

TUOTANNONSEURANTA RFID- TEKNIKALLA

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tietotekniikka
Ohjelmistotekniikka
Opinnäytetyö
05.04.2007
Lääveri Harri

Alkusanat

Tämän työn tarkoituksena on tutkia uusien tekniikoiden käyttöä langattoman tuotannon seurannan järjestelmissä. Työssä perehdytään radiotekniikalla toimivien aktiivisten RFID-laitteiden toimintaan teollisuusympäristössä. Tuotantotiedonkeruun laitteiden ja testijärjestelmän toiminnan testaamisen mahdollistivat Elmont Oy:n ja Vest-Wood Oy:n myötämielinen suhtautuminen ja kiinnostus aiheeseen.

Haluan kiittää Elmont Oy:stä toimitusjohtaja Jarmo Piipposta ja myyntijohtajaa Kari Koskea työn ohjauksesta. Kiitän myös Vest-Wood Suomi Oy:n sähköautomaation tehdaspalvelunesimestä Sami Lamminpäästä sekä tehdaspalvelun päällikköä Raimo Kallioniemeä työn toteuttamisesta saadusta avusta. Kiitän Lahden ammattikorkeakoulun Tekniikan laitokselta työn ohjaajaani Matti Wéliniä. Erityisen rakkaat kiitokset tuesta ja avusta saavat vaimoni Elsi Lääveri sekä lapseni Iiro ja Heidi.

Kevät 2007

Harri Lääveri

Lahden ammattikorkeakoulu
Tietotekniikka

LÄÄVERI HARRI:

Tuotannonseuranta RFID-laitteilla

Ohjelmistotekniikan opinnäytetyö, 46 sivua, 3 liitesivua

Kevät 2007

TIIVISTELMÄ

Tässä työssä tutkitaan tuotannonseurannan toteuttamista langattomalla järjestelmällä sekä sen soveltuvuutta Elmont Oy:n myyntituotteeksi. Työssä määritellään ympäristö, johon tuotannonseurannan langaton testijärjestelmä suunnitellaan. Tuotannonseuranta on tällä hetkellä tuotantoerän jälkeen käsin tehtävä raportti, reaaliaikaisella järjestelmällä tuotannonseuranta tehostuu. Työssä käytetään esisuunniteluun ja ohjelmiston suunnitteluun, vesiputousmallia sekä käyttötapausmenetelmää.

Reaaliaikaisen langattoman järjestelmän valitsemiseksi vertaillaan kolmen langattoman tekniikan käyttömahdollisuuksia. Vertailtavana ovat WLAN-, Bluetooth- ja RFID-tekniikka. Tarkemmin selvitetään testijärjestelmään valitun, RFID-tekniikan soveltuminen teollisuuskäyttöön ja RFID-laitteisiin perustuvan WST-Platformin teknisiä ominaisuuksia.

WST-Platformin ja tuotannonseurannan PC:n välinen tietoliikenne on TCP/IP-protokollalla toteutettu, joten selvitetään sen toiminta ja vaadittavat LAN-verkon asetukset PC:n. MySQL-tietokannan ja tarvittavan ODBC-ajurin asennus ja määrittäykset toteutetaan, sekä Xampp-testialusta asennetaan. MySQL-tietokannan tietokantataulujen luontiin käytetään MySQL-Maestro ohjelmaa.

Tiedonkeruuohjelman ohjelmointiin käytettiin Microsoft Visual Studio -ohjelmaa. Tarkastellaan ohjelman rakennetta ja periaatetta, sekä kuinka TCP/IP:tä käytetään tietoliikenteessä. Luetun IP-paketin sisältö ja ohjelmasta saadun tiedon käsittely määritellään. Selvitetään lukuohjelman säikeissä olevien funktioiden toimintaperiaate.

Työssä selvitetään käyttöliittymän suunnittelun perusteet, mitä on huomioitava ja millaisia tietoja käyttöliittymässä esitetään. Käyttöliittymän suunnittelu toteutetaan web-pohjaisena käyttäen PHP5. Työssä selvitetään tietokannan avaus PHP:llä ja tietojen tallennus tietokantaan.

Työn lopuksi arvioidaan testijärjestelmään tarvittavia muutoksia ja lisäyksiä, jotta se soveltuisi hyvin Elmont Oy:n myyntituotteeksi.

Asiasanat: MySQL, RFID, LAN, WLAN, PHP

Lahti University of Applied Sciences
Faculty of Technology

LÄÄVERI HARRI: Production follow-up with RFID- technology

Bachelor's Thesis in Software Engineering, 46 pages, 3 appendices

Spring 2007

ABSTRACT

The purpose of this study was to explore the possibilities of a wireless production follow-up system as well as to investigate the possibilities of making it a product for Elmont Oy. The present manual production follow-up system of the company is described, in addition the study focuses on how the system can be improved by changing it into a real time system. Waterfall and use-case methods are used in designing a new system. The analyses of the collected data shows how it can be used in the forthcoming follow-up system.

The usage possibilities of three different wireless systems, WLAN, Bluetooth and RFID are compared in the study. How the Active RFID technique applies to an industrial environment and the description of the chosen WST platform are also clarified.

TCP/IP data communication between WST platform and production follow-up PC is also clarified. PC setup for LAN network is described as well as how the setup is tested. MySQL database and ODBC driver installation and configuration with administration tools are clarified in the study. The installation of the Xampp testplatform is presented. The configuration of MySQL database was made using the MySQL-Maestro program. The follow-up system program was programmed with Microsoft Visual Studio 2005. In addition, it is described how the TCP/IP protocol was used in the program. IP message data is also clarified. The implementation of the programmed functions in the program threads is further explained in the study.

Data arguments of the user interface and how data is shown on the user interface are also described. A Web-based user interface was made using PHP5. The opening of the database connection with the PHP language is also clarified. The study also describes the MySQL database saving functions.

The results of the study can be used to improve the follow-up pilot system to be a part of Elmont Oy products. In the future, these results can be used to choose the right modifications for the follow-up system.

Keywords: MySQL, RFID, LAN, WLAN, PHP

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	TUOTANTOYMPÄRISTÖ JA TUOTANNONSEURANTA	3
3	SUUNNITTELUMENETELMÄT JA KERÄTTÄVIEN TIETOJEN KARTOITUS	6
4	LANGATTOMAN TIEDONKERUUN VALINTA	10
	4.1 Langaton tuotannonseuranta.	10
	4.2 WLAN-tekniikan käyttö.	11
	4.3 Bluetooth-tekniikan soveltuvuus.	12
	4.4 RFID-tekniikan käyttö.	14
5	TCP/IP- KOMMUNIKOINTI	19
6	TIETOKANTA	23
	6.1 Yleistä MySQL-tietokannasta.	23
	6.2 Xampp-testialusta.	23
	6.3 Tietolähteen rekisteröinti.	24
	6.4 MySQL tietokanta.	25
7	TIETOJEN LUKU JA TALLENNUS OHJELMA	29
	7.1 Lukuohjelman toiminta.	29
	7.2 Funktioiden toiminta ohjelmassa.	32
8	TUOTANNONSEURANTA KÄYTTÖLIITTYMÄ	36
9	KÄYTTÖÖNOTTO JA TESTAUS	39
10	JÄRJESTELMÄN TUOTTEISTAMINEN	41
11	YHTEENVETO	43
	LÄHTEET	45
LIITE 1	KÄYTTÖLIITTYMÄN SUUNNITTELU MALLIT	47
LIITE 2,	MYSQL-TIETOKANTATAULUT	49

Avainsanat:

AJAX Asynchronous JavaScript and XML. Ohjelmointitekniikka www-verkkosovelluksien kehittämiseen.

APACHE HTTP Server on avoimeen lähdekoodiin perustuva HTTP-palvelinohjelma.

BLUETOOTH

Avoim standardi laitteiden langattomaan kommunikointiin lähietäisyydellä, jonka keskilähetystaajuus 2,45 GHz.

C++ Yksi tärkeimmistä ohjelmistokehityksessä käytettävistä ohjelmointikielistä.

DSN (Data Source Name) tietolähteen nimi.

HTTP (Hypertext Transfer Protocol) on protokolla, jota selaimet ja WWW-palvelimet käyttävät tiedonsiirtoon.

INTRANET Lähiverkko, joka on eristetty tietyn ryhmän käyttöön. Tavallisesti intranetillä tarkoitetaan organisaation lähiverkkoa, jota käytetään yrityksen tai yhteisön sisäiseen viestintään ja tietojenkäsittelytoimiin.

I/O (Input and Output) Digitaliset tulot ja lähdöt ohjauslogiikoiden kortteissa.

IP (Internet Protocol) Verkkokerroksen protokolla, joka huolehtii IP-tietoliikennepakettien toimittamisesta perille pakettikytkentäisessä Internet-verkossa.

ISM (Industrial, Scientific and Medical) on maailmanlaajuinen radiotaajuuskaista, jonka käyttö ei vaadi erillistä lupaa.

LAN	Lähiverkko (Local Area Network), joka on rajoitetulla maantieteellisellä alueella toimiva tietoliikenneverkko.
MDF	(Medium Density Fibreboard) kuitulevy, joka valmistetaan kuumapuru-ristamalla havupuukuidusta, vahasta ja sidosaineesta.
PLC	(Programmable Logic Controller) pieni tietokone, jota käytetään tosiaikaisten automaatioprosessien ohjauksessa.
PHP	(Hypertext Preprocessor) ohjelmointikieli jota käytetään jota käytetään erityisesti Web-palvelinympäristöissä.
RIFD	(Radio Frequency Identification), radiotaajuinen etätunnistus on menetelmä tiedon etälukuun ja -tallentamiseen.
TCP/IP	(Transmission Control Protocol / Internet Protocol) usean tietoverkko-protokollan yhdistelmä, jota käytetään Internet-liikennöinnissä.
UHF	(Ultra High Frequencies) radiotaajuudet 300 - 3000 MHz välillä.
WLAN	(Wireless Local Area Network) langaton lähiverkko, jolla erilaiset verkkolaitteet voidaan yhdistää ilman kaapeleita.
WEB	(World Wide Web) Internetissä toimiva hajautettu hypertekstijärjestelmä.

1 JOHDANTO

Tämän hetken suuntaus kaikkialla teollisessa tuotannossa on voimakas tuotannon tehostaminen ja tuotannonseurannan tarkentaminen. Tarkka tuotannon suunnittelu edellyttää tarkkoja reaaliaikaisia tuotantotietoja. Reaaliaikaisuus edellyttää tuotanto koneiden ja linjojen liittämistä suoraan tuotannon seurannanjärjestelmiin.

RFID-tekniikka on tullut tutuksi passiivisista RFID-laitteista. Näillä pienillä ja halvoilla ”tageilla” seurataan esimerkiksi tuotantoa, logistiikkaa sekä kaupan materiaalien kulkua; lisäksi monia muita sovelluksia kehitetään jatkuvasti. Passiivilaitteet on tarkoitettu lähinnä tuotteiden ja materiaalien seurantaan ja aktiivi RFID-laitteet soveltuvat tiedon välittämiseen pidemmille matkoille. Aktiivilaitteiden käyttö on lisääntynyt voimakkaasti, ja uusia sovelluskohteita on kehitetty. RFID-laitteiden etuna on edullinen hinta, pieni koko ja monipuoliset sovellukset. Teollisuuden tiedonvälitykseen kehitetyt aktiivi RFID-laitteet ovat uusimpia sovelluskohteita. Tässä työssä tutkitaan aktiivi RFID-laitteiden soveltuvuutta teollisuustuotannon tiedonkeruuseen. Kustannustehokkaan ja nopeasti asennettavan tekniikan testaaminen ja tuotannon tiedonkeruun testijärjestelmän koekäyttö tehdään Vest-Wood Suomi Oy:n Vääksyn tehtaan neljällä tuotantolinjalla. Testijärjestelmää arvioimalla selvitetään, kuinka aktiivi RFID-laitteilla toteutettu tuotannonseuranta soveltuu Elmont Oy:n myyntituotteeksi. Testijärjestelmässä käytetään tietokantana MySQL:ää ja käyttöliittymän ohjelmointiin PHP-ohjelmointikieltä.

Vest-Wood Suomi Oy kuuluu tanskalaiseen Vest-Wood-konserniin, joka on yksi Euroopan johtavista sisä- ja ulko-ovien valmistajista. Vest-Wood-konserni on osa amerikkalaista JELD-WEN-konsernia. Vest-Wood Suomi Oy:n pääkonttori sijaitsee Vääksyssä, johon on myös keskitetty yhtiön logistiikkatoiminnot. Tehtaat sijaitsevat Kangasniemellä, Kuopiossa, Kuortaneella ja Vääksyssä. Vääksyn tehtaan tuotantolinjoilla valmistetaan ovien osia ja kootaan osista valmiita ovia asiakkaiden tarpeisiin (Vest-Wood Suomi Oy 2006.)

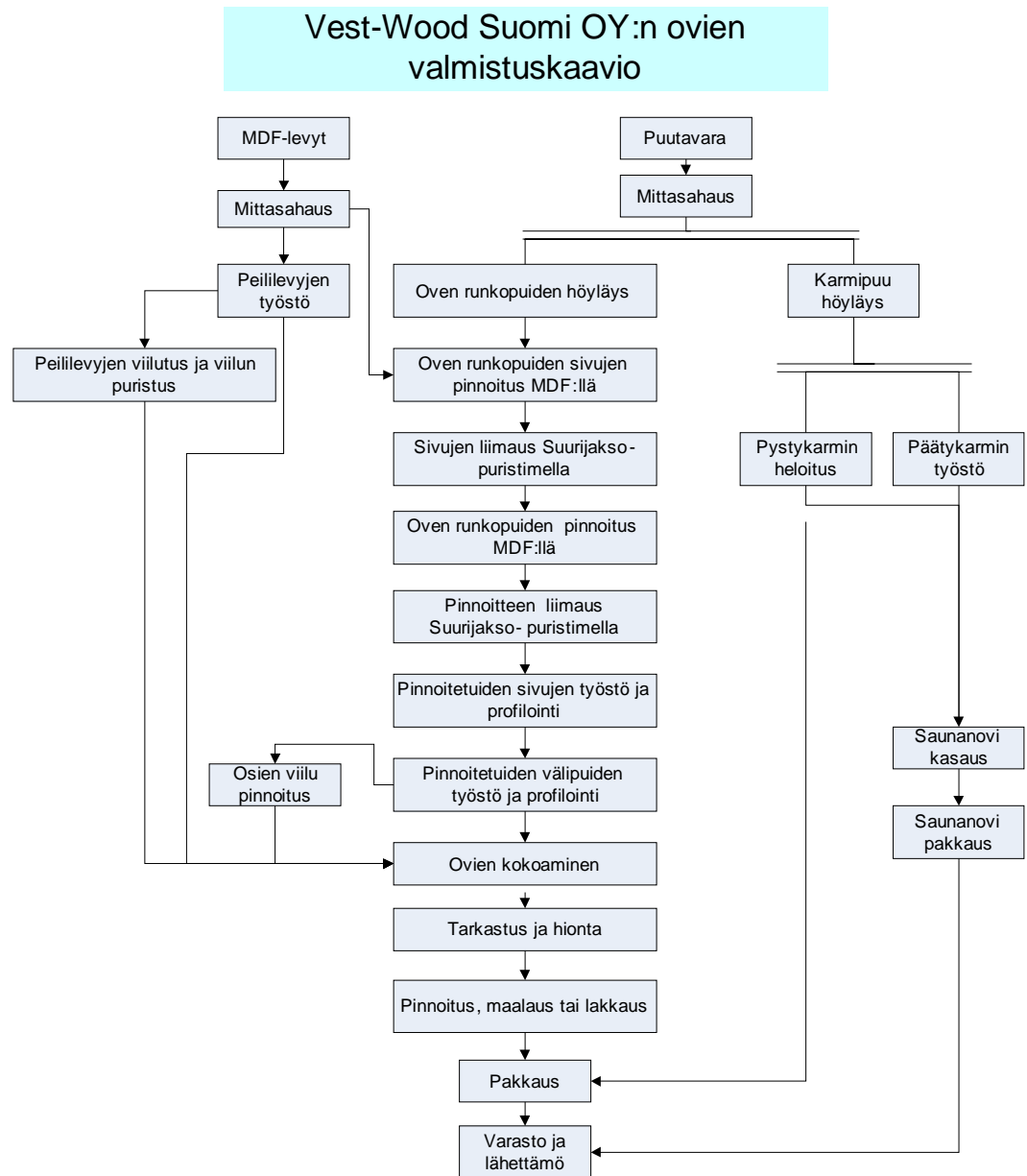
Elmont Oy on Lahdessa toimiva, huhtikuussa 2006 perustettu automaatiopalveluja tarjoava yritys. Yhtiön palveluksessa on n. 30 henkilöä. Yhtiön 8 kk liikevaihto vuonna 2006 oli noin 2,4 M€. Elmont Oy tarjoaa , käyttäjä- käytettävyysskartoituksia, turvakartoituksia, toimintojen määrittelyä sekä dokumentointia, käyttöliittymäsuunnittelua, simulaatiotestausta, sähkösuunnittelua, PLC -suunnittelua ja ohjelmointia, PC -suunnittelua ja ohjelmointia, teollisuussähköasennusta, vikahuoltoa, varaosia sekä järjestelmäkatselmuksia. Tehtaiden tuotannonseuranta on yksi PC-suunnitteluun liittyvä ja kehittyvä yrityksille tarjottava palvelu. Elmont Oy pyrkii testaamalla ja kehittämällä järjestelmiä valitsemaan tarpeisiinsa sopivaa uutta tekniikkaa. (Elmont Oy 2007.)

2 TUOTANTOYMPÄRISTÖ JA TUOTANNONSEURANTA

Tämän päivän suuntauksen mukaan tuotantolaitoksien tuotannonseuranta olisi ol-tava reaaliaikaista. Mittaamisella ja analysoinnilla on tärkeä merkitys sekä organi-saation ohjauksessa että kehittämisen perustana. Mittarit muodostavat yrityksen suorituskyvyn parantamisen ytimen. Mittaamalla hankittua tietoa tarvitaan muun muassa tavoitteiden asettamiseen, tulosten analysointiin ja palkitsemisen perusteeksi. Mittariston ideana on kehityksen ja muutoksen seuraaminen. (Rantanen; 2001.)

Reaaliaikaisen tuotannonseurannan aikaansaamiseksi tuotantolinjat on liitettävä tuotannonseurannanjärjestelmiin. Tuotannon reaaliaikainen seuranta on perinteises-ti ratkaistu järjestelmien välisillä kaapeloinneilla, usein on tarvittu lisäksi ohjauslo-giikoita tiedon välittämiseen tiedonkeruu järjestelmille. Elmont Oy on toimittanut vastaavia ratkaisuja tai ne ovat liittyneet toimitettuihin automaatiojärjestelmiin.

Vest-Wood Suomi Oy:n Vääksyn tehtaalla valmistetaan rakennusten väliovia. Ovia valmistetaan pääasiassa standardimitoituksella. Ovien materiaalina on MDF:llä päällystetty puurunko, peiliosat MDF-levyä. Ovet pinnoitetaan maalaamalla tai viilupintaiset ovet lakkaamalla. Osa tuotannosta on tilauksen mukaan valmistettavia mittaovia. Tuotantolinjat valmistavat ovien osia, jotka myöhemmin kootaan val-miiksi oviksi kasauslinjoilla. Valmiit ovet hiotaan, tarkastetaan, pinnoitetaan ja lo-puksi pakataan. Kuviossa 1 esitetään ovituotannon periaate. Tuotantolinjat muo-dostuvat yksittäisistä koneista tai useammasta yhteen liitetystä koneesta. Esimer-kiksi oven runko-osien pinnoituslinja, Harko, koostuu höylästä, puuosien ja MDF-pinnoitteiden ladonnasta liimaukseen (kuvio 2), suurjaksopuristimista ja tuotteiden pinontalaitteista.



KUVIO 1. Ovituotannon periaatekaavio



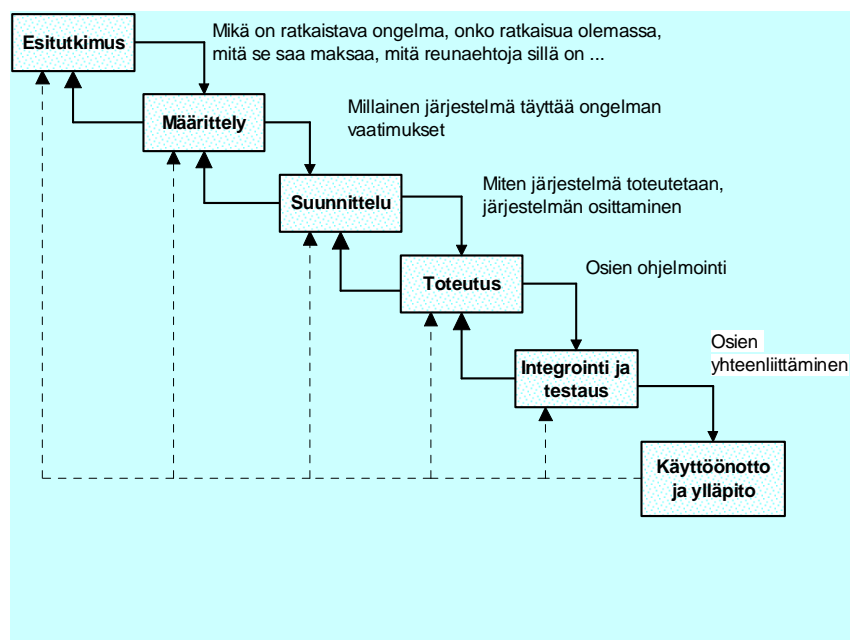
KUVIO 2. Harko, ovien runko-osien pinnoituslinja.

Vest-Wood Suomi Oy:n Vääksyn tehtaalla ei tällä hetkellä ole käytössä mittaria tai menetelmää kerätä suoraa reaaliaikaista tuotantotietoa tuotantolinjoista tai koneista. Tuotantotiedot kirjataan paperille kone tai tuotantolinja kohtaisesti. Kirjaamalla tuotantotiedot paperille saadaan tiedot tuotannosta mutta yleensä vasta tuotantoerän päätyttyä. Tarkempaa tuotannonseuranta ja suunnittelua varten tarvitaan reaaliaikainen tuotannonseuranta.

Seurannalla saadaan optimoitua tuotantoa ja linjojen käyttöastetta paremmaksi. Tuotannonseurannalla pystytään tukemaan myös huoltojen suunnittelua. Tarkemmalla tuotannonseurannalla pystytään selvittämään tuotantoa hidastavia tai rajoittavia kriittisiä kohtia. Sen avulla saadaan tarkempi tieto tuotantolinjojen todellisesta kapasiteetista ja eri tuotteiden vaikutuksista tuotanto nopeuteen. Tuotteen tuotannonopeuden ja tuotannossa olevien tuotettujen kappaleiden tiedolla pystytään laskemaan, milloin sillä hetkellä tuotannossa oleva tuotantoerä valmistuu.

3 SUUNNITTELUMENETELMÄT JA KERÄTTÄVIEN TIETOJEN KARTOITUS

Suunnittelun pohjana käytettiin menetelmää, jota kutsutaan vesiputousmalliksi. Vesiputousmalli on esitetty kuviossa 3. Tässä perinteisessä prosessissa vaiheet soljuvat eteenpäin, kuin vesiputous tasolta toiselle. Ajatuksena on, että kukin vaiheista tuottaa dokumentin tai joukon dokumentteja, jotka toimivat syötteenä seuraavalle vaiheelle. Esimerkiksi vaatimusanalyysi määrää ja asettaa minimivaatimukset ja rajat toiminnalliselle määrittelylle, jotta määrittelyn lopussa voidaan tarkastaa, vastaako määritelty ohjelmisto vaatimusanalyysin mukaista järjestelmää.

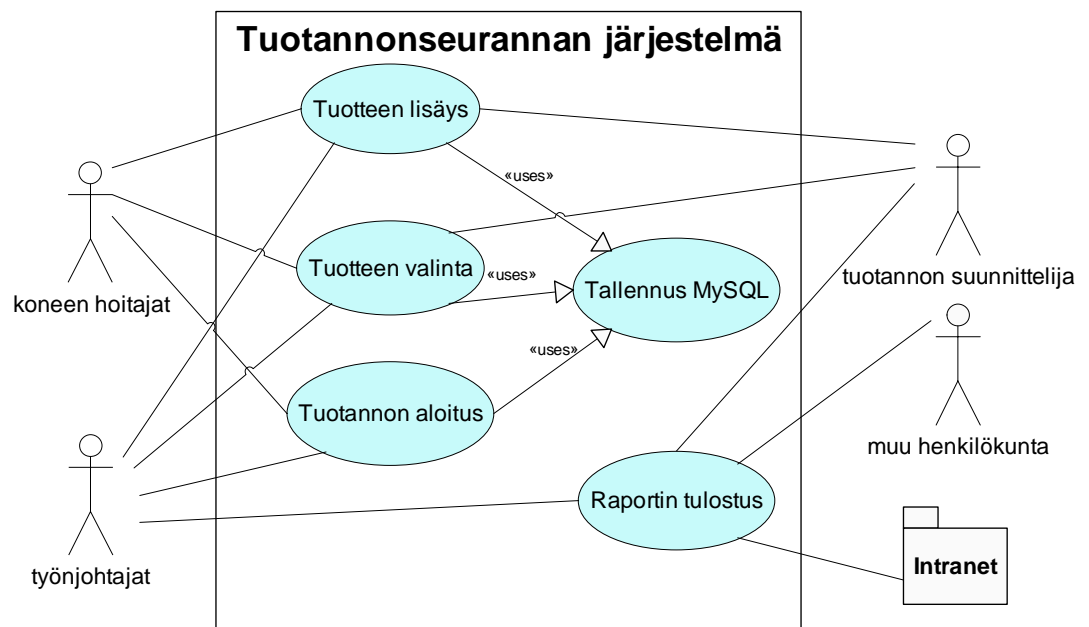


Kuvio 3. Suunnittelun vesiputousmalli. (Haikala 2002, 36)

Esitutkimuksen tehtävänä on asettaa yleiset järjestelmätason vaatimukset. Usein esitutkimus ymmärretään myös osaksi määrittelyvaihetta, koska asiakastarpeita tarkennetaan määrittelyvaiheen ajan. Tuotekehittelyyn perustuvassa esitutkimus voi olla osa vaatimustenhallintaa. Vest-Wood Suomi Oy:llä asiakasvaatimuksina ovat tuotannon reaaliaikaisen seurannan aikaansaaminen ja tuotannon suunnittelun helpottaminen seuraamalla tuotantoaikoja. Tässä työssä esitutkiminnan, määrittelyvaiheen ja vaatimusten hallinnan voidaan katsoa kuuluvan samaan ohjelman kehittämisen vaiheeseen. (Haikala, Märijärvi 2002, 36.)

Käyttötapaukset voidaan esittää myös kaaviona, jolloin kaavioon merkitään käyttötapausten välisiä suhteita. Käyttötapausten toiminta on seuraavanlainen: kuvataan järjestelmän toiminnallisuus joukkona järjestelmän käyttäjien, sillä suorittamia tapahtumaketjuja. (Haikala 2002, 156)

Asiakasvaatimuksien kartoittaminen tehtiin Vest-Wood Suomi Oy:llä haastatteleamalla tuotannon työnjohtoa ja tuotannosuunnittelua. Tarvittavat tiedot kartoitettiin työnjohtoon ja tuotannon suunnittelun tarpeita vastaaviksi. Kerättävien tietojen tarpeellisuutta ja priorisointia tarkasteltiin ns. käyttötapausten (use case) avulla, esitutkimuksen käyttötapauskaavio on esitetty kuviossa 4.



KUVIO 4. Esitutkimuksen käyttötapaus kaavio.

Järjestelmää käyttävät tuotantolinjan hoitajat, työnjohtajat, tuotannosuunnittelu ja tehtaan muu henkilökunta.

Käyttötoimenpiteinä ovat tuotteen lisäys järjestelmään, tuotteen valinta tuotantoon, tuotannon aloitus sekä raportin valinta tulostettavaksi. Järjestelmä liitetään Vest-Wood Oy:n intranet verkkoon. Intranetin kautta tuotannon seurannan raportit ovat koko henkilökunnan käytössä.

Saatu dokumentti tarkistettiin vielä uudelleen ennen tietokanta taulujen suunnittelua. Tuotantolinjoista kerättävistä tiedoista tärkein on valmistuneet kappalemäärät. Valmistuneissa kappalemäärissä ei huomioida virheellisten kappaleiden osuutta. Viallisia kappaleita poistetaan monessa vaiheessa valmistuneista kappaleista. Tuotantolinjalla poistetaan virheellisiä kappaleita, tuotettujen osien siirrossa seuraavalle linjalle poistetaan havaitut virheelliset kappaleet ja lopuksi seuraavan tuotantolinjan alussa tehdään myös virheellisten kappaleiden poisto. Tämän järjestelmän tarkoituksena ei ole seurata tuotteiden siirtotietä. Tuotantolinjalla valmistuneiden kappaleiden ja lopputuotteeseen menneiden kappaleiden määrästä voidaan laskea syntynyt hukka. Tuotteen valmistuksen aloitusajankohta tallennetaan myös järjestelmään. Aloitusajankohta tiedolla saadaan tuotantolinjan tuotteesta toiseen tuotteeseen vaihtamiseen ja asetusten tekemiseen menevä aika laskemalla edellisen tuotteen lopetuksen ja uuden tuotteen aloitushetken erotus. Tämä tieto ei kerro tarkasti varsinaisen asetusten tekoaikaa, mutta on riittävän tarkka tieto tuotannosuunnittelun tarpeisiin. Tuotteen vaihtoon menevää aikaa käytetään tuotannosuunnittelussa. Tuotteen tuotantoon kuluvan ajan seuranta saadaan laskemalla tuotantolinjan automaattilla ajoon kuluva aikaa kumulatiivisesti. Näin menettelemällä, järjestelmästä voidaan seurata tuotannossa olevan tuotteen ajoaikaa ja laskea tuote-erän valmistumisen odotettavissa oleva ajankohta.

Tuotantolinjojen automaattilla ajoaikaa eli tuotantolinjan työtunteja voidaan tulevaisuudessa hyödyntää myös ennakkohuoltojen määrittelyssä. Käyttöliittymällä halutaan seurata myös tuotteen ajonopeutta. Koska tuotanto on kappale tuotantoa, ei tuotantolinjojen koneiden ajonopeutta seurata analogisesti, vaan tarpeita vastaava seuranta saadaan laskemalla tuotanto kappaleiden valmistuminen määrättyssä ajassa. Lisäksi järjestelmään tallennetaan tuotteen nimi ja tuotannon aloituksen yhteydessä tuotantolinjan hoitajan nimi tai nimikirjaimet. Testijärjestelmään kerättävät tiedot rajattiin näihin. (Haikala 2002, 97.)

Koska kerättävät tiedot tallennetaan MySQL-tietokantaan, siitä voidaan hakea tietoa eri tarkoituksiin. Tietokannan käyttö helpottaa tässä työssä esisuunnittelun jälkeen mahdollisten tapahtuvien muutosten tekoa.

Hyödyntämällä tietokannan ominaisuuksia käyttöliittymän raporttiosioon voidaan myöhemmin tehdä muutoksia. Tietokannasta voidaan lisäksi hakea tietoja myös esimerkiksi taulukkolaskentaohjelmaan tai muuhun raportointiohjelmaan.

Käyttöliittymään tehdään näytöt pääasiassa työnjohdon ja tuotannosuunnittelun tarpeisiin. Tietokannasta muodostetaan raportti valitun linjan mukaan joko tuotteen tai tuotanto ajanjakson mukaan. Tässä työssä ei tehdä muita tietokannasta muodostettavia raportteja, kuten esimerkiksi tuotteen vaihtoon kuluvan ajan seuranta tai ennakkohuollon tarvitsemia raportteja.

4 LANGATTOMAN TIEDONKERUUN VALINTA

4.1 Langaton tuotannonseuranta.

Reaaliaikainen tuotannonseuranta vaatii tuotantolinjoista tai koneista tuotantotietojen välittämisen tuotannonseurannan järjestelmälle. Perinteinen tapa välittää tarvittavat tuotantolinjojen tiedot on kaapeloida jokaisen tuotantolinjan ja tiedonkeruujärjestelmän väli suoraan tai väliin lisättävän ohjauslogiikan kautta. Ensisijainen syy valita langaton tuotannonseuranta järjestelmä on kaapelointi kustannuksissa säästäminen. Langattoman järjestelmän etuna on lisäksi nopeampi asennus. Tuotantolinjoja ja koneita siirretään tuotannon tarpeiden mukaan. Langattomaan järjestelmään perustuvien laitteiden siirtäminen linjan mukana on helpompaa. Lisäksi laitteiden vaihtaminen tuotantolinjalta toiselle, onnistuu joustavammin. Valinnassa on huomioitava myös järjestelmän laajennettavuus ja toiminta teollisuusympäristössä. Esitutkimuksesta saaduilla tiedoilla määriteltiin langattomasti välitettävät tiedot. Tuotantolinjoista välitetään tiedot binäärisenä. Tiedon välityksessä ei tarvita suuria tietomääriä tai erittäin nopeita tietoja. Tuotantolinjan tiedot tuodaan lähettimelle digitaalituloihin, joka välittää tiedon tuotannon seurannan järjestelmään. Tiedonsiirron tarve on tällä hetkellä yksisuuntainen, mutta valittavassa tekniikassa on oltava mahdollisuus myös kahden suuntaisiin toimiville tiedon siirroille.

Laitteiden valintaan vaikuttavat sähköiset ja fyysiset ominaisuudet. Millä käyttöjännitteellä laitteet toimivat ja miten laitteiden sähköiset kytkennät voidaan tehdä. Suotavaa on, että laitteet voidaan kytkeä jollakin teollisuudessa yleisesti käytössä olevista jännitteistä, ilman erillisen jännitelähteen lisäämistä tuotantolinjojen ohjauksiin. Ohjausjärjestelmien yleisin käyttöjännite on 24VDC. Valitun langattoman tiedonsiirron radiotaajuuden pitää täyttää viestintäviraston antamat säädökset. Laitteiden suojausluokka vaikuttaa siihen, millaisen koteloinnin ne vaativat.

Laitteet tai ainakin niiden antennit on joka tapauksessa sijoitettava tuotantolinjojen metallirakenteisten ohjauskeskusten ulkopuolelle, kun käytetään radiotaajuista tiedon välitystä. Lisäksi langattomien järjestelmien antennit saattavat vaatia omia tukirakenteita.

4.2 WLAN-tekniikan käyttö.

Ensimmäisenä vaihtoehtona selvitettiin WLAN:in soveltuvuutta tuotannonseuranan järjestelmään. WLAN toimii 2.4GHz:n taajuusalueella. Tavallisin käytössä oleva versio on 802.11g, jonka radorajapinnan maksimi siirtonopeus on 54 Mbit/s. WLAN-verkkojen toimintaa heikentää raskaat seinä- ja metallirakenteet. Toinen tärkeä asia aaltoalueen ominaisuuksien huomioimisen lisäksi on vierekkäisillä kanavilla toimivien ja muiden laitteiden aiheuttamat häiriöt. Vierekkäisille kanaville asetut WLAN-tukiasemat häiritsevät toisiaan. 2.4GHz:n taajuusalue on lisensoimaton radiotaajuus, joka tarkoittaa käytännössä sitä, että alueella saa liikennöidä millainen laite tahansa, kunhan se ei ylitä taajuusalueelle määriteltyjä tehoarvoja tai häiritse muita taajuusalueita. Eri valmistajilla on tarjolla laitteita teollisuusympäristöön, mutta koska Vest-Wood Suomi Oy:n tehtaalla on useita tuotantolinjoja sekä tuotantokoneita, laite tiheys WLAN-verkossa nousisi mahdollisesti niin suureksi, että laitteet häiritsisivät toisiaan.

Tehtaalla on käytössä myös suurijakso puristimia, jotka toimivat korkeilla taajuuksilla. Puristimilla puristetaan ja kuivataan puuosien päälle MDF-pinnoitetta. Puristimien rakenteen takia puristimien läheisyyteen syntyy mikroaaltotaajuuksissa häiriöitä, joita on pyritty valmistajan toimesta rajoittamaan erilaisilla suojuuksilla ja maadoituksilla. Kaikesta huolimatta puristimet säteilevät ympärilleen jonkin verran.

Taajuudet vaihtelevat riippuen puristettavan materiaalin kosteudesta ja puristimen vurityksestä. Puristimien vikaantuessa häiriöt voimistuvat, joten ne saattavat edellä mainituista syistä aiheuttavat häiriöitä WLAN-verkkoon. WLAN-laitteiden toiminnan varmistaminen edellyttäisi laitteiden testaamista tuotannossa suurijaksopuristimien läheisyydessä.

Ainoa tapa välttää tuotantolinjojen aiheuttamia häiriöitä on kiinnittää huomiota siihen, mitä langattomia laitteita käytettäisiin ja millä taajuusalueella. (Cisco 2002.)

Tukiasemat olisi sijoitettava kauemmas mahdollisten häiriölähteiden välittömästä läheisyydestä. Tiedon siirron varmistamiseksi ja parantamiseksi voidaan käyttää suuntaavia antennejä, joiden käyttö vaikeuttaa käyttöönottoa ja WLAN-laitteiden sijoittelua. Suuntaavien antennien käyttö vaatii lisäksi tukirakenteita.

Lisäksi tehtaalla on käytössä myös toimistokäyttöön tarkoitettu WLAN-verkko, joka rajoittaa osaltaan uusien verkkojen rakentamista. WLAN-verkkoa käytettäessä on myös huomioitava verkon suojaus ulkopuolisilta, ja muut tietoturvariskit. Uuden tai uusien WLAN-verkkojen tekeminen vaatii myös tehtaan tietohallinnon mukana oloa.

4.3 Bluetooth-tekniikan soveltuvuus.

Seuraavana vaihtoehtona selvitettiin Bluetooth-tekniikkaan pohjautuvien laitteiden käyttämistä langattomassa tuotannonseurannassa. Bluetoothia käytetään nykyään monissa erilaisissa laitteissa, kuten puhelimissa ja tietokoneiden oheislaitteissa. Teollisuuden käyttöön on myös valmistettu erilaisia langattomiin yhteyksiin tarvittavia laitteita.

Liikkuvat tai siirrettävät laitteet aiheuttavat kaapeleiden kestävyysrajoituksia, joten on ilmeistä, että langattomuus lisääntyy osana ohjausjärjestelmiä. Bluetooth on radiotekniikkaan perustuva langaton tiedonsiirtotekniikka, jonka tarkoituksena on ollut korvata kaapelit PC:n, tulostinten ja muiden oheislaitteiden välillä. Bluetoothin nimelliset siirtonopeudet ovat symmetrisessä siirrossa 432,6 kilobittiä ja asymmetrisessä lähtevässä 721 kilobittiä ja saapuvassa 57,6 kilobittiä sekunnissa. Bluetoothin keskilähetystaajuus on 2,45 GHz. Samalla taajuusalueella toimivat myös mm. mikroaaltouunit ja langattomat lähiverkot. Yhteyksien häiriöiden vähentämiseksi lähetyksessä käytetään hajaspektritekniikkaa. (Granlund 2001, 288.)

Hajaspektritekniikassa signaalia ei siirretä perinteiseen tapaan yhtä kiinteää lähetystaajuutta pitkin, vaan taajuusalue jaetaan joukkoon alitaajuuksia, joilla tietoa lähetetään samanaikaisesti. Bluetoothin laitetiheys on suuri ja siten se sopisi käytettäväksi tuotannonseurantaan.

Suoraan tuotannonseurannan tarpeisiin kehitettyä valmista Bluetooth-teknikkaan perustuvaa järjestelmää ei ilmeisimmin vielä ole markkinoilla. Markkinnoilla on soveltuvia Bluetooth-laitteita, joita käyttämällä voidaan koota tuotannonseurannan järjestelmä.

Phoenix Contact:lla on tähän tarkoitukseen sopiva Bluetooth converter, joka on esitetty kuviossa 5.



KUVIO 5. Bluetooth converter. (Phoenix Contact; 2007).

Laitteen kantama 20 dBm (100 mW) on 80 metristä aina 150 metriin. Kuvion 5 laite on varustettu erillisellä antennilla, joka on sijoitettavissa ohjauskeskuksen ulkopuolelle. Itse laite voidaan sijoittaa tuotantolinjojen ohjauskeskuksen sisälle. Laitteen käyttöjännite on 24 VDC.

Phoenix Contact:in valikoimasta löytyy muitakin Bluetooth-laitteita, joita voisi käyttää langattoman tuotannonseurannan järjestelmän osana.

Rajoittavana tekijänä on, että yhteen master-laitteena toimivaan laitteeseen saadaan yhdistettyä korkeintaan seitsemän slave-laitetta. Kaikissa Bluetooth-laitteissa on sama kahdeksan laitteen enimmäismäärän rajoitus.

Tämä rajoittaa tuotannon seurannan laajentamista muutoin kuin lisäämällä myös master-laitteiden lukumäärää. Nämä laitteet ovatkin tarkoitettu lähinnä ohjauslogiikoiden etäyksiköiksi, esimerkiksi liikkuviin laitteisiin. (Phoenix Contact; 2007.)

4.4 RFID-tekniikan käyttö.

Kolmantena vaihtoehtona tutkittiin RFID-tekniikkaan perustuvien laitteiden käyttömahdollisuutta. Passiivisilla RFID-tunnisteilla ei ole omaa virtalähdettä. Laitteen käyttöön vaadittava, erittäin pieni sähkövirta indusoituu antenniin saapuvasta radiotaajuudesta, jonka avulla tunnistepystyy lähettämään vastauksen. Oman virtalähteen puuttuminen tekee laitteesta varsin pienen. Passiivisten tunnistepöiden lukuetaisyudet vaihtelevat 10 mm ja 5 metrin välillä, ja niitä käytetäänkin yleisesti viivakoodin korvaajina.

Puoli-passiivinen RFID-laite sisältää virtalähteen mutta ei omaa lähetintä. Omalla virtalähteellä saavutetaan kuitenkin passiivista tunnistetta suurempi toimintasäde ja mahdollistetaan laajennettu toiminnallisuus, mukaan lukien tietojen säilyttäminen tunnistepöiden omassa muistissa. Näitä laitteita voidaan käyttää myös saattomuisteina.

Aktiiviset RFID-laitteet puolestaan sisältävät virtalähteen, ja niillä voi olla pidempi kantomatka, sekä suurempi muisti kuin passiivisilla tunnistepöiden. Ne voivat myös tallentaa lähetin-vastaanottimen lähettämiä lisätietoja. Monilla aktiivisilla RFID-laitteilla lukuetaisyudet ovat kymmenistä, aina muutamaan sataan metriin asti ja pariston ikä useita vuosia. Aktiiviset RFID:n UHF-laitteet käyttävät taajuus aluetta (868–956 MHz). Tämä taajuusalue on osa ISM-taajuus aluetta.

ISM-taajuusalue (Industrial, Scientific and Medical) on maailmanlaajuinen radio-taajuuskaista teollisuus, tutkimus ja lääketieteen käyttöön. Käyttö ei vaadi erillistä

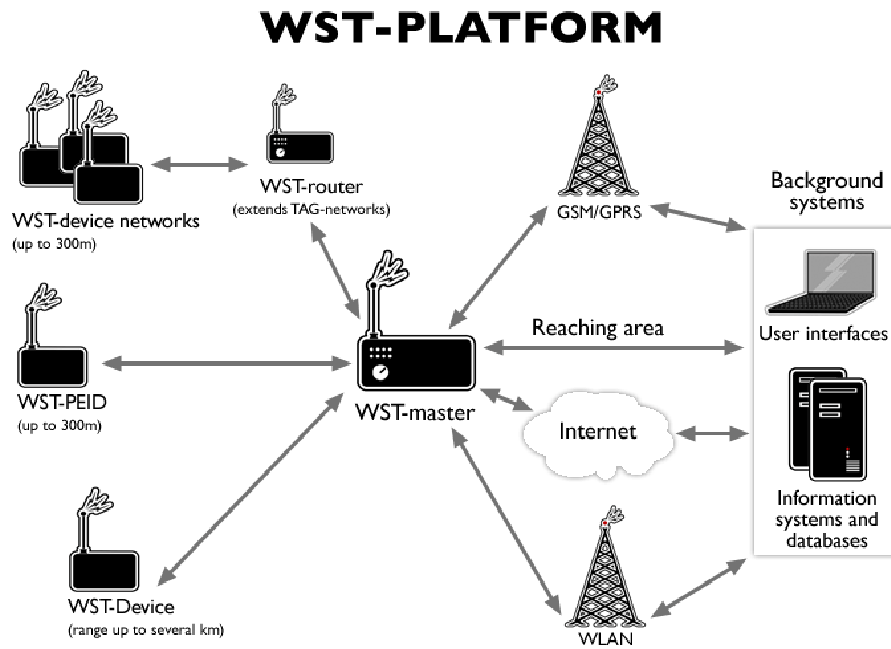
lupaa. Aktiivi RFID-laitteiden teho ja antennin suuntaavuus on rajoitettu niin, että kantama on sadan metrin luokkaa.

Viestintävirasto on hyväksynyt muutoksen UHF-taajuusalueen RFID-lukijoiden tehorajoituksiin. 4. helmikuuta 2005 voimaan tulleen muutoksen jälkeen Suomesakin voidaan käyttää 2 W teholla toimivia UHF-laitteita. Muutos mahdollistaa pidemmän lukuetaisyyden sovellukset. Tehorajoituksen muutoksen jälkeen on markkinoille tullut uusia laitteita. Aktiivi RFID-tekniikkaan perustuvista UHF-laitteista ei ole Elmont Oy:llä kokemusta.

Hyvän laajennettavuuden ja helpon asennettavuuden vuoksi yrityksessä päätettiin valita tämän tekniikan laitteet tarkemmin tutkittavaksi ja testattavaksi teollisuusympäristössä. Samalla voidaan käyttää tiedonsiirrossa matalampaa taajuutta, joka soveltuu paremmin tuotannonseurannan järjestelmään. (Ficora 2006.)

Controlmatic Oy toimitti testausjärjestelmään ISM-taajuusalueella toimivat RFID-laitteet, jotka sopivat esisuunnittelussa määriteltyyn tiedonsiirtoon. WST-Platform on langaton anturointi-, ohjaus-, ja paikannusjärjestelmä. Järjestelmä perustuu erittäin pieneen elektroniikkalaitteeseen, WST-10:een. WST-10 on langaton aktiivi RFID-laite, jossa on sulautettu käyttöjärjestelmä, radio, prosessori, erilaisia muisteja, digitaalisia ja analogisia sisään- ja ulostuloja, anturirajapintoja sekä sisäinen virtalähde.

WST-10:n kantama on jopa 200 metriä ja toiminta-aika sisäisellä virransyötöllä sovelluksesta riippuen jopa useita vuosia. WST-10-laite voi toimia erilaisissa rooleissa, kuten anturilaitteena, tukiasemana tai reitittäjänä. WST-10:n käyttötarkoitusta voidaan vaihtaa helposti muuttamalla sen kokoonpanoa ja ohjelmistoa. Laitteet osaavat itse valita parhaan yhteyden, joko suoraan tai toisten yksiköiden kautta. Tämä ominaisuus on varsin tarpeellinen jos tuotantotila on pohjaratkaisultaan sellainen, että matka lähettimeltä muodostuisi ilman reititys ominaisuutta liian pitkäksi. Myös tuotantotilassa olevat mahdolliset metallirakenteet voidaan näin ”kierittää” ja saadaan toimiva yhteys.

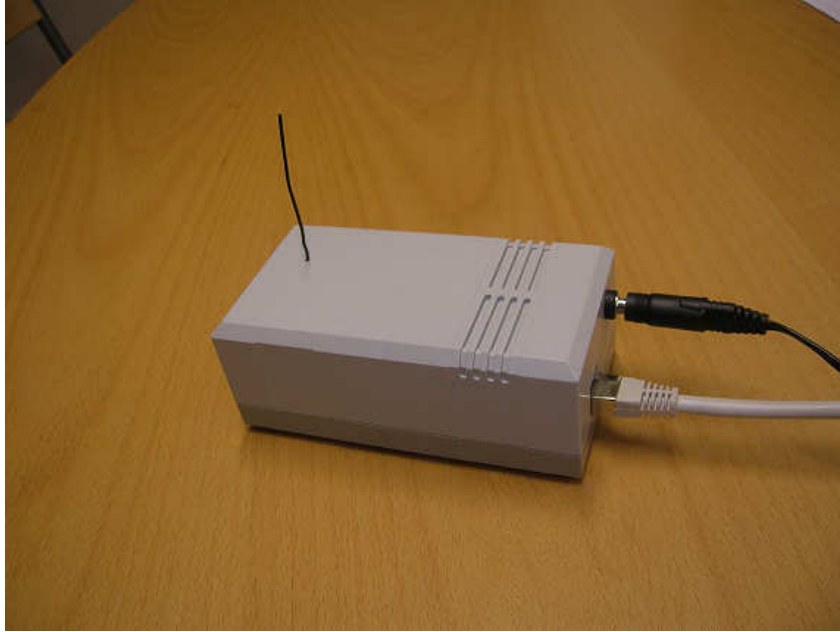


KUVIO 6. WST-Platform periaate kaavio

WST-10-moduuleista voidaan muodostaa langaton järjestelmäkokonaisuus WST-Platform, kuten kuviossa 6 esitetään.

WST-Platform pitää sisällään yleisimmät rajapintamoduulit kuten Ethernet, GPRS ja WLAN. Anturoitu tieto voidaan tuoda ja integroida helposti asiakkaan taustajärjestelmiin edelleen jalostettavaksi. Asiakkaan taustajärjestelmistä voidaan tuoda myös ohjaustietoa langattomaan WST-Platform:iin, joilla voidaan ohjata ja ohjelmoida esimerkiksi erilaisia tuotannon prosesseja.

WST-Platform voidaan integroida passiivisten RFID-järjestelmien kanssa. Integroinnin avulla saadaan passiivisiin järjestelmiin muun muassa langattomuus ja pidemmät lukuetaisyydet. (Controlmatic Oy 2007; WST-10 2004,3)



KUVIO 7. WST-master.

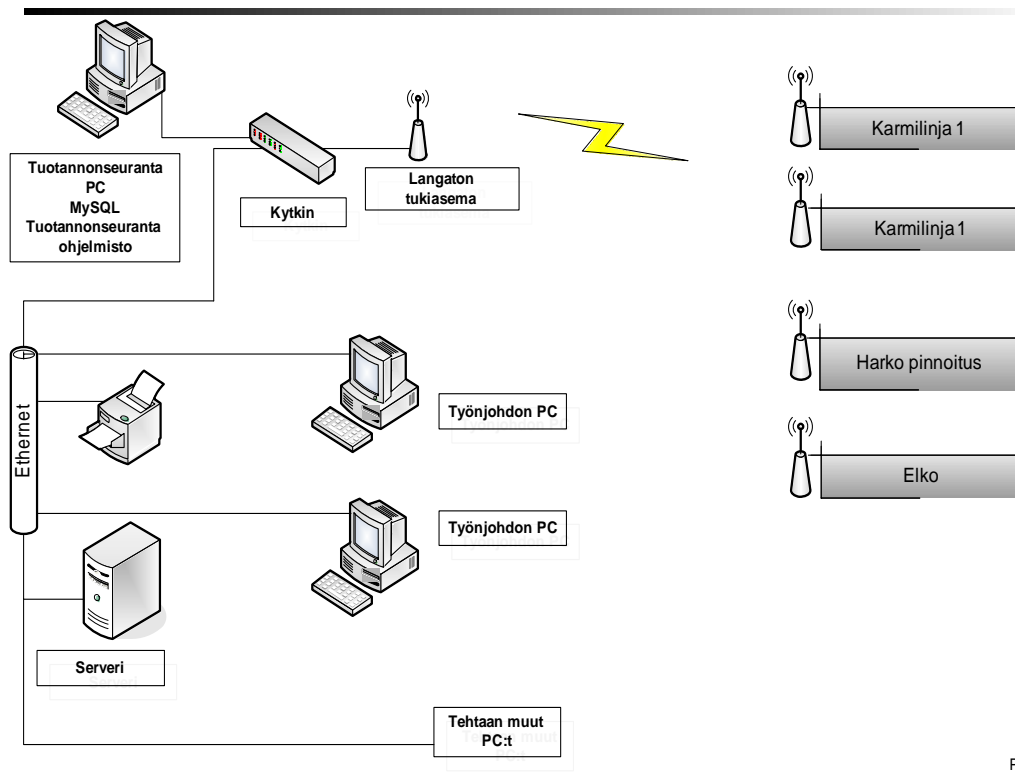


KUVIO 8. WST10-lähetin.

Testausta varten kytkettiin yksi kuvion 7 esittämä WST-master ja PC toisiinsa kytkimen kautta. Laitteiden sijoitus periaate on esitetty kuviossa 9 lisäksi yksi WST-10 lähetin (kuvio 8) kytkettiin karmilinjan ohjauskeskukseen. Testissä todettiin, että laitteet toimivat teollisuusympäristössä.

Laitteiston hyvän toiminnan perusteella tuotannonseurannan testijärjestelmän käyttöön valittiin WST-Platform. Yksinkertaisen liitettävyyden, pienen rakenteen ja WST-masterin suoran TCP/IP-liitännän takia järjestelmä vastaa esitutkimuksessa määriteltyjä arvoja. WST-Platformin monet rajapintamoduulit antavat myös hyvän laajennusmahdollisuuden, (esimerkiksi mobiili-laitteisiin). Lisäksi käytettyjen laitteiden automaattinen reititysominaisuus sopii hyvin tuotannonseurantaan.

Vest-Wood Suomi Oy Vääksyn tehdas Tuotannonseuranta



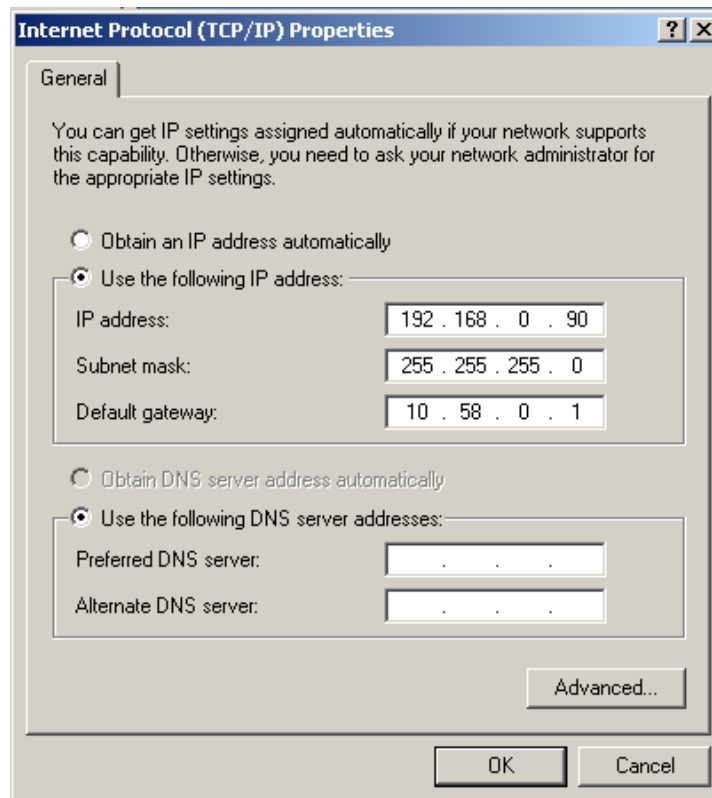
KUVIO 9. Tuotannonseuranta laitteiden sijoitus periaate.

5 TCP/IP- KOMMUNIKOINTI

Tuotannonseurannan PC:n ja WST-masterin välinen tietoliikenne toimii TCP/IP-protokollalla. TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) on usean tietoverkkoprotokollan yhdistelmä, jota käytetään Internet-liikennöinnissä. IP-protokolla on alemman tason protokolla, joka vastaa päätelaitteiden osoitteistamisesta ja pakettien reitittämisestä verkossa. Sen päällä on useita muita verkko- tai kuljetuskerroksen protokollia, joista TCP-protokolla on yleisin. Se vastaa kahden päätelaitteen välisestä tiedonsiirtoyhteydestä, pakettien järjestämisestä ja hukkuneiden pakettien uudelleenlähetyksestä.

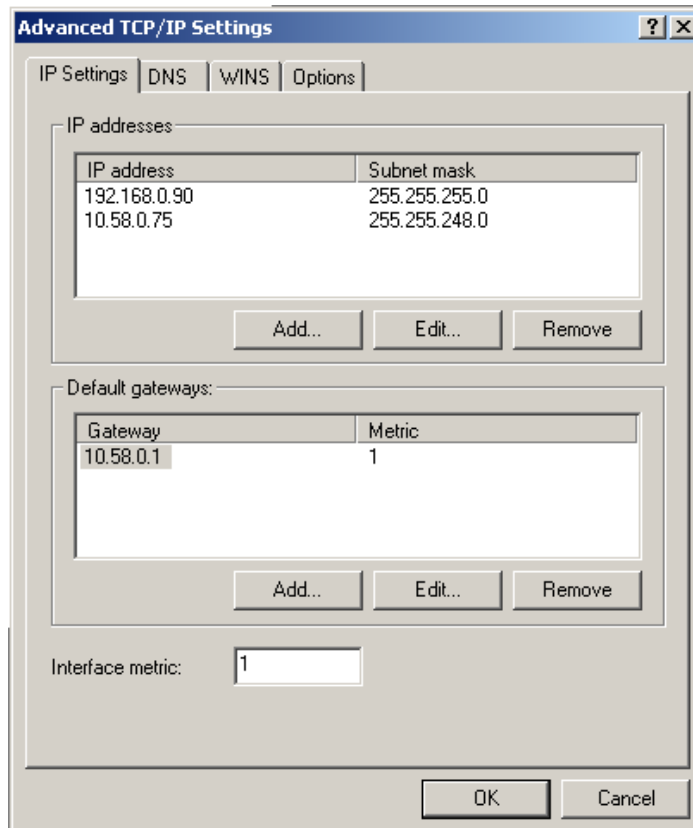
WST-master laitteeseen on toimittajalla asetettu valmiiksi käyttöön sopiva IP-osoite ja portti. Tuotannonseuranta varten on käytössä PC, jossa on käyttöjärjestelmänä Windows 2000. LAN-verkkoon lisättiin kytkin, jonka kautta PC, WST-master ja tehtaan nykyinen LAN-verkko liitettiin toisiinsa kuviossa 9 esitetyn kaavion mukaisesti.

Tuotannonseurannan PC:hen määriteltiin tarvittavat verkkoasetukset. Määritykset tehtiin LAN-verkko asetuksista. Ne on esitetty kuviossa 10. Asetuksissa asetetaan kiinteä IP-osoite. DNS-nimipalvelua ei tässä järjestelmässä tarvita. Tarvittavat osoitteet, aliverkon peite ja oletusreititys määräytyvät WST-masterin asetusten mukaan. Asetuksissa määriteltiin TCP/IP-protokollalle kiinteä IP osoite 192.168.0.120 ja aliverkon peite 255.255.255.0 (Subnet mask), joka kertoo koneelle, mitkä muut koneet (IP-osoitteet) ovat sen kanssa samassa verkossa. PC keskustelelee näiden koneiden kanssa suoraan etsimällä ne verkosta ns. ARP-kyselyillä. Lisäksi asetuksiin lisättiin oletus reititys 10.58.0.1. (Default Gateway), jonka kautta saadaan yhteys LAN-verkosta internettiin.



KUVIO 10. PC:n TCP/IP asetukset.

Verkoasetuksiin lisättiin tehtaan oman LAN-verkon kiinteä IP-osoite kuvion 11 mukaan, jotta tehtaan LAN-verkon kautta on mahdollista seurata tuotantotietoja kaikilta tehtaan PC-koneilta. Tehtaan Intranet palvelimella sijaitsevalla selainpohjaisella käyttöliittymällä on myös oltava yhteys tuotannonseurannan PC:ssä sijaitsevaan tietokantaan. Tehtaan LAN-verkon kiinteä IP-osoite määritettiin Vest-Wood Suomi Oy:n tietohallinnan henkilöiden työnä. Tietohallinta teki tehtaan LAN-verkkoon tarvittavat reititykset ja palvelimille tehtävät muutokset, kuten tuotannonseurannan tietokannan varmistus kerran vuorokaudessa.



KUVIO 11. PC:n TCP/IP asetukset tehtaan LAN verkon osoite.

Verkoasetusten toimivuus tarkastettiin konsolilta verkkokyselyillä kirjoittamalla komentorivikehoteeseen komento ping 192.168.0.123, joka on valmistajan asettama WST-masterin IP-Osoite. PC:n ja WST-masterin välistä verkon toimivuutta testattiin myös Ethereal-ohjelmalla. Ethereal-ohjelmalla seurattiin tuotannonseurannan PC:n ja WST-masterin välistä tietoliikennettä, jonka ohjelma tallentaa liikenteen raporttiin. Tuotannonseurannan toimivuuden takia, kiinnostava tietoliikenne on PC:n ja WST-masterin välillä. Kuviossa 12 on Ethereal-ohjelman ensimmäinen raportti tietoliikenteestä. Raportista voidaan lukea tapahtuman aika, viestin lähde, viestin kohde, käytetty protokolla sekä viestin määritelmä. Tehtaan oma LAN-verkko kytkettiin kytkimeen lopullisesti vasta Ethereal-ohjelmalla suoritettujen testauksen jälkeen.

(Untitled) - Ethereal

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Help

Filter: Expression... Clear Apply

No. -	Time	Source	Destination	Protocol	Info
35	4.608116	192.168.0.90	192.168.0.123	TCP	1039 > 10001 [ACK] Seq=0 Ack=40 win=16254 Len=0
36	4.713153	10.58.1.100	224.0.0.2	HSRP	Hello (state Active)
37	4.853850	HewlettP_96:19:54	HP	LLC	U.P. Func=TEST; SNAP, OUI 0x00805F (Unknown), PID (
38	5.076673	CompaqHp_1f:fc:7c	Broadcast	ARP	who has 10.58.0.12? Tell 10.58.2.22
39	6.069714	HewlettP_9f:32:b0	Broadcast	ARP	who has 10.58.0.40? Tell 10.58.0.11
40	6.576680	CompaqHp_1f:fc:7c	Broadcast	ARP	who has 10.58.0.12? Tell 10.58.2.22
41	6.663120	192.168.0.123	192.168.0.90	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
42	6.678075	192.168.0.123	192.168.0.90	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
43	6.678186	192.168.0.90	192.168.0.123	TCP	1039 > 10001 [ACK] Seq=0 Ack=50 win=16244 Len=0
44	7.398032	192.168.0.123	192.168.0.90	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
45	7.413033	192.168.0.123	192.168.0.90	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
46	7.413094	192.168.0.90	192.168.0.123	TCP	1039 > 10001 [ACK] Seq=0 Ack=60 win=16234 Len=0
47	7.743041	10.58.1.100	224.0.0.2	HSRP	Hello (state Active)
48	8.076690	CompaqHp_1f:fc:7c	Broadcast	ARP	who has 10.58.0.12? Tell 10.58.2.22
49	8.093044	192.168.0.123	192.168.0.90	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
50	8.108057	192.168.0.123	192.168.0.90	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
51	8.108123	192.168.0.90	192.168.0.123	TCP	1039 > 10001 [ACK] Seq=0 Ack=70 win=16224 Len=0
52	8.676590	HewlettP_f7:a9:75	Broadcast	ARP	who has 10.58.0.1? Tell 10.58.0.40
53	8.998156	192.168.0.123	192.168.0.90	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
54	9.013114	192.168.0.123	192.168.0.90	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
55	9.013173	192.168.0.90	192.168.0.123	TCP	1039 > 10001 [ACK] Seq=0 Ack=80 win=16214 Len=0
56	9.628084	192.168.0.123	192.168.0.90	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
57	9.643089	192.168.0.123	192.168.0.90	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
58	9.643196	192.168.0.90	192.168.0.123	TCP	1039 > 10001 [ACK] Seq=0 Ack=90 win=16204 Len=0
59	10.278090	192.168.0.123	192.168.0.90	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
60	10.293090	192.168.0.123	192.168.0.90	TCP	[TCP segment of a reassembled PDU]
61	10.293150	192.168.0.90	192.168.0.123	TCP	1039 > 10001 [ACK] Seq=0 Ack=100 win=16194 Len=0
62	10.712932	10.58.1.100	224.0.0.2	HSRP	Hello (state Active)

Frame 1 (60 bytes on wire, 60 bytes captured)

```

0000 ff ff ff ff ff ff 00 16 6f 26 1e 87 08 06 00 01 ..... o&.....
0010 08 00 06 04 00 01 00 16 6f 26 1e 87 0a 3a 02 47 ..... o&...:G
0020 00 00 00 00 00 00 0a 3a 00 01 00 00 00 00 00 00 ..... : .....
0030 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ..... ....

```

File: "C:\DOCUMENT~1\ADMINI~1\LOCALS~1\Temp\etherXXX9B2XPT" 5815 Bytes 00:00:10 | P: 62 D: 62 M: 0 Drops: 0

KUVIO 12. Tietoliikenneseurantaohjelman raportti.

6 TIETOKANTA

6.1 Yleistä MySQL-tietokannasta.

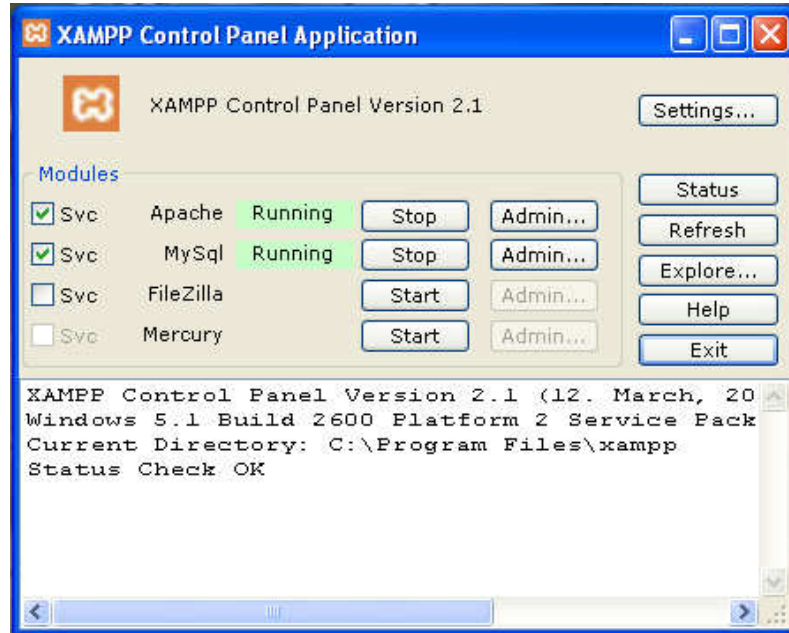
Tietokanta on tietotekniikassa käytetty termi tietovarastolle. Se on kokoelma tietoja, joilla on yhteys toisiinsa. Tietokanta saattaa edustaa jotain selvästi rajattua kohdetta reaali maailmasta. Tällainen kohde voi olla esimerkiksi yrityksen keräämät tiedot tuotannosta. Jotta tietokanta olisi toimiva, on sen osien välillä oltava looginen yhteys. Relaatiotietokannoissa tiedot esitetään tauluina, joita kutsutaan myös tauluiksi. (Lahtonen 2002, 4)

Tuotanto tietojen talletukseen valittiin MySQL-tietokanta. MySQL-tietokannan kehitys on jatkunut vuodesta 1995, ja nyt tietokanta on yleisessä käytössä. MySQL-tietokanta sopii hyvin käytettäväksi PHP:n kanssa, jolla käyttöliittymät ohjelmoidaan. MySQL yksittäin asennettaessa tulisi käyttää binääripakettia `mysql-nt`, joka on optimoitu Windows 2000 käyttöjärjestelmälle. MySQL-palvelin prosessia ohjataan yhdellä ohjelmalla, joka sijaitsee `INSTALL-DIR/bin` hakemistossa. MySQL:n määrittäminen palveluksi tehdään komentorivikehoitteella `C:\> INSTALL-DIR/bin/mysql-nt -install`. (Gilmore 2005, 529; Kolehmainen 2006, 281)

6.2 Xampp-testialusta.

Tässä työssä käytettyyn PC:hen asennettiin Xampp-testialusta, joka sisältää Apache-palvelimen ja MySQL-tietokannan. Apache-palvelinta tarvitaan käyttöliittymän testaukseen. Xampp-testialustan asennus suoritettiin PHP5&MSQL ohjelmointi kirjan mukana seuranneesta CD-levykkeestä. Asennus opastetaan kirjan liitteessä sivulta 429:n alkaen. Asennuksen aikana valitaan Xamp Control Panel Application käynnistymään automaattisesti. Apache-palvelin ja MySQL valittiin myös käynnistymään automaattisesti ja näin menetellen palvelujen käynnistyminen määräytyy valmiiksi asennuksen yhteydessä.

Asennuksen jälkeen avautuu Xampp Control Panel Application, joka on esitetty kuviossa 13. Ohjauspaneelilla voidaan määrittellä testialustaan liittyvien ohjelmien asetuksia.



KUVIO 13. Xampp-testialustan ohjauspaneeli.

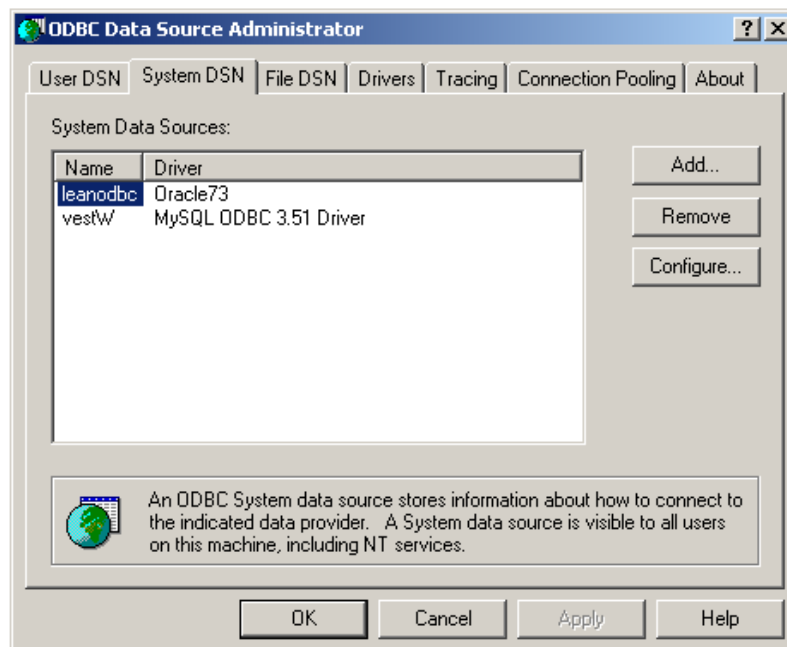
Xampp-ohjauspaneelistä voidaan tarkistaa, mitkä palvelut ovat käynnistyneet. Kuviossa 6 nähdään, että Apache ja MySQL ovat käynnissä ("Running"). Ohjauspaneelilla voidaan myös helposti pysäyttää tai käynnistää palvelu, kuten esimerkiksi MySQL. Ohjauspaneelin käyttö helpottaa ja nopeuttaa palvelujen pysäyttämistä ja uudelleen käynnistämistä ohjelmien ohjelmointi- ja testausvaiheessa.

6.3 Tietolähteen rekisteröinti.

Koska tuotannonseurannan ohjelmisto käyttää ODBC-rajapintaa (Open DataBase Connection), asennettiin PC:hen myös MySQL:n ODBC-ajuri. Ennen tietokantasovelluksen käyttöä tietolähteelle täytyy antaa nimi, jota käytetään tietokantakyselyissä. Nimi lisättiin ODBC-ajurilla käsiteltävänä MySQL-tietokantana. Rekisteröinti tehdään PC:n hallintaasetuksista määrittelemällä järjestelmän ODBC-tietolähde tuotannonseurannalle.

Kuten kuvioista 14 näkyy, ODBC:n dialogi sisältää useita vaihtoehtoja. DSN tulee sanoista Data Source Name, tietolähteen nimi. Tietolähteen nimi voidaan antaa käyttäjälle, UserDSN tai järjestelmälle, SystemDSN.

Jos tietolähteen nimi annetaan käyttäjälle UserDNS, tietolähteen nimi tulee vain sillä hetkellä koneen käyttäjäksi kirjautuneen käyttäjän käyttöön. Tässä tapauksessa tietolähteen nimeä käyttävät kaikki käyttäjät, joten tietolähteen nimi lisättiin System DSN:n alle. Uusi tietolähteen nimi lisättynä on esitetty kuviossa 14. Tämä uusi tietolähde on nimetty vestW (Gregory 1999, 533.)



KUVIO 14. ODBC-tietolähteen hallinta.

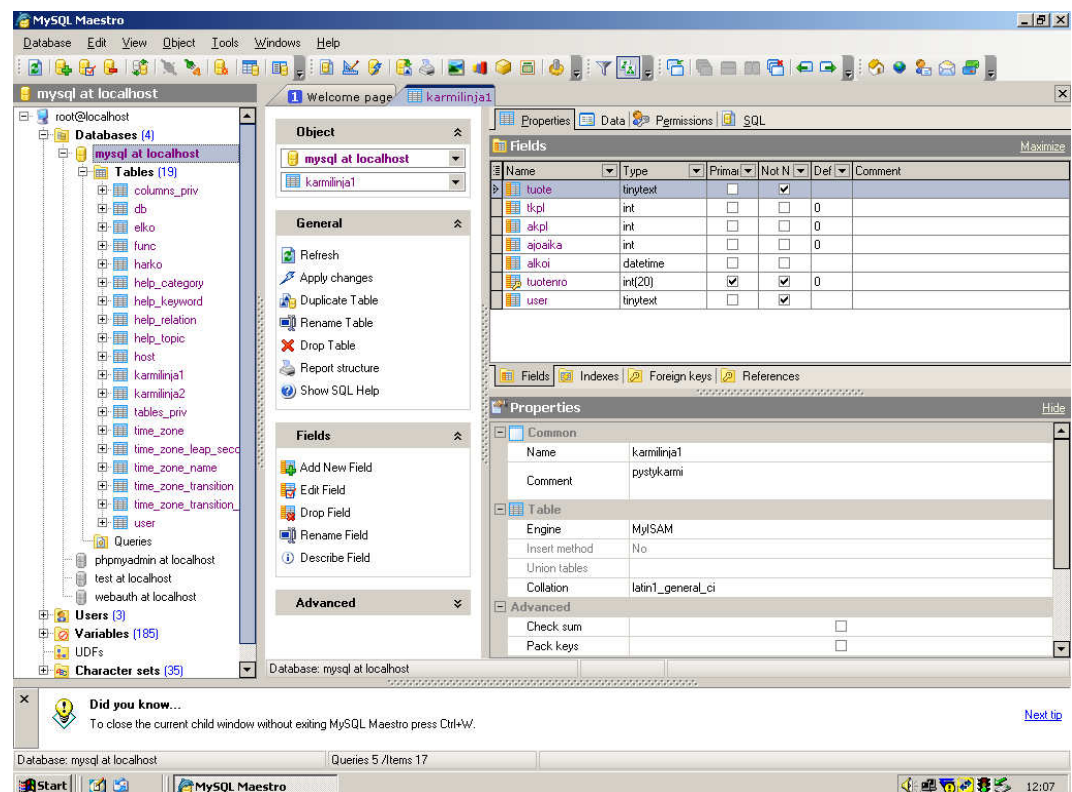
6.4 MySQL tietokanta.

MySQL-tietokantojen hallintaan on useita eri mahdollisuuksia. Yksinkertaisinta on tehdä se mysql:n komentotulkin kautta. Komentotulkin kautta suoraan suoritettavilla SQL-komennoilla voidaan luoda tietokantatauluja, muuttaa tai poistaa niitä. Komentotulkin kautta voidaan seurata ja muuttaa myös taulujen sisältöä tai ominaisuuksia sekä hallita tietokannan käyttäjiä.

Eri hallintotehtävät on hyvä suorittaa komentotulkin kautta. Silti useimmiten MySQL:n parissa työskennellään graafisilla käyttöliittymillä. (Gilmore 2005, 544.)

Internetistä voidaan ladata tietokannan graafisia hallintaohjelmia, ja eräs niistä on HeidiSQL ohjelma, joka on graafiselta käyttöliittymältään selkeä ja helppokäyttöinen. Myös selainpohjaisia hallintaohjelmia on runsaasti tarjolla ja niistä paljon käytetty on PHP-admin. Kyseinen ohjelma on ladattavissa useammalta internet sivustolta, mutta hallintaohjelma saadaan myös Xampp-testialustan asennuksen yhteydessä. PHP-admin ohjelma on avattavissa selaimen Xampp-testialustan hakemisesta.

Tässä työssä käytettiin MySQL-tietokannan määrittelyihin MySQL-Maestro-ohjelmaa. Ohjelmalla määriteltiin tietokanta, käyttäjät sekä linjojen tarvitsemat tietokantataulut. MySQL Maestro-ohjelman graafisella käyttöliittymällä, tietokannan, käyttäjien ja taulujen luonti on selkeää ja huomattavasti helpompaa kuin konsolilla. MySQL Maestron graafinen käyttöliittymä on esitetty kuviossa 15.



KUVIO 15. MySQL Maestro tietokantojen graafinen hallintaohjelma.

Jokainen tietokanta luodaan tiettyä tarkoitusta varten. Kun tietokannan tarkoitus tunnistetaan ja sen tehtävät määritellään, voidaan luoda oikeanlainen rakenne ja varmistetaan siitä, että siihen kerätään tehtävän määrittämiä tietoja.

Tässä työssä tietokannan päätarkoitus on kerätä tuotantolinjojen tuotettujen tuotteiden määrää ja ylläpitää tuotantolinjojen tuotantoaikoja. Tietokantatauluihin kerättävät tiedot määräytyivät esisuunnittelun yhteydessä määriteltyjen asiakastarpeiden mukaan. Tietokantatauluun tallennetaan lisäksi tuotantolinjojen tuotteiden tuotenumerot, tuotenimet, tilatut ja ajetut kappalemäärät, ajoaika, tuotannon aloitus hetki ja tuotantolinjan käyttäjän nimi.

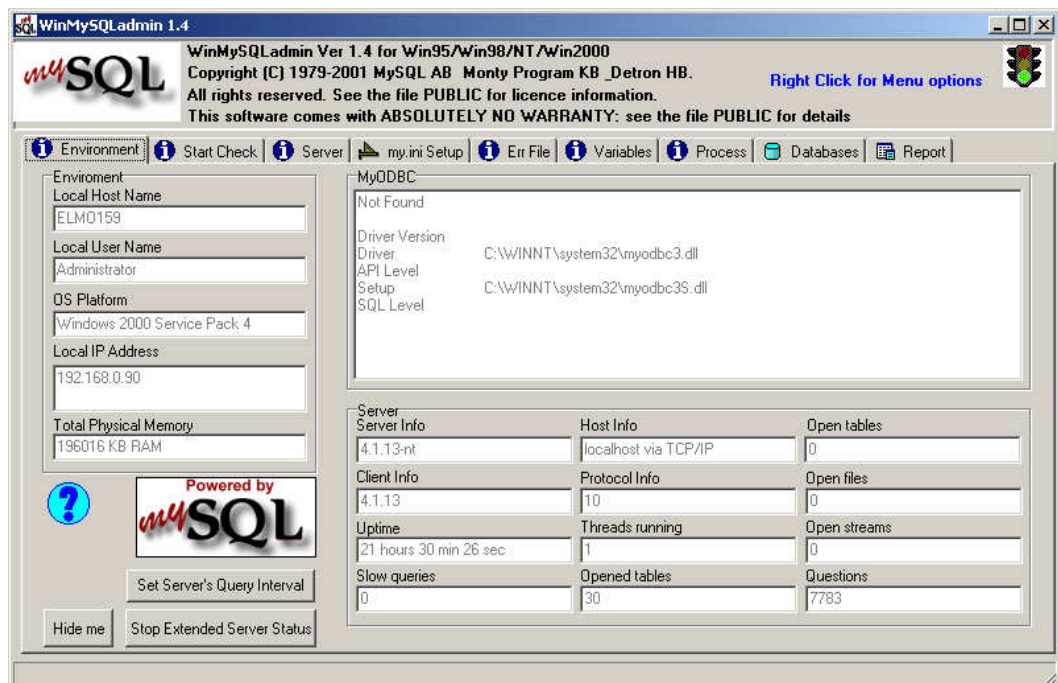
Tietokantataulujen nimeämisestä on olemassa erilaisia ohjeita. Hyvä nimi on muista poikkeava ja kuvaileva nimi, jonka kaikki organisaatiossa ymmärtävät. Tässä tapauksessa valitaan nimiä, jotka ovat niin kuvailevia, että ne eivät tarvitse lisäselvityksiä. Tämän mukaan tietokantataulut nimettiin suoraan tuotantolinjoista käytetyillä nimillä. Saunanovi-karmilinjasta saatiin siis karmilinjaniminen tietokantataulu. Samalla tavalla nimettiin muutkin tietokantataulut. Tuotannonseuranta mahdollisesti myöhemmin laajennettaessa, tämä taulujen nimeäminen toimii hyvin Vest-Wood Suomi Oy:llä. Kun taulujen nimeäminen ja tarvittavat kentät oli määritelty, luotiin tietokanta. (Hernandez 2000,61, 165.)

MySQL:n käyttäjiksi valittiin ”root” ja käyttäjäksi lisättiin myös ”ODBC”. ODBC määriteltiin käyttäjäksi ODBC-ajurin toimintaa varten. Käyttäjille voi asettaa myös salasanat, mutta tässä työssä ne jätettiin toistaiseksi määrittämättä työn testaluonteen takia. Laajemmassa työssä käyttäjille on syytä antaa salasanat virheellisten toimien tai väärinkäytösten estämiseksi.

Maestro ohjelmalla luotiin tietokantaan tuotantolinjoille omat tietokantataulut. Nämä luodut taulut nimettiin tietokantojen suunnitteluvaiheessa annettujen nimien mukaan. Taulut sisältävät kentät, tuotenumero, tuotteen nimi, tilattujen tuotteiden määrä, ajettujen tuotteiden määrä, aloitus ajankohta, tuotanto alkuajan ja tuotantolinjan hoitajan nimen. Lisäksi jokaiselle tuotantolinjalle luotiin tuotenimitaulut. Näihin tauluihin tallennetaan tuotantolinjalla tehtävien tuotteiden nimet.

Tuotantolinjoilla tuotetaan osia valmiiseen tuotteeseen eli oveen, joten tuotantolinjojen tuotenimet ovat tarkalleen ottaen valmiin tuotteen osien nimiä. Taulut on esitetty liitteessä 2. MySQL Maestrolla voidaan myös seurata tietokantatauluissa olevia tietoja tai muuttaa niitä.

Xampp-testialustassa olevalla WinMySQLAdmin 1.4 -paneelilla, tarkastettiin tietokannan toiminta. Paneeli on esitetty kuviossa 16, ja ohjauspaneelista nähdään tietokannan tietoja ja toimintoja. Ohjauspaneelilla voidaan esimerkiksi suorittaa tietokantapalvelun käynnistys tarkistus ja sillä voidaan tarkastella virhetilanteissa tiedoston kirjoitettavia virheilmoituksia.



KUVIO 16. Xampp-testialustan MySQL-ohjauspaneeli.

7 TIETOJEN LUKU JA TALLENNUS OHJELMA

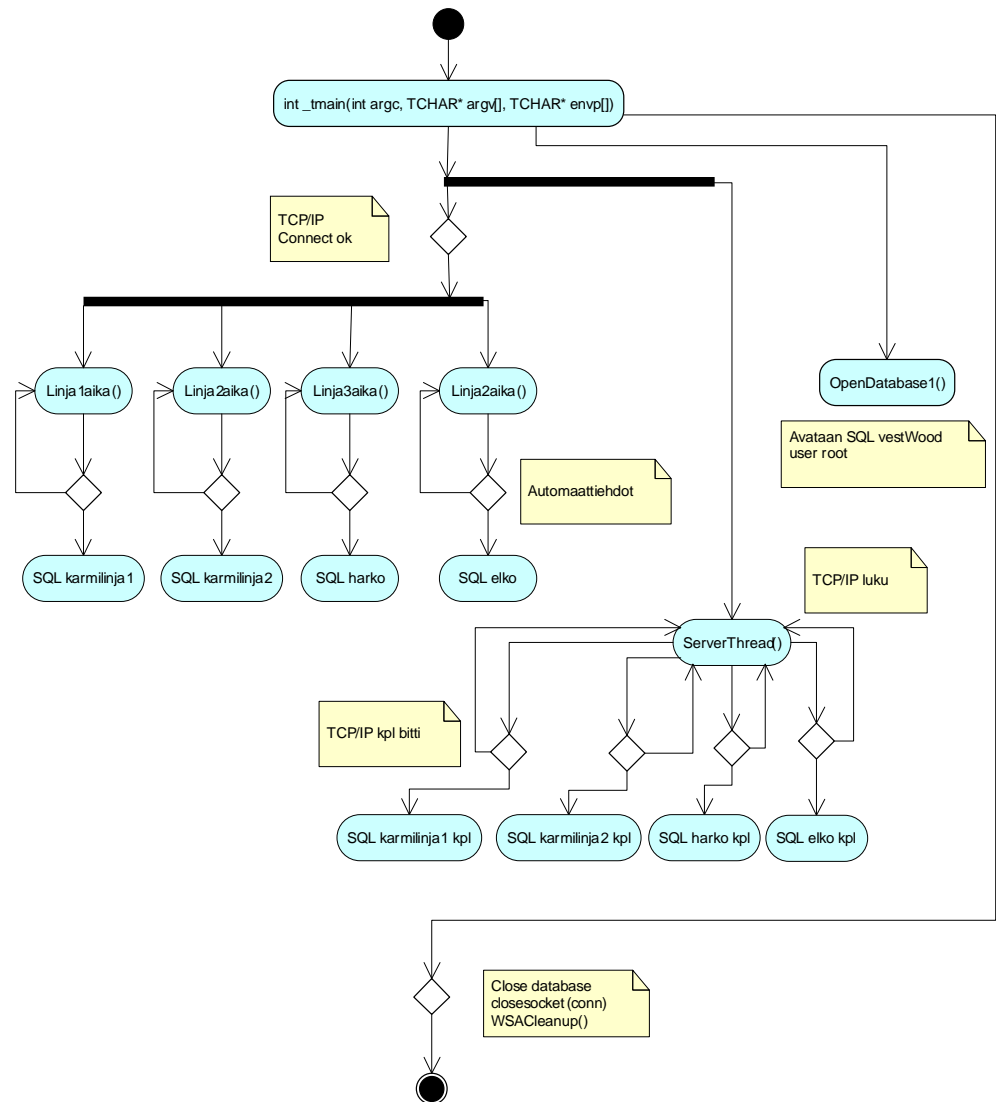
7.1 Lukuohjelman toiminta.

Tuotannon tiedot välitetään TCP/IP-protokollan mukaisesti kytkimen kautta PC:hen. Ensimmäiseksi määriteltiin lukuohjelman tarvitsemat toiminnot, kuinka ohjelma lukee sanomia ja tallentaa tiedot MySQL-tietokantatauluihin. Lukuohjelmasta laadittiin aktiviteetti kaavio kuviossa 17, jolla ohjelman kulku suunniteltiin. Lukuohjelma on nimetty SStepClient:ksi. Koska luettavia sanomia saapuu tuotantolinjoista jatkuvasti ja osa sanomien sisältämistä tiedoista pitää tallentaa heti tietokantatauluihin, ohjelma jaetaan eri toimintoja palveleviksi säikeiksi.

Säie on prosessin osa, jolle jaetaan oma aikaresurssi mutta jolla on muut resurssit ja muisti yhteinen prosessin muiden osien kanssa. Prosessilla on aina vähintään yksi säie, mutta käyttöjärjestelmästä riippuen prosessilla voi olla myös useampia säikeitä.

Prosessin säikeiden välillä kommunikointi on yksinkertaisempaa kuin prosessien välillä, mutta tällöin täytyy huolehtia yhteisten resurssien käytön suojauksista synkronointiobjektien avulla. Säie suoritetaan sitä varten toteutetussa funktiossa (säiefunktio), jonka osoite välitetään MFC-luokkiin kuuluvalla `AfxBeginThread`-kutsun parametsina. Säikeen lopetus tapahtuu, joko palaamalla tästä funktiosta tai kutsumalla `AfxEndThread` -funktiota. Säikeen luonut säie voi myös jäädä odottelemaan luomansa säikeen loppumista kutsumalla `WaitForSingleObject`- tai `WaitForMultipleObject`-kutsuja. (MSDN 2007.)

Vest-Wood Suomi Oy tuotannonseuranta



KUVIO 17. Ohjelman aktiviteettikaavio

Lukuohjelmaa käynnistettäessä suoritetaan ohjelman alustukset ja ennen säikeiden käynnistämistä, kuvio 17:n aktiviteettikaavion mukaan, avataan MySQL-tietokantayhteys.

Yhteyden avaamisen epäonnistumisesta annetaan virheilmoitus. Ohjelman tärkein säie on nimetty ServerThread:ksi. Säikeen tarkoituksena on ohjelman käynnistyttyään jälkeen lukea TCP/IP sanomia ”ikuisessa” silmukassa. Muut ohjelman säikeet käynnistyvät vasta, kun ensimmäinen sanoma on luettu ServerThread-säikeessä. Näin menettelemällä saadaan varmistettua muille säikeille välitettävien tietojen paikkansapitävyys. Muut kuin ServerThread säikeet on nimetty tuotantolinjojen nimiin viittaaviksi. Näiden säikeiden tehtävänä on laskea tuotantolinjojen käyntiaikaa. Säikeiden käynnistettyä ne jäävät odottamaan ServerThread-säikeen välittämää tuotantolinjojen automaattitilatieta. Tilatiedon ollessa tosi kyseisen tuotantolinjan säie laskee ja tallentaa tuotantolinjan automaattilla ajo aikaa MySQL- tietokantatietokantaan valitun linjan ja tuotteen mukaan. Tuotantolinjakohtaisten säikeiden perusteluna on tuotantolinjoilla tuotettavien tuotteiden ja tuotantolinjojen toiminnallinen erilaisuus. Näistä syistä säikeissä on hieman toisistaan poikkeavan käyntiaikalaskenta. Laajemmassa tai tuotteistetussa järjestelmässä nämä eroavaisuudet voidaan järjestää niin, että säikeet ovat samanlaisia ja tarvittavat muutokset tuotantolinjojen kesken annetaan syötteenä säikeiden muuttujille.

WST-masterin ja tuotannon lukuohjelma käyttävät yhteydellistä liikenneprotokollaa TCP/IP:tä. Käyttämällä TCP/IP:tä varmistetaan WST-masterin lähettämien pakettien perilletulo. Koska käytämme TCP/IP-protokollaa, WST-masterin IP-osoite ja portin numero pitää kertoa ohjelmalle. Osoite ja portin numero ilmaisevat, mille ohjelmalle pyyntö on tarkoitettu.

Ohjelmassa käytetään TCP/IP lukemiseen Windows socket -liittymää. Rajapinta on TCP/IP-protokollaperheen mukaisen tiedonsiirron ohjelmointirajapinta. Socket-rajapintaa käytetään laajemminkin tiedonsiirron ohjelmointirajapintana. C/C++ -kielisessä socket-ohjelmoinnissa tarvitaan rajapinnan toteuttavia kirjastoja ja rajapinnan esitteleviä otsikkotiedostoja (Header Files). Winsock-määrittäjä kuvaa liittymää DLL-kirjastoon, jonka nimi yleensä on WINSOCK.DLL tai WSOCK32.DLL. (Gregory 1999, 428)

Tässä työssä käytettiin tuotannon seurannan lukuohjelman ohjelmoinnissa Microsoft Visual Studio 2005 Professional Edit:ia. Tietojen luku- ja tallennusohjelma tehtiin win32 konsoliohjelmanä, ja ohjelma suoritetaan käyttöliittymän taustalla erillisenä ohjelmana. Tällä varmistetaan tietojen lukeminen ja tallentaminen, vaikka tuotannonseurannan käyttöliittymä sammutettaisiin.

7.2 Funktioiden toiminta ohjelmassa.

ServerThread luku funktiossa luodaan socket-yhteys WCT-masteriin, jonka IP-osoite on 192.168.0.123 ja portti 10001. WST-masterin IP-osoite ja portti ovat valmiiksi asetettu toimittajan toimesta. Socket-yhteyden luomisen jälkeen funktiossa vastaanotetaan WST-masterin lähettämiä sanomia.



KUVIO 18. IP-paketin sisältö.

Sanomien kulku on seuraava: WST10-lähettimet lähettävät tiedot WST-masterille aina, kun niiden I/O-tiloissa tapahtuu muutoksia. Tällä menetelmällä WST10-lähettimien, eikä WST-masterin välinen sanomaliikenne kasva liian suureksi.

WST-master lähettää sanomia eteenpäin aina saatuaan sanoman joltakin WST10-lähettimeltä. WST-master lähettää TCP/IP-paketin, jonka sisältö on kuvattu kuviossa 18. Paketin alussa on IP-otsikkoalue ja otsikkoalueella ovat muun muassa paketin lähettäjän ja kohteen osoitteet. TCP-kehysten tiedot ovat IP:n sisällä, ja ne huolehtivat viestien kuljetuksesta. Tuotannonseurannan tarvitsemat tiedot ovat TCP-kehysten sisällä olevat WST-masterin lähettämät tiedot (data).

WST-masterin lähettämien sanomien tiedot ovat muotoa @aa:2+0="FFFF". Sanoman sisällöstä "aa" antaa verkkon numeron, ":2" on laitenumero, "+0" ilmoittaa onko kyseessä digitaalitulo, ja "FFFF" on bittikuvio 0-F. Kun kaikki bitit ovat "FFF", tarkoittaa se, että mikään digitaalitulo ei ole lähettävästä laitteesta aktiivinen.

Vastaanotetut sanomat luetaan lukusäikeessä. Sanomasta puretaan tarvittavat tiedot ja tallennetaan niille varatuille muuttujille. Sanomasta saadaan verkon numero, lähettävän WST10 laitteen numero ja lähettävän laitteen I/O-tilat. Sanomista saatujen I/O-tulojen perusteella tallennetaan kappaletiedot MySQL-tietokantatauluihin ServerThread-funktiossa. Tiedon talletuksen periaate on esitetty kuviossa 19. Tallettavasta tiedosta ja SQL-käskystä muodostetaan merkkijono, joka sijoitetaan strSQL muuttujaan (rivi 2). Rivillä 5 avataan tietokanta. Ohjelman säikeissä käytetään tiedon tallennukseen ExecuteSQL-funktiota (rivi 6). Tietokannan avaus ja siihen kirjoitus tehdään TRY – CATCH-operaatiolla (rivit 3 – 12). Rivillä 10 mahdollinen virhe sijoitetaan virhetiedostoon käyttämällä WriteLog-funktiota, joka on esitetty kuviossa 19.

```

1  {
2  strSQL="UPDATE karmilinjal SET akpl = akpl + 1";
3  TRY
4  {
5  OpenDatabase1();
6  db->ExecuteSQL(strSQL);
7  }
8  CATCH_ALL(e)
9  {
10 WriteLog("Kirjoitus epäonnistui karmilinjal");
11 }
12 END_CATCH_ALL
13 }

```

KUVIO 19. Tiedon tallennuksen periaate MySQL-tietokantatauluun.

Automaattitieto välitetään lukusäikeen ServerThread-funktioista linjojen käyntiaikalaskenta säikeiden funktioille. (Gregory 1999, 632; Controlmatic Oy 2004, 22)

Tuotantolinjojen käyntiaikalaskentasäikeet käynnistyvät siis SeverThread funktion luettua ensimmäisen sanoman. Säikeiden käynnistymisen jälkeen odotetaan ServerThread-funktion välittämiä tuotantolinjojen automaattitietoja. Automaattitiedon saatuaan käyntiaika säikeissä lasketaan käyntiaikaa kumulatiivisesti ja tallennetaan kyseessä olevan tuotantolinjan MySQL-tietokantatauluun. Funktiossa toimii samalla periaatteella, kuin ServerThread funktiossa, tietokantatauluun tallennus. Luokohjelmaan lisättiin myös virhetilanteiden seuranta. Se ohjelmoitiin tekemällä virheidenkirjoitusfunktio. Ohjelmoitu funktio on esitetty kuviossa 20.

```

CString WriteLog(CString strLogLine) // Virhelog tiedoston
muodostus funktio
{
    FILE *ErrorFile;
    CTime ct;
    CString strFile, strNr;
    char strTmp[3];
    int iCurrDay=0;

    ct=CTime::GetCurrentTime();
    iCurrDay=ct.GetDay();

    strFile= LOGDIR;
    memset(strTmp, '\\0', sizeof(strTmp));
    itoa(iCurrDay, strTmp, 10);
    strFile=strFile+strTmp;
    if (iPrevDay!=iCurrDay)
    {
        ErrorFile=fopen(strFile, "w");
    }
    else
    {
        ErrorFile=fopen(strFile, "a+");
    }

    strLogLine=strLogLine+'\\n';
    fputs(strLogLine, ErrorFile);
    fclose(ErrorFile);
    iPrevDay=iCurrDay;
    return strFile;
}

```

KUVIO 20. Virhetiedoston muodostus ja kirjoitusfunktio.

Funktio tallentaa syntyneet virheet päiväkohtaisesti virhe log-tiedostoon. Funktiossa haetaan muuttujaan tämän hetkinen aika ja päivä, joiden mukaan muodostetaan joka päivälle oma tiedosto, jollei kyseessä olevalle päivälle ole jo muodostettu tiedostoa. Tallennettavia virhetilanteita ovat esimerkiksi tietokannan avausvirhe, tietokantaan talletusvirhe tai TCP/IP-socket:in avausvirhe.

8 TUOTANNONSEURANTA KÄYTTÖLIITTYMÄ

Käyttöliittymällä tarkoitetaan tapaa, jolla tietosisältö tai palvelu on ihmisen käytettävissä. Käyttöliittymän käytettävyydellä tarkoitetaan, miten helppo käyttäjän on päästä sisään palveluun ja miten helposti käyttäjä oppii toistuvat toimenpiteet. Tuotannonseurannan näytöt muodostavat oman käyttöliittymänsä ja näyttöjen sivunvaihtopainikkeet ovat osa tätä käyttöliittymää. Käyttöliittymän pitää muodostaa käyttäjälle kokonaiskuva, ja siksi sen ulkoasun pitää olla selkeä. Käytettävyyteen vaikuttaa suuresti se, miten helposti käyttäjä tunnistaa tuttuja asioita ja tietää, mitä ne merkitsevät. (Korpela, Linjama 2005, 354.)

Käyttöliittymään määriteltiin näytettävät tiedot esisuunnittelun mukaan, ja siitä laadittiin liitteen 1 mukaiset mallit. Käyttöliittymästä on pyritty tekemään selkeä ja johdonmukainen, ja sen etusivulla näytetään neljän testijärjestelmään valitun tuotantolinjan tiedot. Päänäytöllä on myös tarkoitus tehdä tuotantolinjan tuotteen vaihtamisen vaatimat operaatiot. Mallit tulostettiin, ja ne käytiin läpi pääasiallisten käyttäjien kanssa. Tarvittavat muutokset tehtiin malleihin, ja ne tarkistettiin uudelleen.

Käyttöliittymät päätettiin toteuttaa selainpohjaisina. Selainpohjaisena käyttöliittymä on koko henkilökunnan käytössä, eikä käyttöliittymästä tarvitse tehdä kopioita kaikille käyttäjille. Käyttöliittymien ohjelmointiin käytettiin Html-kit ohjelmaa. Ohjelmointikielenä PHP:tä. Ohjelmointikielen valintaan vaikutti kielen joustavuus ja lisääntyvä käyttö teollisuuden käyttöliittymissä. PHP (Hypertext Preprocessor) on ohjelmointikieli, jota käytetään erityisesti web-palvelinympäristöissä dynaamisten web-sivujen luonnissa. PHP-kielen historia alkoi jo vuodesta 1995. Siitä PHP on edennyt ja kehittynyt nykyiseen PHP5 versioon. Käytetyn PHP:n asetukset on esitetty kuviossa 21.



System	Windows NT LAAHA 5.1 build 2600
Build Date	May 12 2005 12:41:39
Configure Command	cscript /nologo configure.js "--enable-snapshot-build"
Server API	Apache 2.0 Handler
Virtual Directory Support	enabled
Configuration File (php.ini) Path	C:\Program Files\xampp\apache\bin\php.ini
PHP API	20031224
PHP Extension	20041030
Zend Extension	220040412
Debug Build	no
Thread Safety	enabled
IPv6 Support	enabled
Registered PHP Streams	php, file, http, ftp, compress.zlib, https, ftps
Registered Stream Socket Transports	tcp, udp, ssl, sslv3, sslv2, tls

KUVIO 21. PHP-asetukset

PHP5-versiossa on uusia ominaisuuksia, kuten kehittyneet oliopohjaiset ominaisuudet sekä merkkijonojen hallinta. Ohjelmointikielen lisäksi PHP on komentosarjakieli, jossa ohjelmakoodi tulkitaan vasta ohjelman suoritusvaiheessa. PHP:tä voidaan käyttää useilla eri alustoilla ja käyttöjärjestelmillä. Lisäksi PHP-ympäristössä on laaja luokkakirjasto, ja sillä tehty käyttöliittymä voitiin testattiin Apache-palvelimella. (Gilmore 2005, 1)

Käyttöliittymien ohjelmointi tehtiin luomalla ensin sivujen pohjat. Sivujen yläreunaan varataan staattinen otsikkoalue, joka toistuu samanlaisena joka sivulla. Sivujen toiminnallisuus sijoitettiin sivujen keskelle, ja etusivulle luotiin lomakkeilla tuotantolinjojen tiedot. Lomakkeiden kaikki tiedot haetaan ja tallennetaan MySQL-tietokantaan. Etusivulla olevien eri tuotantolinjojen toiminnot ovat yhtenevät, ja ne on pyritty tekemään käyttäjille helpoksi. Tuotteen nimi kirjoitetaan yksinkertaisesti syöttökenttään tai jos tuotetta on aiemmin ajettu, avataan alasvetovalikko ja valitaan valikon tuotteista haluttu tuote (liite 1). Seuraavaksi syötetään tilauksen suuruus.

Kun tiedot on annettu, painetaan hyväksy-painiketta, minkä jälkeen avautuu ponnahdus ikkuna, jossa kysytään muutoksen tekijän nimeä. Nimen syöttämisen jälkeen tuotteen vaihto hyväksytään painikkeella, ja tiedot tallennetaan MySQL-tietokantatauluun uudelle riville. Uudelle riville tallentuu samalla tuotannon aloitusajankohta. Nämä toiminnot ohjelmointiin PHP-kielillä käyttäen SQL-käskyjä.

Kuviossa 22 on esitetty malli, kuinka PHP:ssä muodostetaan tietokantayhteys ja kuinka haetaan esimerkiksi tuotenimet tietokantataulusta.

```

1  <?php /*Yhteyden muodostus tietokantaan.*/
2  @mysql_connect("192.168.0.120", "localhost", "root", "" )
3  or die("Tietokannan avaus epäonnistui");
4  ...
5  /* Tuotenimen haku */
6  $query = "SELECT tuoteid, name FROM tuotenimet ORDER BY nimi";
7  $result = mysql_query($query);
8
9  while (list($tuoteid, $nimi) = mysql_fetch_row($result)) {
10     echo "$nimi ($tuoteid) <br />";
11 }
12 ...
13 /* Lopuksi suljetaan tietokanta */
14 mysql_close();
15 ?>

```

KUVIO 22. Tietokantayhteyden avaus ja tiedon haku PHP:llä.

Rivillä 2 on esitetty, kuinka avataan tietokanta @mysql_connect ()-funktiolla.

Funktioa saa parametreikseen koneen IP-osoitteen, jossa tietokanta sijaitsee. Seuraavat parametrin ovat polku socketille, käyttäjänimi ja salasana. Tässä tapauksessa salasanaa ei ole. @-merkki funktion edessä vaimentaa mahdolliset virhesanommat, haluttu virhe tulostetaan die () kutsussa. Rivillä 6 suoritetaan tuotenimen haku taulusta, tuote id:tä käyttäen ja saadut nimet järjestetään nimen mukaan. Lopuksi rivillä 14 suljetaan tietokanta. (Gilmore 2005, 618.)

9 KÄYTTÖÖNOTTO JA TESTAUS

Tuotannonseurannan PC sijoitettiin tuotantolinjoihin nähden keskeiselle paikalle työnjohdon konttoritiloihin. Tuotannonseuranta varten asennettiin PC:hen aiemmin kuvattu lukuohjelma. Ohjelma määriteltiin käynnistyväksi automaattisesti Windowsin käynnistyessä. Samaan koneeseen oli jo aiemmin kuvatulla tavalla asennettu MySQL-tietokanta ja Apache-palvelin. Testausvaiheessa, käyttöliittymän web-sivut kopioitiin Apache-palvelimen hakemistoon. WST-masteri kytkettiin kytkimen kautta PC:hen. Kytkin yhdistettiin myös tehtaan LAN-verkkoon.

WST-10 lähettimet asennettiin tuotantolinjojen sähkökeskusten päällä oleviin muovikoteloihin, jotta lähetimien noin 82mm pitkät antennit saatiin metallisen sähkökeskuksen ulkopuolelle. Antenni on käytännössä lyhyt jäykkä johdonpätkä, eikä se näin ollen rikkoonnu pienestä taivuttelusta.

Lähetin on pieni kokoinen (35x45x10 mm), ja siten se on helppo sijoittaa pieneen muovikoteloon. WST-10 käyttöjännitteet ja digitaalitulot kytkettiin tuotantolinjojen ohjaus logiikoiden I/O kortteihin. WST-10 lähettimen digitaalituloilla on yhteinen maapotentiaali käyttöjännitteen kanssa. Looginen ykköstita saadaan 2,5...30VDC jännitteellä. WST-10 käyttöjännitteeksi käy 3,3 tai 5:stä aina 30VDC jännitteeseen. Tässä järjestelmässä on käyttöjännitteenä käytetty PLC:n 24 VDC jännitettä. Ennen lähetimien kytkentää linjojen ohjausjärjestelmien sähkökuviin piirrettiin WST10:n kytkemisen vaatimat muutoskuvat. Varsinaisen kytkentätyön suorittivat kunnossapidon henkilökunta. (WST-10 2004, 7, 10)

Testauksen aluksi otettiin käyttöön yhden linjan WST-10 lähettimen ja käynnistettiin SStepClient ohjelman tuotannonseurannan PC:llä. Laitteiden oikean toiminnan ja tiedon tallennuksen MySQL-tietokantaan varmistamisen jälkeen avattiin käyttöliittymä web-sivut Apache-palvelimelta. Web-sivujen avauduttua testattiin tietokantayhteydet kirjoittamalla ensimmäiset tiedot syöttökenttiin ja tallentamalla tiedot kantaan.

Tietokannan tiedot tarkistettiin työvuorottain oikeaksi vertaamalla niitä linjanhoitajan käsin kirjoittamaan raporttiin. Apuna tietokannan tietojen tarkistamisessa käytettiin aiemmin kuvattua MySQL-maestro-ohjelmaa.

Toiminnan oikeaksi varmistamisen jälkeen otettiin käyttöön samalla tavalla kolme muuta eri tuotantolinjoilla sijaitsevaa WST-10 lähetintä. Kun ohjelmistot ja kaikki laitteet ovat käytössä, seurataan niiden toimintaa ja tallennetun tiedon oikeellisuutta testijakson ajan. Tarkastukset suoritetaan vertaamalla tietojen oikeellisuutta käsin tehtyihin raportteihin. Testijakson ajan kerätään käyttäjäkokemuksia järjestelmästä ja käytettävyydestä. Tarvittavat muutokset kirjataan dokumenttiin. Saatu dokumentti tullaan tarkastamaan käyttötapausmenettelyllä ennen mahdollisten muutosten tekoa. Testijakson ja mahdollisten muutosten jälkeen siirretään käyttöliittymien ohjelmat tehtaan palvelinkoneelle, jolla tehdään Intranet lähiverkko palvelu toimii. Käyttöliittymien linkki lisätään Intranetin etusivulle. Näin menettelemällä tuotannonseuranta on Vest-Wood Oy:n henkilökunnan käytössä, ja linkki tuotannonseurantaan löytyy Intranetin etusivulta.

Järjestelmän tuotteistaminen Elmont Oy:n myyntituotteeksi riippuu testijärjestelmän käyttökokemuksista. Tämän hetken kokemusten mukaan järjestelmä tuotteistaminen on mahdollista. Verrattuna testijärjestelmään, tuotteistetussa järjestelmässä tulee huomioida ohjelmien soveltuvuus eri käyttöjärjestelmille. C++ kielellä toteutettu lukuohjelma on tässä työssä toteutettu Windows-käyttöjärjestelmälle. Saman ohjelman siirtäminen Unix/Linux käyttöjärjestelmään voitaisiin toteuttaa C-kääntäjän ehdollista toimintaa hyväksi käyttäen. Selvimmät erot käyttöjärjestelmän vaihtamisesta syntyvät socket-rajapinnasta ja säikeiden käsittelyssä. Järjestelmää kehitettäessä lukuohjelma kannattaa muuttaa siten, että ohjelmassa huomioidaan seurattavien tuotantolinjojen tai koneiden lukumäärä. Ohjelmalle annetaan syötteillä parametrit seurattavien tuotantokohteiden lukumäärästä. Tämän tiedon pohjalta ohjelma käyttää tarvittavan määrän lukusäikeitä ja muodostaa tarvittavat tietokantataulut. Samoin muitakin järjestelmän tarvitsemia tietoja tulisi voida antaa syöteinä parametreihin, kuten esimerkiksi IP-osoite ja portin numero.

Tuotteistetun järjestelmän osana, lukuohjelmasta tulee tehdä asennuspaketti, joka asennuksen yhteydessä kysyy tarvittavat tuotantokohtaiset parametrit. Parametrien muuttaminen tulee olla mahdollista myös myöhemmin käyttämällä esimerkiksi käyttöoikeuksilla suojattua parametrien muutos-sivua.

Tietoturvan huomioimista tuotteistetusta järjestelmästä ei saa unohtaa. Käyttöliittymään tarvitaan käyttäjän sisäänkirjautuminen eritasoisilla käyttöoikeuksilla. Sisäänkirjautumisessa tulee huomioida mahdollisuus käyttää myös henkilökunnalla mahdollisesti olevia id-kortteja.

Käyttöliittymän tuotteistuksessa tulee harkita myös Ajax:in käyttämistä raportin muodostukseen ja taulukoiden lukemiseen. Ajax-tekniikalla minimoidaan tiedon siirtoa ja saada verkon käyttöastetta paremmaksi. Sillä vähennetään palvelimella käsiteltävän tiedon määrää. Palvelimelle lähetetään vain tarvittava tieto, eikä palvelimen tarvitse käsitellä kaikkia sivun tietoja ja lähettää kokonaista sivua takaisin käyttäjälle.

Ajaxilla yritetään saada www-sovellukselle parempi vasteaika, jossa se vastaa käyttäjän tapahtumiin. Näin menettelemällä saadaan LAN-verkon kuormitusta huomattavasti pienemmäksi ja raportin muodostaminen älykkäämmäksi. Esimerkiksi tuotteen valintaa tehdessä alkukirjaimen syöttämisen jälkeen alavetovalikossa olisivat tarjolla tuotenimet kyseisen alkukirjaimen mukaan. Käyttöliittymän siirtäminen mobiililaitteisiin on myös yksi lisäominaisuus, joka on mahdollista lisätä valmiiseen tuotteeseen. Se vaatii laitealustan huomioimisen ja mahdollisesti käyttöliittymän jakamisen useampaan käyttötarpeen mukaan ladattavaan osaan. (Peltomäki 2006, 297)

Käyttöliittymien muotoiluun ja ulkoasuun voi vaikuttaa tehokkaasti käyttämällä CSS-tyylitiedostoja. CSS-tyylitiedostoilla voidaan hallita web-sivujen tyylejä keskitetysti, ja tyylien muuttamiseen riittää tyylitiedoston muuttaminen tai vaihtaminen. CSS-tyylitiedostojen avulla WWW:n perusajatus, sisällön eriyttäminen esitystavasta, tulee mahdolliseksi. Eri asiakkaille toimitettavat käyttöliittymät voivat käyttää samaa ohjelmakoodia, vaikka ulkoasu muuttuisi toiseksi. Näin käyttöliittymien muotoilu eri asiakkaille tulee kustannustehokkaaksi. Käyttöliittymän sivujen ulkoasu kannattaa rakentaa yhden ja saman tyylitiedoston avulla (tai mahdollisesti muuttamien hyvin valittujen tyylitiedostojen, jos osa sivuista sisältää erilaisen esitystavan vaativaa materiaalia). (Nielsen 2000, 77)

WST-Platform järjestelmää käytettäessä on tuotannonseurantaan mahdollista liittää myös tuotantolinjojen ohjaustietoja. Esimerkkinä voi olla lämmityksien ohjaus hallittuna aikana ennen työvuoron alkua. Testijärjestelmässä ei myöskään käytetty mahdollisuutta analogiamittauksiin. Analogiamittauksilla on mahdollista seurata esimerkiksi lämpötiloja ja koneiden ajonopeuksia. Käyttäen tarkempia mittauksia järjestelmään voidaan lisätä laadunvarmistusta.

Tuotteistettu järjestelmä voi koostua ohjelma moduuleista, joita yhdistetään erilaisten asiakas vaatimusten mukaan. Näin ohjelman kehitys helpottuu. Ohjelmaan voidaan kehittää eri vaatimuksia täyttäviä moduuleja, tai jo olemassa olevat voidaan korvata uudemmilla kehitysversioilla.

11 YHTEENVETO

Esisuunnittelu ja määrittelyt saatiin määritellyksi kohtuullisen tarkasti ennen ohjelmointi vaiheen alkamista. Tuotannonseuranta toteutettiin testitarkoitukseen rakennetussa järjestelmässä melko suppeana, joten esisuunnittelun ja määrittelyjen osuus koko työstä ei ollut kovin suuri. Myös järjestelmän rajaaminen vain neljään kohteeseen helpotti määrittelyjä, samoin järjestelmän rajaaminen vain tuotannon työnjohdon ja tuotannon suunnittelun käyttöön. Mahdollinen tuotannon tiedonkeruun laajentaminen vaatii tarkemman esisuunnittelun ja vaatimusten määrittelyn. Esisuunnittelussa tulee silloin huomioida laajemmin esimerkiksi huollon tarvitsemat tiedot. Käyttöliittymän raportointiosuuden muuttaminen monipuolisemmaksi vaatii myös tarkemmat määrittelyt, kuten millaisia raportteja halutaan lisää ja kuinka ne muodostetaan.

Työn tarkoituksena oli selvittää, millä tekniikalla langaton tuotannonseuranta saadaan toteutettua vaativassa teollisuusympäristössä. Valitulla RFID-tekniikkaan perustuvalla WST-Platform järjestelmällä langaton tuotannonseuranta toteutui hyvin. Tuotannossa olevien suuritaajuisten puristimien ei todettu haittaavan järjestelmän toimintaa, eivätkä muutkaan tuotantolaitteiden sähkökomponentit haitanneet tiedonvälitystä. WST10-lähettimien asennus ja sijoittaminen tuotantolinjojen sähkökeskusten päälle onnistuivat hyvin, eikä liittäminen linjojen ohjaus logiikoihin vaatinut merkittäviä asennustöitä. Kahteen tuotantolinjan PLC-ohjelmaan lisättiin digitaalilähtö WST10-lähetintä varten, jotta tuotantotiedot ja muut tilatiedot saatiin tuotantolinjoista oikeana. Järjestelmän muiden laitteiden asennus onnistui suunnitelman mukaisesti. Ohjelmointityö vaati hieman enemmän työtä ja testaamista. Tiedonlukuohjelman lopputulos onnistui kuitenkin halutulla tavalla, ja käyttöliittymän ohjelmointi PHP:llä valmistui suunnitelman mukaan.

Testijärjestelmän käyttökokemuksien myötä päätetään laajennetaanko tuotannonseuranta Vest-Wood Suomi Oy:llä ja mitä muutoksia mahdollisesti tarvitaan testijärjestelmään verrattuna.

Tietokantana testijärjestelmässä on MySQL. Tietokanta täytti testijärjestelmän tarpeet hyvin. Tulevaisuudessa järjestelmässä pitää huomioida erilaiset tietokannat ja tietokantojen mahdollinen sijaitseminen erillisellä palvelimella. Tietokannan suunnitteluun ja määrittelyyn on syytä paneutua tarkemmin.

Tulevaisuudessa järjestelmän toimintaa voi laajentaa käytettäväksi esimerkiksi mobiililaitteissa. Lisäksi WST-Platformin kaksisuuntaista tiedonsiirtoa hyödyntämällä voidaan tuotantolinjoja myös ohjata tiedonkeruu järjestelmästä.

LÄHTEET

- Cisco Press. 2002. Ciscon verkkoakatemia 2-vuosi. Helsinki: Edita Publishing Oy.
- Controlmatic Oy. 2004. WST-10 tekniset tiedot ja kytkentäohje. Joensuu.
- Controlmatic Oy. 2004. WST-platform. Joensuu.
- Gilmore, W. J. 2005. PHP5 & MySQL. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Granlund, K. 2001. Langaton tiedonsiirto. Jyväskylä: Docendo Finland Oy.
- Gregory, K. 1999. Visual C++ 6 tehokäyttäjän opas. Helsinki: Suomen Atk-Kustannus Oy.
- Haikala, M. 2000. Tietokannat - suunnittelu ja toteutus. Jyväskylä: Oy Edita Ab IT Press, Gummerus Kirjapaino Oy.
- Hernandez, M. 2000. Tietokannat - suunnittelu ja toteutus. Jyväskylä: Oy Edita Ab IT Press, Gummerus Kirjapaino Oy.
- Kolehmainen, K. 2006. PHP & MySQL. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Korpela, Linjama. 2005. Web-suunnittelu. Jyväskylä: Docendo Finland Oy.
- Lahtonen, T. 2002. SQL. Jyväskylä: Docendo Finland Oy.
- Nielsen, J. 2000. WWW suunnittelu. Jyväskylä: Edita.
- Peltomäki, J, Nykänen, O. 2000. Web-Selainohjelmointi. Jyväskylä: Werner Söderström Osakeyhtiö.
- Elmont Oy. 2006. Elmont Oy [verkkojulkaisu]. [viitattu 18.12.2006] Saatavissa: <http://www.elmont.fi>.

Ficora. 2006. Määräys luvasta vapaiden radiolähettimien yhteistaajuuksista ja käytöstä. [verkkojulkaisu]. [viitattu 18.12.2006] Saatavissa: <http://www.ficora.fi/>.

MSDN. 2007. MSDN Library [verkkojulkaisu]. [viitattu 12.01.2007] Saatavissa: <http://msdn2.microsoft.com/enus/library/>.

Rantanen, H. 2001. Suorituskyvyn osa-alueiden mittaaminen pkt-yrityksissä [verkkojulkaisu]. [viitattu 20.02.2007] Saatavissa: http://www.lut.fi/tuta/lahti/julkaisut/tutkimusraportti3_01.pdf.

Phoenix Contact. 2007. Wireless Data Products [verkkojulkaisu]. [viitattu 20.01.2007] Saatavissa: <http://www.phoenixcon.com>.

Vest-Wood Suomi Oy. 2006. Vest-Wood Suomi OY [verkkojulkaisu]. [viitattu 08.12.2006] Saatavissa: <http://www.vest-woodsuomi.fi/index/aboutus.htm>.

LIITE 1 KÄYTTÖLIITTYMÄN SUUNNITTELU MALLIT

Vest-Wood Suomi OY

Tammikuu 16 08:00

VEST-WOOD Tuotannonseuranta

Karmilinja

Tuotteen nimi Tilattu Ajettu Pystykarmi Päätykarmi Jäljellä Nopeus Ajoaika Hyväksy

Tuote kpl kpl kpl kpl Kpl/h h

Harko

Tuotteen nimi Tilattu Ajettu Jäljellä Nopeus Ajoaika Hyväksy

Tuote kpl kpl kpl Kpl/h h

Elko tappikone

Tuotteen nimi Tilattu Ajettu Jäljellä Nopeus Ajoaika Hyväksy

Tuote kpl kpl kpl Kpl/h h

Poistu ohjelmasta Raportti Ohje Vuoro asetukset

Vest-Wood Suomi Oy · Postiosoite PL 300 · FIN - 17201 Vääksy · Puh. 0201 100 200 · Fax 0201 100 301

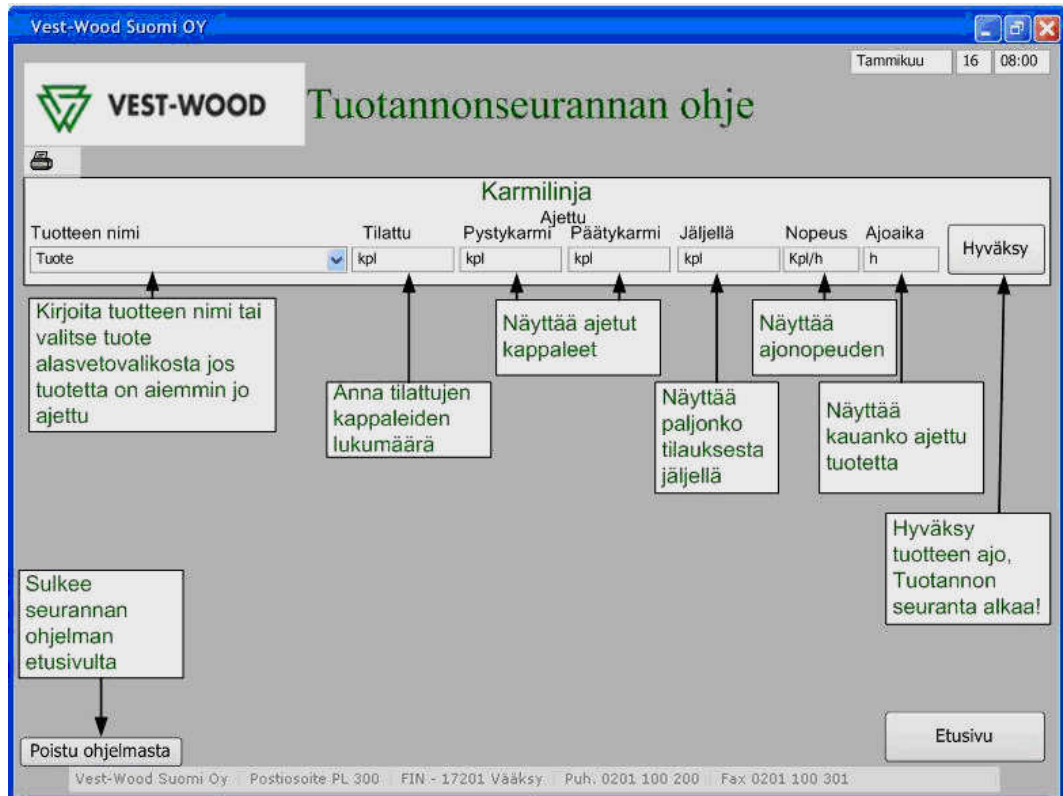
KUVIO 23. Tuotannonseuranta sivun suunnittelumalli.

Vest-Wood Suomi OY

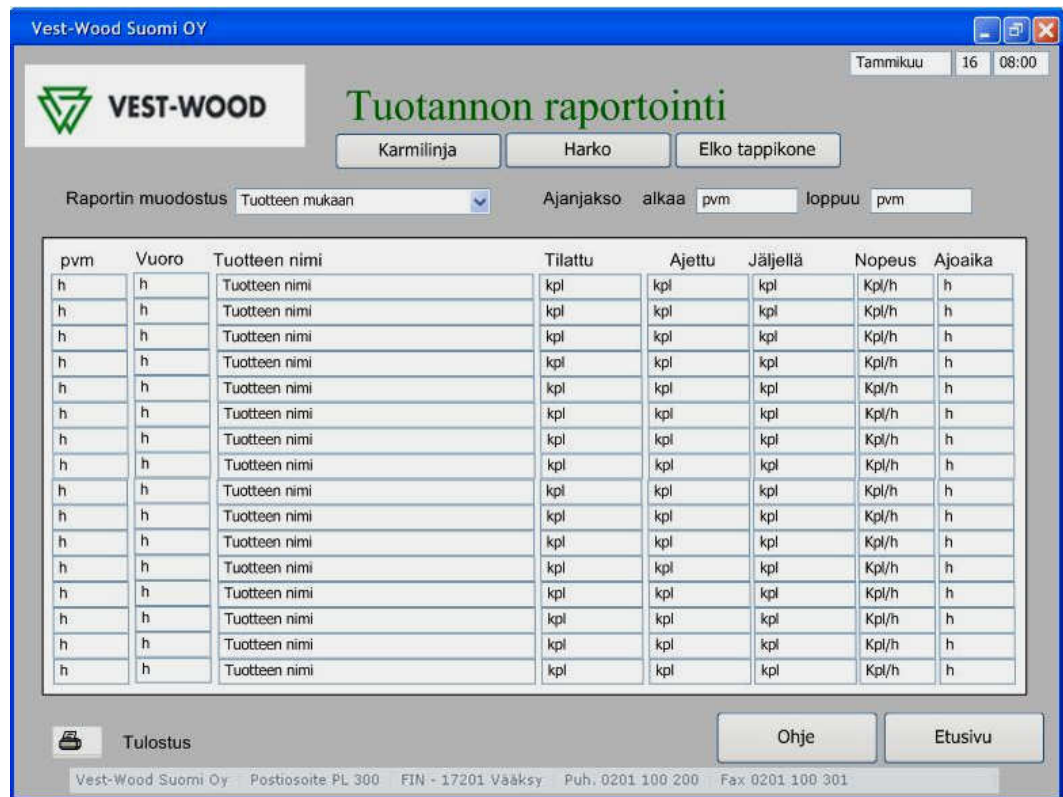
Anna nimi : nimi

PERUUTA HYVÄKSY

KUVIO 24. Tuotteen vaihdon hyväksyntä.















































KUVIO 25. Tuotannon seuranta ohjesivun suunnittelumalli.



KUVIO 26. Tuotannon raportointi sivun suunnittelu malli.

LIITE 2, MYSQL-TIETOKANTATAULUT

elko		elkotuote	
	tuotenro: int(20)		ID: int(20)
	tuote: tinytext		nimi: tinyint(40)
	tkpl: int		PRIMARY
	akpl: int		
	ajoaika: int		
	alkoi: datetime		
	user: tinytext		
	PRIMARY		
harko		harkotuote	
	tuotenro: int(20)		ID: int(20)
	tuote: tinytext		nimi: tinyint(40)
	tkpl: int		PRIMARY
	akpl: int		
	ajoaika: int		
	alkoi: datetime		
	user: tinytext		
	PRIMARY		
karmilinja1		karmituote1	
	tuotenro: int(20)		ID: int(20)
	tuote: tinytext		nimi: tinyint(40)
	tkpl: int		PRIMARY
	akpl: int		
	ajoaika: int		
	alkoi: datetime		
	user: tinytext		
	PRIMARY		
karmilinja2		karmituote2	
	tuotenro: int(20)		ID: int(20)
	tuote: tinytext		nimi: tinyint(40)
	tkpl: int		PRIMARY
	akpl: int		
	ajoaika: int		
	alkoi: datetime		
	user: tinytext		
	PRIMARY		

KUVIO 27. Tuotannon MySQL-tietokantataulut.