yleensä asiakaskohtaisia räätälöintejä asiakkaiden tarpeen mukaan.



Kuva 1. 2-linjainen ja 3-osastoinen laatikoiden pesukone

4 DATANKERUUJÄRJESTELMÄ

Prosesseista kerätään monenlaisia tietoja kuten erilaisia tilatietoja ja mittauksia. Tätä dataa tallennetaan jatkuvasti, tai vaihtoehtoisesti tietoja voidaan poimia halutusta tilanteesta ja tallentaa eri muotoihin. Aikaisemmin dataa tallennettiin erilaisten piirtureiden avulla. Nykyään analogisia ja digitaalisia tietoja tallennetaan erilaisilla laitteilla ja järjestelmillä, joissa itsessään voi olla työkaluja, joilla tietoja voidaan käsitellä.

Tiedonkeruulla pyritään tehostamaan toimintaa ja resursseja ja tätä kautta lisäämään kustannustehokkuutta. Prosessista kerätty data on siis perusta sille, että prosessia voidaan parantaa. Prosessitiedon perusteella voidaan esimerkiksi rakentaa prosessista malli, jonka avulla taas voidaan erilaisilla matemaattisilla työkaluilla laskea optimaalisempia ajotapoja, ja tätä kautta esimerkiksi hyötysuhdetta voidaan parantaa. Mallista saadaan sitä parempi, mitä tarkempi ja laajempi prosessista kerätty data on.

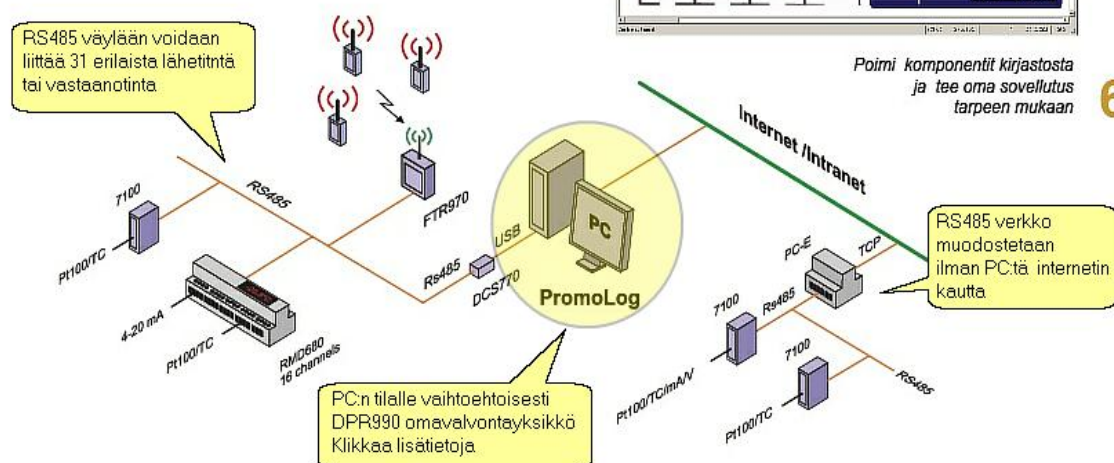
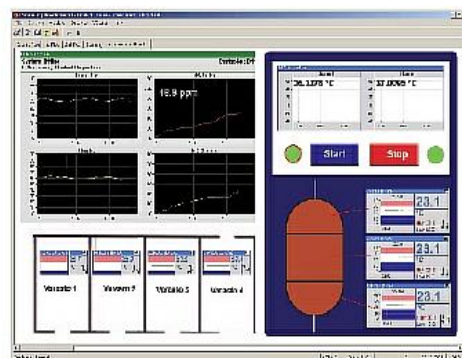
Tiedonkeruujärjestelmä koostuu neljästä eri osasta. Nämä osakomponentit ovat tiedonkeruu, tiedonhallinta, rajapinta sovelluksille sekä mittausten varastointi ja järjestelmän tietokantojen koon hallinta. Järjestelmän tehtävä on kerätä jatkuvatoimisesti tilatietoja ja erilaisia mittauksia prosessista ja varastoida niitä tietokantoihin ja tarjota kerättyjä tietoja ja informaatiota muille sovelluksille. Tiedon tallentamisessa ja analysoinnissa aikaleimauksen käyttäminen on lähtökohta. Näin tallennettua tietoa voidaan verrata keskenään suhteessa aikaan. /1/

4.1 Datankeruujärjestelmän periaate

Pääasiassa markkinoilla olevissa datankeruujärjestelmissä periaate on sama eli mitataan fysikaalisia suureita kuten lämpötila, paine, pinnankorkeus ym. ja tämä saatu mittaustieto välitetään langattomasti tai langallisesti lähettimelle. Saatu öraakadata siirretään lähettimeltä olemassa olevaa sarjaliikenneväylyä pitkin PC:lle tai PLC:lle jossa saatu raakadata käsitellään ohjelman avulla luettavaksi esimerkiksi taulukkolaskentaohjelmaa varten tarkempaa analyysia varten (kuva 2).

PromoLog tiedonkeruuohjelma langattomille ja langallisille RS485sarjaviestilähettiläille

- Rajoittamaton kanavamäärä
- Analogia, digitaali, pylväs ja trendinäytöt
- Useita talletusmoduleita samanaikaisesti
- Matemaattiset toiminnot kanavien välillä
- Häilytykset radiomodeemilla tekstiviesteinä
- Verkkoyhteydet
- Nokeval SCL, Modbus RTU ja Modbus TCP protokollat



Kuva 2. Periaate kuva Nokeval Oy:n datankeruujärjestelmästä /2/

4.2 Datankeruujärjestelmien vaihtoehdot tarjousten mukaan

Suunniteltavaa testauslaitteistoa varten kysyttiin tarjous kolmelta eri datankeruu-/etävalvontajärjestelmä toimittajalta. Saatujen tarjousten perusteella tehtiin vertailut ottaen huomioon kustannukset, järjestelmän käytettävyys ja sopivuus testauslaitteistoon.

4.2.1 Nokeval

Nokeval on suomalainen yritys joka suunnittelee ja valmistaa lähetimiä, näyttölaitteita, viestimuuntimia sekä tiedonkeruujärjestelmiä teollisuuden tarpeisiin.

Olimme hankinneet jo muutama vuosi aiemmin Nokeval Oy:n tekemän kahdeksan kanavaisen RS485-väylään liitettävän sarjaviestilaitteen mallia RMD 681 (kuva 3).



Kuva 3. Nokeval Oy:n valmistama 8-kanavainen sarjaviestilaite RMD681 /2/

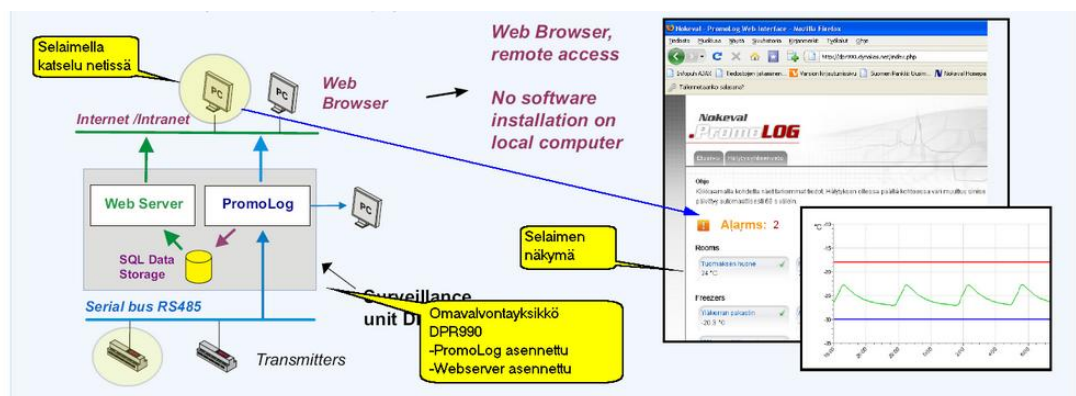
Tämä 8-kanavainen lähetin on suunniteltu mittauskohteisiin joissa halutaan siirtää useita mittauspisteitä PC:lle tai PLC:lle. Lähetin sisältää kahdeksan eri tyyppisille mittausviesteille sopivia ohjelmoitavia kanavia. Mittausviestit ovat siirrettävissä RS485-väylää käyttäen, joko Modbus RTU tai Nokeval SCL protokollaa käyttäen tai yhdellä analogialähdöllä (4-20mA tai 0-10V). Jos käytössä on sarjaviesti, laitteeseen voidaan kytkeä 32 laitetta ilman toistinta ja laitteen kanavat voidaan lukea jopa 30 millisekunnissa. Tässä tapauksessa 512 kanavan lukemiseen kuluu aikaa alle 1 sekunti.

Analogialähdön ollessa käytössä tehdään kanavanvalinta 4-bittisellä digitaalitulolla. Kanavamäärää pystytään lisäämään maksimissaan 256 paikkaan lähettimiä lisäämällä ja lähtöviestikanavien rinnankytkennällä. Lähettimessä on myös vakiona kaksi kappaletta hälytysreleitä, jotka voivat toimia myös yhteishälytyksenä. Jos esimerkiksi yksikin kanava ylittää/alittaa raja-arvon, tällöin rele toimii.

Laitteen konfiguraatio tehdään joko käyttämällä lähettimen ohjelmointipaneelia tai vaihtoehtoisesti sarjaviestillä käyttäen tähän tarkoitettua Mekuwin- ohjelmaa.

Mittautustulosten analysointiin Nokeval:n datankeruujärjestelmässä on oikeastaan kaksi vaihtoehtoa:

- öraakadataa suoraan lähettimeltä PC:lle jossa saatu data käsitellään Promolog-ohjelman avulla halutunlaiseksi.
- öraakadataa siirretään omavalvontayksikölle (DPR991) jossa on tehtaalla asennettu tarvittavat ohjelmat, kautta internetin välityksellä etäkoneeseen jossa datan käsittely tapahtuu (kuva 4).



Kuva 4. periaate käytettäessä OV-yksikköä DPR991 ja tarkateltaessa mittauksia webserver- ohjelman välityksellä /2/

Mittautustulosten hallinta Nokevalin järjestelmässä tapahtuu heidän kehittämällään Promolog-server ohjelmistolla. Promologin avulla pystytään helposti luomaan omanlainen käyttöympäristö valmiin kirjaston avulla josta haetaan vain halutunlaiset moduulit jotka voidaan linkittää lähettimiin tai muihin moduleihin. Promolog ohjelmassa ei ole rajoitusta kanavien määrässä joten ohjelma voi kerätä tietoa tuhansilta kanavilta.

Kaikki tiedot tallennetaan ASCII muodossa jolloin ne on myös helposti muokattavissa taulukkolaskentaohjelmien avulla. Jos tietoa halutaan käyttää asiakaskäytössä niin tällöin tieto voidaan tallentaa asiakkaan SQL-tietokantaan jolloin tieto on vapaasti käytettävissä reaaliajassa muilla ohjelmilla

4.2.2 Remote MX

Remote MX on suomalainen yritys joka suunnittelee ja toimittaa asiakasyrityksilleen tietoteknisiä ratkaisuja kaukokäyttökohteiden sekä niihin liittyvien prosessien hallintaan.

Saimme Remote MX:ltä tarjouksen kaukovalvontaratkaisusta (kuva 5) joka sisälsi kaukoiteisiin lisättävät RDT (real data transport) laitteet, näihin kytkettävät I/O-moduulit sekä keskitetty hallintapalvelin. Järjestelmän periaatteena on että RDT-laitteet keräävät tiedot I/O-moduuleilta sekä automaatiojärjestelmän paneelin html sivulta. Käyttäjä voi halutessaan tarkastella saatua informaatiota RDT:n web-käyttöliittymästä tai vaihtoehtoisesti hallintapalvelimen web-käyttöliittymän kautta.

RDT-laite kokoonpano on Linux-pohjainen tietokone sisältäen tarvittavat sarjaliikenneportit joihin voidaan kytkeä I/O-moduulit sekä 3G modeemi ja ulkoinen antenni tiedonsiirtoa varten.

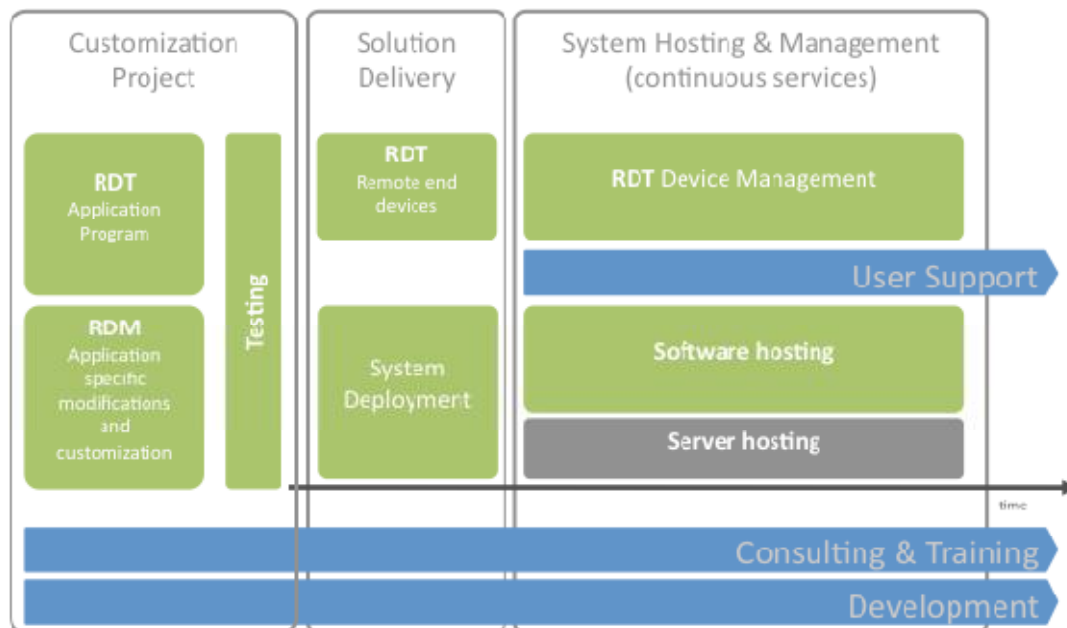
I/O- moduulit ovat sekä analogia että digitaalimoduuleja. Analogiamoduulit liitetään RS-485 portin kautta ja digitaali- sekä pulssitulot Ethernet-portin kautta.

Palvelin konsepti pitää sisällään Remote MX RDM-hallintapalvelimen sekä Inoi Oy:n kehittämän Inoi Device Management Platformin (DMP), joka on tiedonsiirtoarkkitehtuuri hajautetuille järjestelmille. Hallintapalvelimen ohjelmisto on SaaS- mallin eli (Software as a Service) mukainen. Ohjelmistoon sisältyy www-käyttöliittymä sekä arkkitehtuuritaso. /3/

WWW-käyttöliittymä sisältää seuraavat asiat:

- perustietojen ylläpito
- trendinäkymät mittauksista
- kerätyn datan lataaminen työasemakoneelle cs- tai xls-muodossa
- hälytykset sähköpostilla
- automaattinen raportointi sähköpostiin pdf-muodossa
- käyttäjien ja laitteiden hallinta
- laitekonfiguraatioiden hallinta sekä vikasietoinen konfiguraatio

- statusnäkyvä
- laitteiden tapahtumatietojen selausnäkyvä



Kuva 5. Remote Mx:n tarjoama palvelukokonaisuus. /3/

4.2.3 CLS-Engineering

CLS-Engineerin on kotimaisilla sekä kansainvälisillä markkinoilla toimiva automaattioratkaisujen palveluntarjoaja. Yritys on kehittänyt oman etävalvonta/raportointi- ohjelmistot joita hallitaan keskitetysti Vaasassa sijaitsevassa toimipisteessä.

Kysyimme myös heiltä tarjouta kyseiseen projektiin mutta tarjouta emme ole vielä saaneet joten aikataulupuitteissa en heidän järjestelmästään kerro enempää.

4.3 Järjestelmän valinta

Järjestelmän valintakriteerinä oli järjestelmän sopivuus testauslaitteistoon, saatu hyöty kerätystä datasta, datan hallinta ja tallennus, kustannukset sekä käytettävyys.

Jo aiemmin saatujen kokemusten pohjalta oli helppoa miettiä mitä testauslaitteistossa tarvitaan riittävän aineiston saamiseksi, jolloin valinta kohdistui Nokevalin ratkaisuun. Heidän tarjoama ratkaisu on kuitenkin kustannuksiltaan edullinen (ei ylläpitokustannuksia ja käytön tuki maksuja), jolloin kustannuksiksi jää ainoastaan laitteiden ja ohjelmiston hankintakulut. RemoteMX:n tarjoaman kokoonpanon kustannukset ovat noin 60% kalliimmat verrattuna Nokeval:n pakettiin.

RemoteMX:n tarjoama palvelukokonaisuus soveltuu lähinnä työn ohessa kulkevan etävalvontaprojektiin paremmin ja kokonaisuudessaan suurempiin järjestelmiin suunniteltu kokonaisuus. Heidän tarjouksensa mukaista kokonaisuutta ei mielestäni kannata harkita, ottaen huomioon Heidän tarjouksensa kokonaiskustannukset, jotka ovat huomattavasti suuremmat. Tarjouksessa osa laitteista on kuukausivuokra hinnalla määritelty sekä käytön tuki ja ylläpitokustannukset ovat korkeat.

RemoteMX:n tarjoama vaihtoehto ei ole huono, mutta soveltuvuus rakennettavaan testauslaitteistoon ei ole oikea ottaen huomioon myös testauslaitteiston käyttötarpeen vuositasolla tarkasteltuna.

5 TESTAUSYMPÄRISTÖN SUUNNITTELU

5.1 Esisuunnittelu

Esisuunnittelu on tärkein vaihe projektin suunnitteluvaiheessa. Tarkoituksena on selvittää miten laitteisto on mahdollista teknisesti toteuttaa ja mitkä ovat laitteistovaatimukset sekä hankekustannukset. Esisuunnittelu luo käytännössä pohjan projektin päätöksenteolle. Esisuunnittelu pitää sisällään monenlaisia tehtäviä joita ovat muun muassa:

- lähtötietojen kerääminen ja käsittely
- toimilaitteiden alustava mitoitus
- alustavien kytkentä- ja PI-kaavioiden luonti
- laitteiston kustannusarvio
- aikataulut
- ratkaisuvaihtoehtojen vertailu /4/

5.2 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnittelussa on tarkoituksena saattaa loppuun esisuunnittelun pohjalta saatujen tietojen mukainen hanke. Toteutussuunnittelussa otetaan huomioon hankkeen tekniset vaatimukset sekä kustannukset. /4/

Toteutussuunnittelussa tulee ottaa huomioon ainakin seuraavat asiat:

- esisuunnittelun pohjalta saadut laskelmat ja mitoitukset tarkennetaan
- kytkentä- ja sijoituskaavioiden tarkennus
- hankinta-asiakirjojen laadinta
- tarjousvertailut
- tehdään tarvittavat yksityiskohtaiset suunnittelut
- projektin läpivienti

6 TESTAUSLAITTEISTON TOIMINNALLINEN KUVAUS

6.1 Lämmitysvesi- ja pesuvesisäiliöiden täyttö

Säiliöiden täyttö aloitetaan painamalla öSÄILIÖN TÄYTTÖÖ- painiketta jolloin täyttöputkessa oleva normaalisti kiinni oleva magneettiventtiili avautuu ja vesi pääsee säiliöön. Säiliöiden pinnantaso valvotaan kahdella digitaalisella värähtely pintakytkimellä (kuva 6). Alarajalla valvotaan säiliön täyttymistä yli sähkövastusten tason ja ylärajalla lopetaan veden täyttö. Pinnantason saavutettua ylärajatason, magneettiventtiilit sulkeutuu ja järjestelmä jää odottamaan öKUITTAUSö-painikkeiden painamista, jolla annetaan lupa veden kierrätykseen pesukoneen lämmönvaihtimelle sekä täyttöön pesukoneen pesusäiliöihin pesukoneen ohjauksen näin salliessa. Veden täyttö sekä kierrätystoiminto vaativat lisäksi määritellyn veden lämpötilan saavuttamista.



Kuva 6. Burkert Oy:n valmistama värähtelypintakytkin.

6.2 Veden lämmitys

Säiliöiden veden lämmitys tapahtuu kontaktoreilla ohjattujen sähkövastusten avulla ja veden lämpötilaa mitataan Pt-100 lämpötila-antureilla. Veden lämmitys aloitetaan kun on saavutettu vedenpinta sähkövastusten yläpuolelle. Lämpötilatieto siirtyy Pt-

100 anturilta lämpötilasäätimeen, johon on määritelty haluttu lämpötilataso. Lämpötilasäätimessä on sulkeutuva relelähtö josta annetaan tieto saavutetusta lämpötilasta logiikalle, jonka jälkeen järjestelmä odottaa öKUITTAUSö-painikkeiden painamista. Kuittauksen jälkeen voidaan aloittaa veden kierrätys pesukoneen lämmönvaihtimelle sekä pesukoneen pesuvesisäiliöiden täyttö.

6.3 Veden kierrätys lämmönvaihtimelle

Säiliön 1 saavutettua haluttu veden lämpötila sekä pinnantaso, aloitetaan veden pumppaus pesukoneen lämmönvaihtimen ensiöpuolelle. Vettä kierrätetään keskipakopumpun avulla lämmönvaihtimelle josta vesi palaa takaisin säiliöön suljettuna kiertona.

6.4 Pesukoneen pesusäiliöiden täyttö

Pesukoneessa on kaksi kappaletta pesuvesisäiliötä joita täytetään. Täyttö alkaa kun on saatu pesukoneen ohjauskeskukselta ohjauskäsky vesisäiliön täyttöön. Ohjauskäsky saadaan pesukoneen ohjauskeskukselta digitaalisena kättelytietona pesusäiliön pinnanmittauksesta. Saataessa lupa vesisäiliön täyttöön, putkistossa oleva 3-tieventtiili avautuu ja säiliön täyttö alkaa taajuusmuuttajalla ohjatun täyttöpumpun avulla. Kun on saavutettu haluttu pinnantaso vesisäiliössä, täyttö lopetetaan ja 3-tieventtiili sulkeutuu pesuvesisäiliölle, jonka jälkeen vettä kierrätetään suljettuna kiertona täyttövesisäiliöstä 3-tieventtiilin kautta takaisin täyttövesisäiliöön jolloin voidaan ylläpitää kokoajan haluttu paine putkistossa. Tämän suljetun kierron tarkoituksena on pitää pumppu koko ajan käynnissä jolloin täyttöviive lyhenee ja saadaan mahdollisimman todenmukainen loppukäyttökohde aikaiseksi.

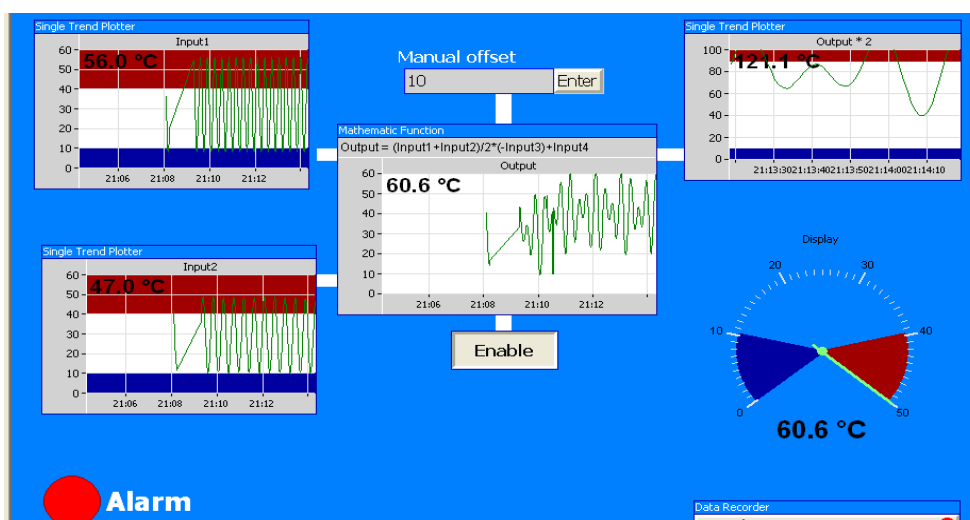
6.5 Datankeruujärjestelmän toiminta

Datankeruujärjestelmää hallitaan Promolog Server ohjelmistolla. Ohjelmalla luodaan halutunlainen sovellus johon luodaan haluttu määrä moduuleita havainnollistamaan mittaustapahtumaa. Moduulit on jaettu ohjelmassa kuuteen eri luokkaan seuraavasti: Input, Data Processing, Visualization, Recording, Output ja Network. Ohjelmisto soveltuu niin langallisten kuin langattomien lähettimien järjestelmiin ja kanavamäärä on rajaton.

Suunniteltavassa testausjärjestelmässä kokoonpano pitää sisällään yhden RDM681 8-kanavaisen sarjaviestilähtimen, DPR991 omavalvontayksikön, sekä etäkoneen jolla saatua mittaustietoa seurataan Promolog web-selaimen kautta.

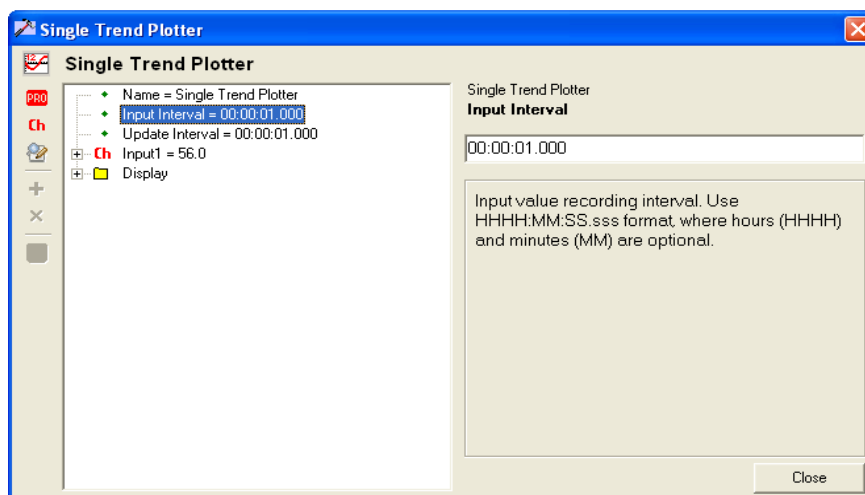
6.5.1 Trendipiirto

Ohjelmalla voidaan luoda halutunlainen trendipiirtonäkymä kanavakohtaisesti tai luomalla useamman kanavan näkymät samaan moduuliin (kuva 7). Piirtonäkymän luonti aloitetaan valitsella ohjelmasta tulo-, lähtö- tai matemaattinen moduuli.



Kuva 7. Moduuli jossa kaksi tulomoduulia, yksi matemaattinen moduuli sekä yksi lähtömoduuli linkitettyinä. Matemaattinen moduuli havainnollistettu analogianäytöllä.

Luotuja kanavia voidaan muokata halutunlaiseksi tuplaklikkaamalla trendinäkymän päällä, jolloin aukeaa muokkaus ikkuna (kuva 8). Muokkaamalla voidaan vaikuttaa kanavan nimeen, aikaparametreihin, tulo- ja raja-arvoihin, ulkoasuun, hälytys raja-arvoihin ym. Trendinäkymästä voidaan siis luoda käytännössä juuri halutunnäköinen.

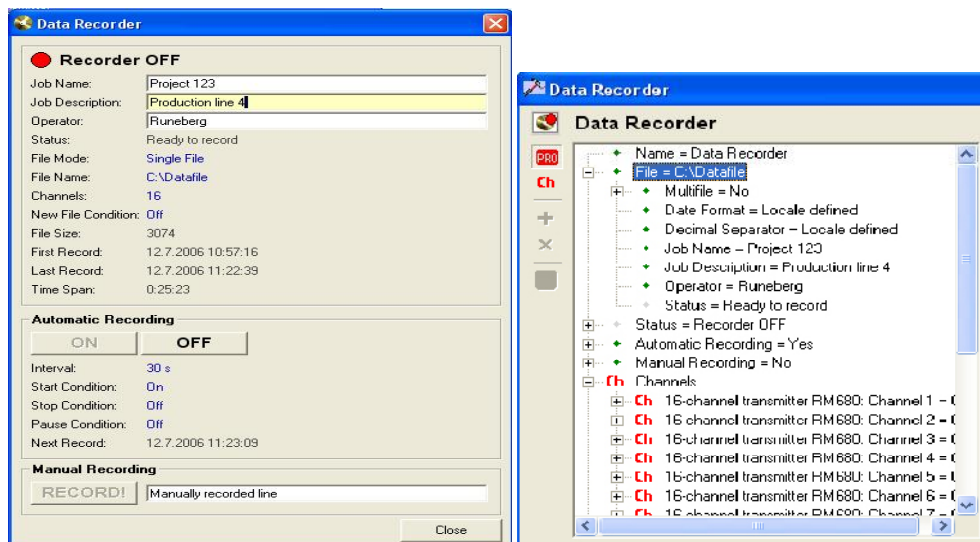


Kuva 8. Kanavan muokkaus ikkuna. /2/

6.5.2 Tietojen tallennus tiedostoon paikalliskäytössä

Datankeruuohjelmistoissa tietojen tallennus on olennaisin osa järjestelmää. Se mitä tietoa tallennetaan ja miten tulee olla helposti asetettavissa. Promolog-Server ohjelmalla tiedon tallennus tapahtuu seuraavasti .

Ohjelman moduulikirjastosta haetaan Data Recorder moduuli, jota tuplaklikkaamalla päästään asetteluikkunaan (kuva 9). Asetteluikkunassa määritellään tiedostonimi, tallennuspaikka sekä kanavat, jotka tallennetaan ja tämä voidaan tehdä haluttuna ajanjaksona, tiedoston koon mukaan tai hälytysten mukaan kanavakohtaisesti. Jokaisen halutun kanavan tallennusasettelu tehdään kanavakohtaisesti. Ohjelmalla voidaan tieto tallentaa myös Record-painikkeella, jolloin saadaan tallennettua juuri halutun ajanjakson mukainen data, esimerkiksi, jos kyseessä on vikatilanne.



Kuva 9. Esimerkki talletustietomodulin käytöstä Promolog:ssa. /2/

Data Recorder modulilla tallennusnäkö on seuraavanlainen (kuva 10)

38907,4322534722									
Name Default									
Description Default									
Operator Default									
Datum 16-channel transmitter RM680: Channel 1 16-channel transmitter RM680: Channel 2 16-channel transmitter RM680:									
Channel 3 16-channel transmitter RM680: Channel 4 16-channel transmitter RM680: Channel 5 16-channel transmitter RM680:									
Channel 6 16-channel transmitter RM680: Channel 7 16-channel transmitter RM680: Channel 8									
Tapahtuma	1	2	3	4	5	6	6	7	8
9.7.2011 10:22:26,7	26.1	26.8	26.9	26.8	26.5	26.5	24.8	27.3	
9.7.2011 10:22:56,4	26.6	26.9	26.9	26.8	26.6	26.5	24.9	27.3	
9.7.2011 10:23:26,5	26.7	26.8	26.8	26.6	26.7	26.5	24.7	27.2	
9.7.2011 10:23:56,6	26.7	26.8	26.9	26.8	26.6	26.5	24.6	27.4	
9.7.2011 10:24:26,6	26.5	26.7	26.9	26.8	26.6	26.4	24.9	27.5	
9.7.2011 10:24:56,6	26.4	26.8	26.9	26.8	26.6	26.3	24.9	27.3	
Record-painikkeella tallettuu viestikenttä ja painallushetken mittausarvot aikaleimoineen									
9.7.2011 10:24:58,5	26.5	26.9	26.9	26.9	26.7	26.4	24.8	27.4	
9.7.2011 10:26:01,5	26.4	26.8	26.9	26.8	26.6	26.5	24.9	27.5	

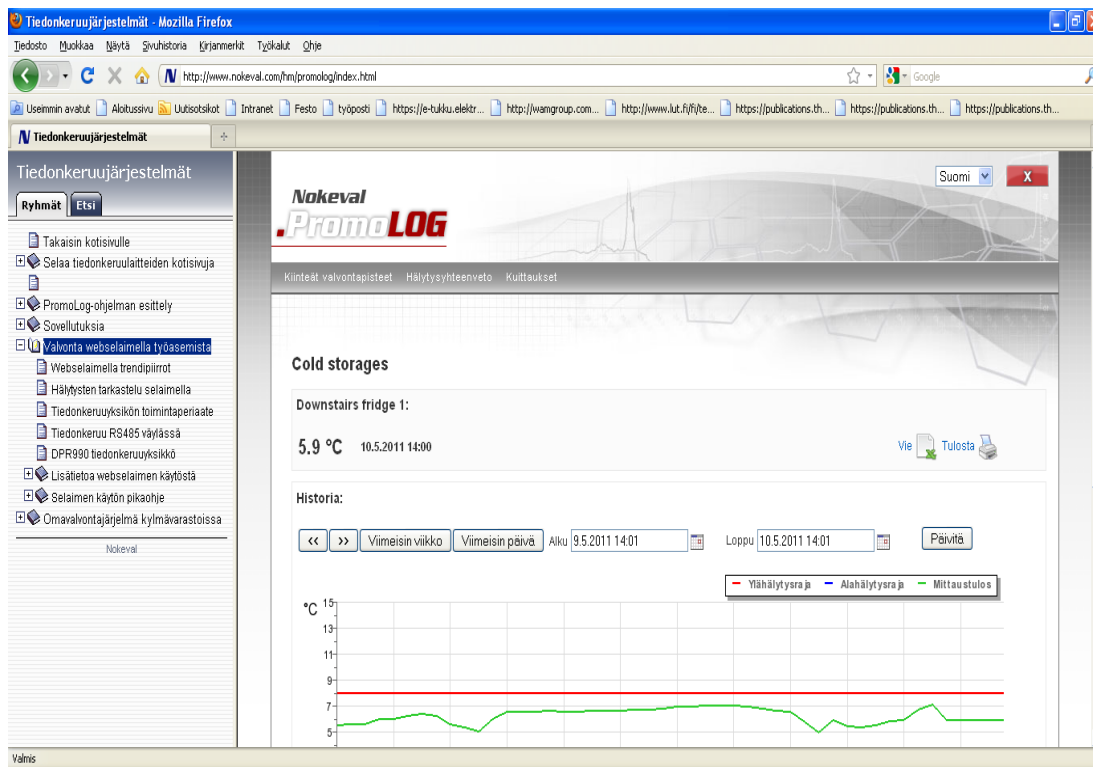
Kuva 10. Recorder modulilla tieto tallentuu ASCII-muodossa jolloin saatu data on helppo muokata taulukkolaskentaohjelman avulla. /2/

Tallennetusta datasta saadaan myös helposti tulostettava valvontaraportti. Kaikki halutut kanavat voidaan liittää valvontaraporttiin, jolloin nähdään myös kanavakohtaisesti mittaustapahtumat ajan funktiona. Valvonta raportti luodaan hakemalla kirjastosta Surveillance Report johon määritellään tallennuspaikka sekä raportin ajanjakso ja nimi.

6.5.3 Tietojen hallinta etäkäytössä

Liitettäessä testausjärjestelmään omavalvontayksikkö DPR991 voidaan öraakadataa tarkastella mistä tahansa internetissä tai intranetissä olevalta koneelta. Periaatteena on testauslaitteistossa olevien sarjaviestilaitteiden esimerkiksi RMD681 liittäminen RS485- väylän kautta omavalvontayksikköön ja omavalvontayksikkö liitetään ethernet-portin kautta verkkoon. Tällä kokoonpanolla voidaan luopua jatkuvasti testauslaitteiston vieressä olevasta tietokoneesta.

Datankeruu web-selaimen (kuva 11) kautta tapahtuu käytännössä vastaavalla tavalla kuten paikalliskäytössä eli kanavakohtaisten määrittelyjen kautta mutta web-selain käytössä graafisia näkymiä ei tarvitse luoda vaan ohjelma suorittaa asetelujen mukaiset näkymät jolloin raportit saadaan helposti tulostettua tarvittaessa.



Kuva 11. Esimerkki kuva web-selain käytöstä /2/

Omavalvontayksikköön on valmiiksi asennettu seuraavat ohjelmistot:

- Promolog Server- tiedonkeruuohjelma
- Promolog Web Interface- ohjelmisto
- Microsoft Windows 7 professional- käyttöjärjestelmä
- Microsoft SQL Server Express 2008 R2- tietokantapalvelin
- Apache HTTP-palvelinohjelmisto
- PHP-palvelinohjelmisto

Omavalvontayksikköön on mahdollista liittää myös ulkoinen näyttö ja näppäimistö, jos on tarve muuttaa järjestelmän asetuksia tai käyttää yksikköä paikalliskäytössä.

Omavalvontayksikkö suositellaan myös liitettäväksi UPS-laitteeseen, jolloin virransaanti sähkökatkostilanteessa on myös turvattu. Laite tulisi liittää yksikköön siten, että virransaannin loputtua UPS-laite ajaa yksikön Windows-käyttöjärjestelmän alas ja sammuttaa tietokoneen ennen virran loppumista. Automaattisen käynnistyksen avulla yksikkö käynnistyy ja kirjautuu takaisin käyttökuntoon sekä tiedonkeruu aloitetaan virransyötön palattua.

6.6 Mittaukset testausympäristössä

Testausympäristössä tutkitaan seuraavia kohteita:

- Sähköenergian kulutus pesukoneessa / kWh
- Veden kokonaiskulutus (m³/h)
- Lämmitysveden lämpötila tuleva (°C)
- Lämmitysveden lämpötila menevä (°C)
- Lämmitysveden määrä (m³/h)
- Melutason mittaus (dB)

6.6.1 Sähköenergian mittaus

Pesukoneen sähköenergian mittaus tehdään siten että testaustilanteessa pesukoneelle tuotava sähkösyöttö kytketään kiinni 3-vaiheiseen digitaaliseen energiamittariin (kuva 12). Energiamittari mittaa testaustapahtuman ajan koko järjestelmän sähköenergiankulutusta ja mittauksessa saatava energiamäärä siirretään mittarin impulssilähdön kautta datankeruulaitteeseen. Impulssikosketinlähtöön tuodaan ulkopuolinen 20i 30VAC/DC jännite ja ulostuleva pulssi on muotoa 10 pulssia / kWh jolloin saatu pulssimäärä saadaan helposti Promolog- ohjelmaan. Mittarissa on itsessään näyttö josta nähdään myös kokonaistehonkulutus, osittainen kulutus sekä hetkellinen teho.

Impulssilähtö otetaan käyttöön että voimme tarkastella energiakulutuksen käyttäytymistä eri käyttötilanteiden aikana.



Kuva 12. Hager Group:n valmistama 3-vaiheinen, 100 ampeerinen digitaalinen energiamittari. /5/

6.6.2 Veden kokonaiskulutuksen mittaus

Veden kokonaiskulutus mitataan pesukoneessa asentamalla sekä lämmitysvesilinjaan, että pesuvesisäiliöiden täyttölinjaan impulssilaitteella varustetut vesimittarit (kuva12). Kyseiset siipipyörämittarit mittaavat veden kulutuksen ja impulssilaitte kytketään sarjaviestilaitteen RMD681 tulokanavaan ja määritellään tulon tyyppi pulssi, jolloin saadun pulssimäärän avulla saadaan laskettua kulutetun veden määrä matemaattisella moduulilla Promolog-ohjelmassa. Vesimittariin optiona saatava impulssilaitte mittaa kulutusta 10 litraa / pulssi. Tällä samalla mittaustapahtumalla saadaan myös lämmitysveden kulutus, jota pesukoneissa halutaan myös tutkia.

Veden kokonaiskulutuksen mittaus on tärkeä, koska tällä datalla voimme kertoa asiakkaalle koneen todellisen kulutuksen jolloin asiakas pystyy laskemaan omat kustannuksensa vuositasolla ja helpottaa tekemään ostopäätöksen.



Kuva 12. Siipipyörämittari varustettuna impulssilaitteella. /6/

6.6.3 Tulevan ja koneeseen menevän lämmitysveden lämpötilamittaus

Pesukoneista mitataan Pt-100 lämpötilamittareilla lämmitysvesien lämpötila. Lämpötilat mitataan lämmönvaihtimen ensiö- sekä toisiopuolelta ja kytketään sarjaviestilaitteen mA-tuloon. Ensiöpuolen mittaus suoritetaan lämmitysvesisäiliössä, jolloin tiedetään lämmönvaihtimelle menevän veden lämpötila ja toisiopuolen mittaus toteutetaan lämmönvaihtimen jälkeen, jolloin saadaan tieto lämpötilamuutoksesta. Näiden saatujen lämpötilamittausten sekä asiakkaalle annettujen lähtötietojen perusteella voimme laskea veden lämmittämiseen kuluneen energian seuraavalla kaavalla:

$$Q = \rho \cdot V \cdot c \cdot \Delta T$$

, missä

Q = veden lämmittämiseen kulunut energia

ρ = veden tiheys (1000kg/m³)

c = veden ominaislämpökapasiteetti (4,19kJ/kg°C)

V = veden kulutus (m³/h)

T = lämpötilan muutos (°C)

3600 = yksikkömuunnoskerroin (kJ->kWh) /7/

Laskenta esimerkki: Oletetaan että pesukoneen veden kulutus on kolme kuutiota tunnissa ja tiedetään että tuleva vesi on 75°C ja lämmitettävä vesi on 60°C:

$$\begin{aligned}
 Q &= (\rho V c T) / 3600 \\
 &= (1 \text{ kg/l} \times 4,19 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \times 3000 \text{ l} \times 15^\circ\text{C}) / 3600 \\
 &= 52,3 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Tämä on tietenkin vain teoreettinen arvo ja pesukoneen lämmitysveden energian kulutusta laskettaessa tulee ottaa myös huomioon putkistoissa tapahtuvat lämpöhäviöt sekä lämmönvaihtimen hyötysuhde. Näiden olemassa olevien tietojen perusteella asiakkaalle annettava tieto energian kulutuksesta on näin ollen vain teoreettista ja todellista kulutusta on todella hankala lähteä laskemaan.

6.6.4 Melutason mittaus

Melutason mittaus pesukoneessa tehdään käsimittarilla erillään datankeruu järjestelmästä. Mittaukset suoritetaan koneen eri puolilta ja yhden metrin etäisyydellä koneesta. Mittaustulokset kirjataan ylös mittauspöytäkirjaan ja tehdään tarvittaessa taulukkolaskentaohjelman avulla graafinen esitys mittauksesta.

Koneen valmistajan tulee aina ilmoittaa melutaso. Vähän melua aiheuttavista koneistakin (A-painotettu äänenpaineen ekvivalenttitaso jää alle 70dB:n) on ilmoitettava melutason jääminen alle 70dB:n.

Jos A-painotettu melun ekvivalenttitaso kuitenkin ylittää 70dB:ä, niin tällöin mitattu ekvivalenttitaso on ilmoitettava. Jos A-painotettu ekvivalenttitaso ylittää 85dB niin tällöin on ilmoitettava koneen synnyttämä äänitehotaso.

Jos kyseessä on erittäin suuri kone niin tällöin äänitehotason asemasta voidaan ilmoittaa ekvivalentti äänenpainetaso yksilöidyistä kohteista koneen ympäriltä.

Koneen valmistajan tulee ilmoittaa missä koneen toimintaolosuhteissa mittaukset on suoritettu ja mitä standardisoituja mittausmenetelmiä on käytetty. /8/

7 YHTEENVETO

Työn alkuperäisenä lähtökohtana oli suunnitella ja toteuttaa testauslaitteisto Amitec Oy:lle, jolla testataan Heidän valmistamien teollisuuspesukoneiden toimintaa. Aikataulun vuoksi keskityin työssä testilaitteistoon liittyvän datankeruujärjestelmän tutkimiseen sekä esisuunnitteluun, jonka pohjalta jatkamme kehitystyötä yrityksessä. Työn eteneminen sujui aikataulun puitteissa mielestäni hyvin, koska minulla ei ollut käytännön eikä teoria tasolla mitään kokemusta vastaavista datankeruujärjestelmistä.

Ongelmallisinta työssä oli mittausapojen suunnittelu, koska markkinoilla on saatavilla hyvin paljon erilaisia mittausinstrumenttejä erilaisiin käyttötarkoituksiin. Työ antaa mielestäni hyvät lähtökohdat järjestelmän lopulliselle suunnittelulle ja toteutukselle. Tämän tyyppisen järjestelmän lopullinen toteutus vaatii aikaa sekä mietintää ja uskon, että työ hahmottuu vasta toteutusvaiheessa lopulliseen muotoonsa.

LÄHTEET

- /1/Tynni,J.2011.Prosessi tiedonkeruu logiikkaohjausjärjestelmistä. Insinööriyö. Kymeenlaakson Ammattikorkeakoulu
- /2/ Nokeval Oy: kotisivut, 5.5.2011 <http://nokeval.com>
- /3/ RemoteMX tarjous Amitec, 9.3.2011.
- /4/Enerflow Oy:n kotisivut, 3.5.2011 <http://www.enerflow.net/index.htm>
- /5/ Utupowel Oy: n kotisivut, 10.5.2011 <http://www.utupowel.fi>
- /6/Saint Gobain Pipe Systems Oy:n kotisivu,10.5.2011<http://www.sgps.fi>
- /7/ Motiva Oy:n kotisivut, 10.5.2011 [http:// www.motiva.fi](http://www.motiva.fi)
- /8/ Siirilä&Pahkala.2003 4.painos. EU-määräysten mukainen koneiden turvallisuus. FIMTEKNO Oy. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy.