

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Tuotantotalous / Kansainvälinen logistiikka

Minna Kekäle

TUOTANNONOHJAUKSEN VIRTUAALINEN OPPIMISYMPÄRISTÖ

Opinnäytetyö 2010

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Cursor Oy:n toimeksiannosta osana Profimill Oy:n ja Kymenlaakson ammattikorkeakoulun yhteistyöprojektia, jonka tavoitteena oli Virtuaalitehdas-opetusluokan kehittäminen. Lämpimät kiitokset Profimill Oy:n Mikko Majalle ja Sampo Reivilälle mielenkiintoisesta yhteistyöstä sekä lehtori Juhani Heikkiselle hyvistä neuvoista ja ohjauksesta. Lisäksi haluan kiittää puolisoani Aaroa kaikesta rohkaisusta ja kannustuksesta tämän työrupeaman aikana.

Kotkassa 9.4.2010

Minna Kekäle

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Tuotantotalous

KEKÄLE, MINNA

Opinnäytetyö

Työn ohjaajat

Toimeksiantaja

Huhtikuu 2010

Avainsanat

Tuotannonohjauksen virtuaalinen oppimisympäristö

43 sivua + 5 liitesivua

lehtori Juhani Heikkinen (KyAMK)

toimitusjohtaja Mikko Maja (Profimill Oy)

Cursor Oy

MES-järjestelmät, virtualisointi, opetusesimerkki

Tässä insinööriyössä kuvataan talvella 2010 toteutettua projektia, jossa tavoitteena oli luoda Kymenlaakson ammattikorkeakoulun Virtuaalitehdas-opetusluokkaan virtuaalinen oppimisympäristö, jossa opiskelijat voivat harjoitella yrityksen toimitusketjun hallintaa ja siihen liittyvien tietojärjestelmien käyttöä opetusesimerkkien avulla. Projektin toteuttivat yhdessä kotkalainen tietotekniikkayritys Profimill Oy ja Kymenlaakson ammattikorkeakoulu.

Insinööriyön tehtävänantona oli kehittää oppimisympäristön tietosisältöä ja siihen soveltuvaa harjoitusmateriaalia annetun case-esimerkin pohjalta. Harjoitusmateriaali kattaa yrityksen koko toimitusketjun asiakastilauksesta toteutuneen tuotannon arviointiin ja sisältää runsaasti toisiinsa nivoutuvia tehtäviä asiasta. Materiaalin pääkohderyhmä olivat opiskelijat, mutta sen laadinnassa pyrittiin ottamaan huomioon myös soveltuvuus käyttökoulutusmateriaaliksi Profimill Oy:n asiakkaille.

Toimitusketjun hallinnan ohjelmistoina tässä oppimisympäristössä käytetään Microsoft Dynamics NAV -toiminnanohjausjärjestelmää ja siihen osittain XMLPorts-tekniikalla integroitua Profimill Oy:n kehittämää Mill Planner MES -ohjelmistoa, joka on tarkoitettu tuotannon suunnitteluun, ohjaukseen ja arviointiin. Ohjelmisto ja tietosisältö on asennettu virtuaalipalvelimille, jotka sijaitsevat opetusluokan tietokoneilla.

Oppimisympäristön suomenkielisen tietosisältö ja ensimmäinen case-harjoitus saatiin työn aikana valmiiksi. Koska opetusta on tarkoitus tarjota myös vaihto-opiskelijoille ja tuotannonohjauksen lisäksi muista teemoista, kehityskohteiksi jäivät englanninkielisen harjoitusympäristön toteuttaminen sekä lisäsovellusten kuten RFID-laitteiston hyödyntäminen.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Industrial Management

KEKÄLE, MINNA

Virtual Learning Environment for Production Planning
and Control

Bachelor's Thesis

43 pages + 5 pages of appendices

Supervisors

Juhani Heikkinen, Senior Lecturer

Mikko Maja, Managing Director (Profimill Oy)

Commissioned by

Cursor Oy

April 2010

Keywords

MES, virtualization, case example

The subject of this thesis is a development project done at Kymenlaakso University of Applied Sciences. The purpose of the project was to create a virtual learning environment where students could study production planning and control through a fictional case example. The technical solutions for the environment were provided by Profimill Oy.

The main task in the project was to produce suitable data content and training material for the virtual learning environment in both Finnish and English. The material consists of tasks covering the whole supply chain from sales orders to post-production evaluation. The target users for the material are students of the Kymenlaakso University of Applied Sciences and customers of Profimill.

The applications used in the environment were Microsoft Dynamics NAV for enterprise resource planning and Profimill's Mill Planner MES software for production planning, control and evaluation. The applications were partially integrated with XMLPorts technology. The applications and the supply chain data contents were installed in virtual servers running on the computers in the classroom.

The environment was installed successfully during the project and also tested with one group of students. The first version of the Finnish training material was completed. Further development will be done in the future concerning the English training material and additional applications, for example RFID solutions.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

LYHENTEET JA KÄSITTEET	7
1 JOHDANTO	8
1.1 Yhteistyön puitteet	8
1.2 Projektin tavoitteet	8
1.3 Tehtävänanto	9
2 TUOTANNON TOIMINNOT	10
2.1 Tuotannonohjaus	10
2.2 Tuotannosuunnittelu	11
2.3 Tuotannon arviointi	12
3 TUOTANNONOHJAUKSEN TIETOJÄRJESTELMÄT	14
3.1 Järjestelmien kehityksestä	14
3.2 MES- järjestelmät (Manufacturing Execution Systems)	15
4 VIRTUALISOINTI	17
4.1 Mitä virtualisointi on?	17
4.2 Virtuaaliratkaisujen hyödyt ja mahdolliset ongelmat	17
4.3 KyAMK:n oppimisympäristön virtualisointi	18
5 OPPIMISYMPÄRISTÖN KEHITTÄMISPROSESSI	20
5.1 Virtuaalitehdas-opetusluokka	20
5.2 Vaatimusten määrittely ja toteutustavan valinta	20
5.3 Koneen rakentaminen	22
5.4 Tietosisällön koostaminen	22
5.5 Asennusprosessi	24
5.6 Ensimmäinen opetuskäyttö	25

5.7 Ympäristön ylläpito ja päivittäminen	25
6 OPPIMISYMPÄRISTÖN OHJELMAT JA NIIDEN KÄYTTÖ	28
6.1 Microsoft Dynamics NAV –toiminnanohjausjärjestelmä	28
6.2 Mill Planner MES –ohjelmisto	28
6.3 Sovellusintegraatio	30
6.3.1 Integraation kuvaus	30
6.3.2 Integraatio KyAMK:n oppimisympäristössä	30
6.3.3 Ongelmia ja kehitystarpeita	32
7 OPPIMISYMPÄRISTÖN HARJOITUKSET	33
7.1 Harjoitusyritys	33
7.2 Harjoitusmateriaalin laadintaprosessi	34
7.3 Harjoituksen sisältö	35
7.4 Materiaalin soveltamis- ja muokkausmahdollisuuksia	37
7.5 Harjoituksen oppimistavoitteet ja kehittäminen	37
8 TULOKSET JA JATKOKEHITYS	39
8.1 Projektin tulokset	39
8.2 Ongelmia ja kehitystarpeita	40
8.3 Jatkokehitysmahdollisuuksia	40
LÄHTEET	42
LIITTEET	
Liite 1. Virtuaalitehdas-opetusluokan tietoverkko	
Liite 2. Oppimisympäristön ohjelmissa ylläpidettävät tietoalueet	
Liite 3. Oppimisympäristössä integroitavat tietoalueet	
Liite 4. Esimerkkiyrityksen toimitusketju	
Liite 5. Harjoitusmateriaalin sisällysluettelo	

LYHENTEET JA KÄSITTEET

BOM = Bill of Material, tuoterakenne, osaluettelo

ERP = Enterprise resource planning, yrityksen toiminnanohjaus

KNL = Tuotannon kokonaistehokkuus, jossa K = käyttöaste, N = tuotantonopeus ja L = laaduntuottokyky

MES = Manufacturing execution system, tuotannonohjausjärjestelmä

MRP = Material requirements planning

MRP II = Manufacturing resource planning

OEE = Overall Equipment Effectiveness, kts. KNL

SQL = Structured Query Language, rakenteinen kyselykieli

Virtualisointi = tietojenkäsittelyn tekniikka, jolla fyysisen resurssin ominaisuudet piilotetaan muilta järjestelmiltä; näin yksi fyysinen resurssi voi toimia monena loogisena resursina

XML = Extensible Markup Language, sähköisen tiedonsiirron standardi

1 JOHDANTO

1.1 Yhteistyön puitteet

Tuotannonohjauksen virtuaalisen oppimisympäristön tilaaja on Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu Oy. Oppimisympäristön toteutuspaikkana on ammattikorkeakoulun Logistiikan virtuaalitehdas -opetusluokka. Ohjelmiston koululle toimitti ja oppimisympäristön teknisen rakenteen suunnittelusta vastasi kotkalainen tietotekniikka-alan palveluyritys Profimill Oy, joka toimi myös tämän insinööriyön ohjaajana.

Profimill Oy on perustettu 2003 ja se työllistää neljä henkilöä. Profimill toimittaa valmistavalle teollisuudelle tietojärjestelmäratkaisuja ja tietotekniikan palveluita tuotannon suunnitteluun, ohjaukseen ja tehokkuuden kehittämiseen. Yritys on erikoistunut Microsoftin tuotteiden avulla toteutettaviin tuotantoyrityksille suunnattuihin ratkaisuihin, joissa olennaisena osana on sovellusten integrointi heidän omiin ohjelmistotuotteisiinsa. [1.] Tärkein ja tunnetuin heidän omista ohjelmistoistaan on Mill Planner MES -ohjelmisto, joka on tarkoitettu tuotannon suunnitteluun, ohjaukseen ja arviointiin. Se toimii tärkeänä elementtinä myös tässä projektissa kehitettävässä oppimisympäristössä.

Projektin toteutuksessa olivat minun lisäksi Mikko Maja ja Sampo Reivilä Profimill Oy:stä sekä lehtori Juhani Heikkinen Kymenlaakson ammattikorkeakoulusta. Lisäksi apua tekniseen toteutukseen saatiin mm. oppilaitoksen atk-osastolta. Työn tuloksia tullaan pääasiallisesti hyödyntämään ammattikorkeakoulun opetuskäytössä, mutta myös soveltuvien osin ohjaajayritys Profimill Oy:n asiakkaiden käyttökoulutuksissa.

1.2 Projektin tavoitteet

Erilaisiin yrityksen tietojärjestelmiin perehtyminen on olennainen osa tuotantotalouden ja logistiikan insinöörikoulutusta. Niiden tuntemus koetaankin hyödylliseksi siirtyäessä opiskelusta työelämään. Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa on logistiikan ja tuotantotalouden opetuksessa aikaisemminkin hyödynnetty runsaasti todellisissa yrityksissä käytettäviä tietojärjestelmiä. Rakennettavassa oppimisympäristössä oli

tavoitteena yhdistää yrityksen toiminnanohjauksen sekä valmistuksenohjauksen tietojärjestelmät, jotka toimivat kiinteässä yhteydessä toisiinsa.

Tavoitteena oli kehittää oppimisympäristöstä helppokäyttöinen sekä helposti ylläpidettävä ja päivitettävä. Eduksi koettiin ohjelmistotoimittajan paikallisuus, sillä tämä tekee hallinnollisten asioiden järjestelystä helpompaa. Tähän asti opetuskäytössä olevien ohjelmien käyttäjätunnus- lisenssi- ym. hallinnollisia asioissa jouduttiin ottamaan yhteyttä jopa Saksaan. Lisäksi osa käytössä olevista järjestelmistä koettiin hyvin monimutkaisiksi, mikä tekee opiskelijoiden itsenäisestä harjoittelusta monesti vaikeaa.

Myös virtuaaliratkaisujen käyttö haluttiin ottaa esille, sillä virtualisointi on moderni ja yleistyvä tapa tietojenkäsittelyssä. Virtuaaliratkaisut ovat myös Profimill Oy:n erikoisalaa, joten ne asettuivat luonnollisesti kehitettävän ympäristön perustaksi.

1.3 Tehtävänanto

Insinööriyön tehtävänantona oli kehittää oppimisympäristöön opetuksen kannalta sopiva tietosisältö sekä harjoitusmateriaali opiskelijoiden käyttöön. Tehtävän esimerkkiyrittäjä, harjoituksen sisällön määrittelyt sekä ohjeistus saatiin Profimill Oy:ltä, sillä tavoitteena olisi, että syntyvä materiaali palvelisi oppilaitoskäytön lisäksi myös tukena heidän asiakkailleen järjestettävissä ohjelmistojen käyttökoulutuksissa. Tavoitteena oli tuottaa samansisältöiset suomen- ja englanninkieliset aineistot.

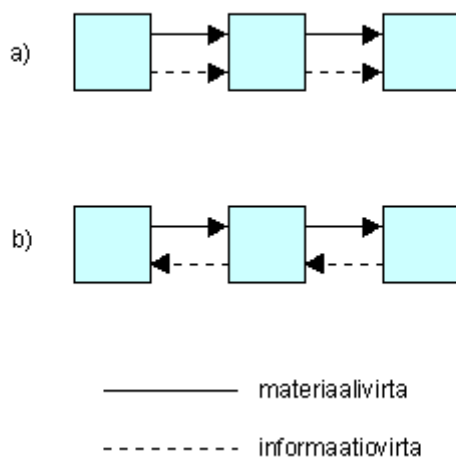
Harjoituksessa opiskelija käy läpi kuvitteellisen esimerkkiyrittäjän toimitusketjun vaiheita. Harjoituksessa tehdään sekä käytännön toimenpiteitä ohjelmien avulla että vastataan pohdintakysymyksiin. Harjoituksissa ei ole tarkoitus pyrkiä mahdollisimman nopeaan tai tehokkaaseen suoritukseen, vaan päätavoitteena on saada opiskelija ymmärtämään tarkasteltava prosessi kokonaisuutena ja sen vaiheiden keskinäinen riippuvuus.

2 TUOTANNON TOIMINNOT

2.1 Tuotannonohjaus

Tuotannonohjaus käsittää ne menettelyt, joiden avulla yritys ohjaa tuotantoaan ja siinä liikkuvia materiaali- ja informaatiovirtoja valitsemansa tuotantostrategian mukaan. Se vaihtelee täydellisestä tilausohjautuvuudesta täydelliseen varasto-ohjautuvuuteen, mutta on useimmiten jokin yhdistelmä näitä molempia. [2.] Valtaosa ohjaustoiminnoista tehdään tänä päivänä erilaisten tietojärjestelmien avulla. Erityisesti tuotannonohjausta varten kehitettyjä järjestelmiä kutsutaan MES-järjestelmiksi (Manufacturing Execution Systems) [3:7].

Tuotantoprosessi on lähes aina muodoltaan virtaava prosessi, jossa liikkuu sekä materiaali- että informaatiovirtoja. Teollisuuden materiaalinohjauksessa on pääasiassa kaksi ohjaustapaa: imu- ja työntöohjaus. Näiden ohjaustapojen erottava tekijä on informaatiovirran kulkusuunta. Tämä informaatiovirta tuo tiedon valmistustarpeesta. Virran suuntia on kuvattu alla olevassa Kuopion yliopiston tuotantotalouden verkko-oppimateriaalin kuvassa. [2.] Yksittäisessä yrityksessä voi olla käytössä myös molemmat ohjaustavat rinnakkain.



Kuva 1. Informaatio- ja materiaalivirtojen kulkusuunnat työntöohjauksessa (a) ja imuohjauksessa (b)

Imuohjauksessa tuotannon läpi imetään vain juuri se määrä kutakin tuotetta tai komponenttia, kuin kulloinkin tarvitaan; informaatio valmistustarpeesta saapuu valmistusprosessissa ”vastavirtaan”. Imuohjaus perustuu nimenomaan kyseisen ajanhetken tarpeeseen, eikä pyri niinkään ennakoimaan tulevaisuutta. Tunnetuin imuohjausperiaate on JIT (just-in-time) joka suomennetaan usein JOT (juuri oikeaan tarpeeseen). Lisäksi tämän ohjaustavan visualisointiin käytetään paljon esimerkiksi Kanban-korttijärjestelmää. [4:129.]

Työntöohjaus perustuu materiaalitovelaskentaan ja tulevaisuuden ennakointiin tilausten, myyntiennusteiden ja varastomäärien pohjalta. Nimensä mukaisesti siinä ”työnnetään” tuotantosuunnitelma tuotantoprosessin vaiheiden läpi. Informaatio valmistustarpeesta syntyy ja käsitellään siis jo tuotantoprosessin alussa. [4:128.]

2.2 Tuotannonsuunnittelu

Tuotannonsuunnittelu noudattaa valitun tuotantostrategian linjoja. Tuotannon kokonaissuunnittelu koostuu kuormitussuunnittelusta eli karkea- ja hienokuormitussuunnitelmista sekä materiaalisuunnittelusta. Suunnittelua rajoittaa tuotannon kapasiteetti. Kapasiteetilla tarkoitetaan tuotantolaitoksen tai prosessin teoreettista tuotantopotentiaalia. Rajoitteita ovat tuotantovälineiden määrä ja teho sekä käytettävissä oleva tuotantoaika. Tämä teoreettinen kapasiteetti kuitenkin toteutuu harvoin täydellisesti. Nettokapasiteetti on siis kapasiteettitaso, josta on vielä vähennetty mahdolliset häiriöt, materiaali puutteet, konerikot ja viallisten tuotteiden valmistus sekä välttämätön kunnossapito. [5:400.]

Karkeakuormitus tarkoittaa yksinkertaisimmillaan tuotantotilausten valmistusajankohdan määrittämistä ottaen huomioon asiakkaalle luvatus toimituspäivän ja vapaana olevan tuotantoajan sekä raaka-ainetilanteen. Kuormitussuunnittelun tuloksena määrittyvät tuotteiden valmistusajankohdat. Laskelmat perustuvat tehtaan kapasiteettiin ja hyväksytyyn tuotantosuunnitelmaan.

Hienokuormitus on yllä mainitun suunnittelun tarkennusta ja hienosäätöä. Käytännössä tämä tarkoittaa tuotantosuunnitelmien toteutusjärjestyksen muokkaamista niiden ol-

lessa tuotantojonossa. Järjestelyn avulla voidaan esimerkiksi ajoittaa samanlaiset tai samankaltaisin asetuksin valmistettavat tuote-erät valmistukseen peräkkäin. Näin vähennetään päällekkäisyyksien aiheuttamaa ylikuormitusta sekä tuotantoajan tuhlaamista asetteidenvaihtoon erien välillä. Sen avulla voidaan myös tehdä nopeita muutoksia aikatauluihin valmistustoiminnan ollessa jo käynnissä. [6:3.]

Hienokuormitustoimintojen avulla tuotantokapasiteetin käyttö voidaan optimoida mahdollisimman tehokkaaksi. Tämän merkitys korostuu jalostuksessa, sitä pidemmän ajan se viettää tuotantolinjalla kuormittamassa kapasiteettia. Hienokuormitus on yleensä tietojärjestelmissä visualisoitu esimerkiksi Ganttin kaavion avulla [2].

Materiaalisuunnittelu tarkoittaa tuotannon materiaalitarpeen arviointia sekä siitä seuraavaa materiaalien hankintaa. Laskenta toteutetaan yleensä erillisten laskentatoimintojen avulla. Työntöohjautuvassa tuotannossa aloite materiaalien hankinnalle on tuotantotilauksen valmistusmäärään kytkeytyvä raaka-ainetarve, ja imuohjauksessa visuaalinen signaali hankinta- tai valmistustarpeesta. [4:128-129.]

2.3 Tuotannon arviointi

Tuotannon arvioinnin käytännöt ovat myös yrityksissä moninaisia. Karkeasti voidaan sanoa, että arviointia tehdään kolmessa eri tilanteessa: Kun on jo havaittu ongelmia, kun on aloitettu jokin erityinen kehitysprojekti tai säännöllisesti jatkuvan parantamisen periaattein. Tuotantoa voidaan arvioida myös useista eri näkökulmista. Parhaaseen tulokseen päästään, kun arviointiin otetaan mukaan mahdollisimman monta osaluuetta ja huomioidaan niiden vaikutukset toisiinsa.

Taloudellinen näkökulma kattaa laskettujen ja toteutuneiden kustannusten sekä investointien takaisinmaksun laskennan. Laatunäkökulmasta voidaan arvioida systeemin laaduntuottokykyä sekä analysoida hukatekijöitä. Tehokkuuslaskenta kattaa yleensä tuotantonopeuden, tuotantotehokkuuden ja häiriöiden arvioinnin. Muita arvioitavia asioita voivat olla esimerkiksi tuotannon ympäristövaikutukset.

Arvioinnissa käytettävää dataa syntyy tuotantoautomaatiossa kaiken aikaa tuotannon ollessa käynnissä. Tuotantolaitoksen MES-järjestelmällä onkin tärkeä rooli arviointia

varten tarvittavan datan keruussa. Kokonaisvaltaisella tuotannon arvioinnilla voidaan esimerkiksi paikantaa tuotannon pullonkauloja ja vääriä toimintatapoja [7]. MES-järjestelmän avulla voidaan näin myös vaikuttaa välillisesti laitoksen kokonaistehokkuuteen.

Kokonaisvaltainen arviointi eli OEE-laskenta

OEE (Overall Equipment Effectiveness) on termi, jonka avulla voidaan arvioida tuotantolinjan tai -laitoksen kokonaisvaltaista tehokkuutta. Laskentatavan mukaan kerrotaan kolme tuotannon eri osa-alueilta mitattua tekijää keskenään, jolloin nähdään, millä osuudella teoreettisesta kokonaistehosta laitos käy [7]. Siis tuotannon kokonaistehokkuus on $= K*N*L$, missä valitulla tarkastelujaksolla

K = toteutunut tuotantoaika / teoreettinen tuotantoaika

N = ajanjaksolla valmistuneiden tuotteiden todellinen määrä / teoreettinen määrä

L = hyväksytyt lopputuotteet / lopputuotteiden kokonaismäärä [8.]

Laskentatavassa korostuu ajattelumalli, jonka mukaan huipputulokseen kokonaissuorituskyvyn osalta vaaditaan äärimmäisen korkea suorituskyky sen jokaisella osa-alueella myös erikseen. Esimerkiksi voidaan laskea, että jos jokaisen kolmen osa-alueen lukema yrityksessä on 0,8; lukemat ovat näennäisesti hyviä, mutta niiden tulo onkin vain keskinkertainen 0,512.

Menetelmän puutteina voidaan mainita, että se ei huomioi mainittujen kolmen tekijän merkitystä tuotantokustannuksiin. Esimerkiksi alhainen laaduntuottokyky merkitsee suurta hylättyjen tuotteiden määrää ja siten ylimääräisiä materiaalikustannuksia. Tämän tarkemmin laskentatapa ei kuitenkaan ota kustannuksiin kantaa. Se ei myöskään kerro, onko tuotannon ylläpitäminen taloudellisesti kannattavaa. Kolmanneksi laskenta ei ota huomioon laadun ja nopeuden mahdollista keskinäistä riippuvuutta: nopeuden nostaminen voi heikentää syntyvien tuotteiden laatua.

3 TUOTANNONOHJAUKSEN TIETOJÄRJESTELMÄT

3.1 Järjestelmien kehityksestä

Käytännössä kaikki suuret tuotantoyritykset ohjaavat liiketoimintaprosessejaan soveltuvan ERP- eli toiminnanohjausjärjestelmän avulla. Tuotantotoiminnoissa tietojärjestelmien hyödyntäminen on kuitenkin hyvin vaihtelevaa. Osa tuotantoyrityksistä suunnittelee tuotantonsa kuormitusta vain karkeakuormitusvaiheessa toiminnanohjausjärjestelmän tai esimerkiksi taulukkolaskennan avulla, osa tarkentaa suunnittelun aina hyvinkin tarkkaan hienosäätöön erillisten siihen tarkoitettujen ohjelmien avulla. [9:26.]

Varhaiset tuotannon suunnitteluun ja ohjaukseen tarkoitetut ohjelmat olivat nk. MRP-ohjelmia, jotka suorittivat myyntiennusteiden ja saapuneiden tilausten perusteella tuotantoaikataulutuksen. Tämän aikataulun sekä valmistettavien tuotteiden tuoterakenteen (BOM) perusteella tehtiin materiaalitarvelaskenta niiden toimitusaikataulut huomioon ottaen. Lopullinen aikataulu varmistettiin vasta materiaalitoimitusten saapumisen jälkeen. [2.]

MRP II –ohjelmat ottavat huomioon materiaalitarpeen ohjauksen lisäksi valmistettavien tuotteiden reitityksen ja reitin läpikulkuun tarvittavan ajan. Ne ovat kokonaisvaltaisia johdon työkaluja. Laskennassa otetaan huomioon myös tehtaan kapasiteetti ja huolehditaan siinä pysymisestä. Myös tuotannon eräkoot otetaan huomioon. Nämä järjestelmät perustuvat nimenomaan työntöohjaustapaan. [2.]

ERP- eli toiminnanohjausjärjestelmien hyödyntäminen tuli osaksi tuotannosuunnittelua, sillä ERP-järjestelmien trendinä on alusta asti ollut kehittyä käyttäjäyrityksensä kokonaisvaltaiseksi järjestelmäksi, johon integroituvat kaikki sen toiminnot. MRP-laskentatyökalut kehittyivätkin olennaisiksi osiksi toiminnanohjausjärjestelmiä. ERP-järjestelmissä ongelmaksi muodostui kuitenkin suuri räätälöinnin ja erikoistoimintojen tarve. Tämän takia ohjelmista saattoi muodostua käytettävyydeltään ja päivitettävyydeltään monimutkaisia.

Kehityksen viimeisin vaihe ovat varsinaiset MES- eli tuotannonohjausjärjestelmät. MES-järjestelmät ovat sovelluksia, jotka on kehitetty erityisesti tuotannon kokonaisvaltaista suunnittelua ja ohjausta sekä tehtaan sisäisen logistiikan hallintaa varten.

3.2 MES- järjestelmät (Manufacturing Execution Systems)

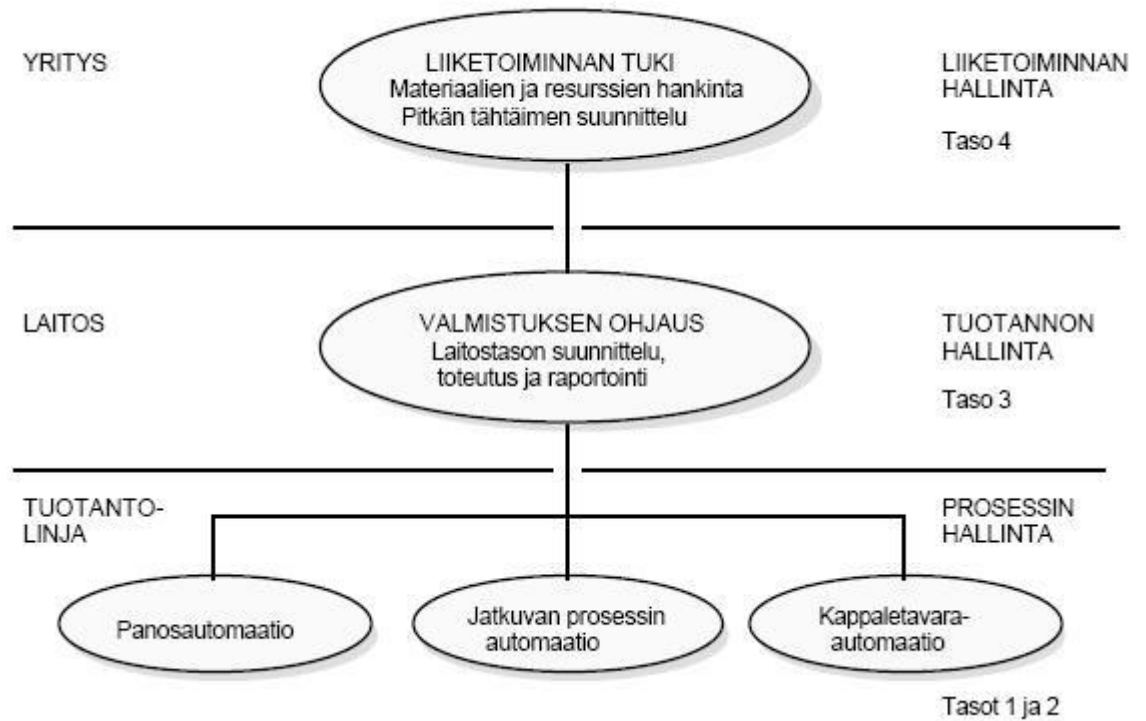
Tuotannonohjausjärjestelmän hankintaa koskevan PSK 4604 –standardin [10:3] mukaan tuotannonohjausjärjestelmään sisältyy seuraavia toimintoja: myynnin ja toimitusten hallinta, tuotannosuunnittelu, tuotannon seuranta, tuotannon optimointi ja koordinointi, laadunhallinta sekä johdon raportointimahdollisuus. MES-järjestelmä on siis tehtaan operatiivinen ohjausjärjestelmä [3:7].

MES-järjestelmän rooli edellä kuvattujen toimintojen lisäksi on toimia tärkeänä välittäjänä yritystason ohjauksen (ERP) ja tuotannon automaatiojärjestelmien välillä. [9;26] Järjestelmä on yleensä integroitu näihin järjestelmiin. Integraation tekninen menetelmä ja kokonaisvaltaisuus riippuvat käytettävistä järjestelmistä ja käyttäjäyrityksen tarpeista. MES-järjestelmän roolia yrityksen tietojärjestelmissä havainnollistetaan kuvassa 2.

Tuotannon optimointi ja koordinointi on kenties tärkein syy näiden sovellusten käyttöön: tuotannonohjausjärjestelmä tarjoaa työkalut tuotannon hienosuunnitteluun ja tuotantokapasiteetin mahdollisimman tarkkaan hyödyntämiseen. Mitä pidemmälle valmistettava tuote jalostetaan, sitä pidemmän ajan se vie kallisarvoista tuotantoaikaa tehtaassa. Hienosuunnittelun merkitys siis korostuu. Samaan aikaan tuotteiden elinkaarten lyhentymisen ja kiristyneet tehokkuusvaatimukset luovat painetta tehokkaammalle suunnittelulle. Erillinen MES-järjestelmä vastaa juuri tähän tarpeeseen.

Tuotannon seuranta tarkoittaa reaaliaikaisen tiedon keruuta tehtaan tuotantoautomaation järjestelmiltä. Tämä kerättävä data voi olla esimerkiksi tuotantomääriä, häiriöiden laskentaa (määrä ja kesto), hylättyjen tuotteiden laskentaa sekä koneiden käyntitilan ja käyttöasteen seuranta. [8.]

Osa raportoinnista toteutetaan MES-tasolla, esimerkiksi tuotantomäärien raportointi kappaleina. Osa datasta prosessoidaan ERP-järjestelmän käsittämään muotoon varsinaista yrityksen laskentaa ja johdon raportointia varten. [3:11.]



Kuva 2. MES-järjestelmien rooli yrityksen tietojenkäsittelyssä. Kuva lainattu Juha Kuusisen materiaalista. [3]

4 VIRTUALISOINTI

4.1 Mitä virtualisointi on?

Tuotannonohjauksen virtuaalinen oppimisympäristö koostuu opetustilan tietokoneille asennetuista virtuaalipalvelimista. Jokaisella käyttäjällä on käytössä oma erillinen virtuaalipalvelin, jolle toimitusketjun hallinnan ohjelmistot on asennettu ja joka on yhteydessä vain isäntäkoneeseensa.

Virtualisointi on ohjelmiston välikerros, joka häivyttää tietoteknisen laitteen fyysisen rakenteen näkymättömiin käyttäjältä. Oikealta palvelimelta näyttävä resurssi voikin olla yksi alustana toimivan palvelimen virtuaalilaitteista. Virtuaaliset laitteet ovat siis käytännössä tiedostoja, jotka isäntäkoneeseen asennettu ohjelmisto emuloi näyttämään oikeilta laitteilta. [11.]

Virtualisointi voidaan jakaa neljään päätyyppiin: palvelin-, työpöytä-, sovellus- ja tallennusvirtualisointi. Palvelinvirtualisoinnilla tarkoitetaan sitä, että samassa fyysisessä laitteessa ajetaan useita erillisiä virtuaalipalvelimia. [11.] Ne eivät ole riippuvaisia toistensa ominaisuuksista: ne voivat sisältää esimerkiksi täysin erilaiset käyttöjärjestelmät. Puhuttaessa nk. virtuaalikoneesta tarkoitetaan yleisimmin juuri palvelinvirtualisointia. Tämä ratkaisu on käytössä kehitettävässä oppimisympäristössä.

Työpöytävirtualisoinnilla tarkoitetaan käyttäjille tarjottavaa yhteyttä fyysisesti toisaalla sijaitsevaan etäkoneeseen. Myös etäkone voi olla virtuaalinen. Tässä käytetään lisäsovelluksena usein erillistä työpöytäohjelmistoa. Sovellusvirtualisointi taas tarkoittaa paikallisen sovelluksen erottamista käyttöjärjestelmästä käärimällä se erilliseen virtualisointikerrokseen. Tallennusvirtualisointi taas merkitsee tallennusmedian kokoamista virtualisointikerroksen taakse yhdeksi tallennusresurssiksi. [11.]

4.2 Virtuaaliratkaisujen hyödyt ja mahdolliset ongelmat

Virtuaaliratkaisujen käytössä on kiistattomia etuja, jotka ovat taanneet niiden suosion huiman kasvun viime vuosina. Ensimmäisenä voidaan mainita fyysisen laitehuollon tarpeen väheneminen sekä laitteistojen helpompi uusittavuus ja päivitettävyyys. Esi-

merkiksi uuden käyttöjärjestelmän asennus virtuaaliseen tietokoneeseen ei aiheuta mitään muutostarpeita fyysisen isäntäkoneen laitteistolle. Virtualisoimalla voidaan myös parantaa ja optimoida palvelinten käyttöastetta. [12.]

Kenties suurin virtualisoinnilla saavutettava hyöty on energiansäästö. Suurten yritysten palvelinsaleissa pyörii parhaimmillaan useita kymmeniä tietokoneita. Laitteistoa on jäähdytettävä jatkuvasti sen moitteettoman toiminnan takaamiseksi, joten ilmastointiin kuluu paljon energiaa. Virtuaaliratkaisuilla voidaan vähentää fyysisten koneiden määrää, jolloin saavutetaan energiansäästöjä. Nykyisin jopa 55 prosenttia konealien käyttämästä energiasta menee jäähdytykseen. [12.]

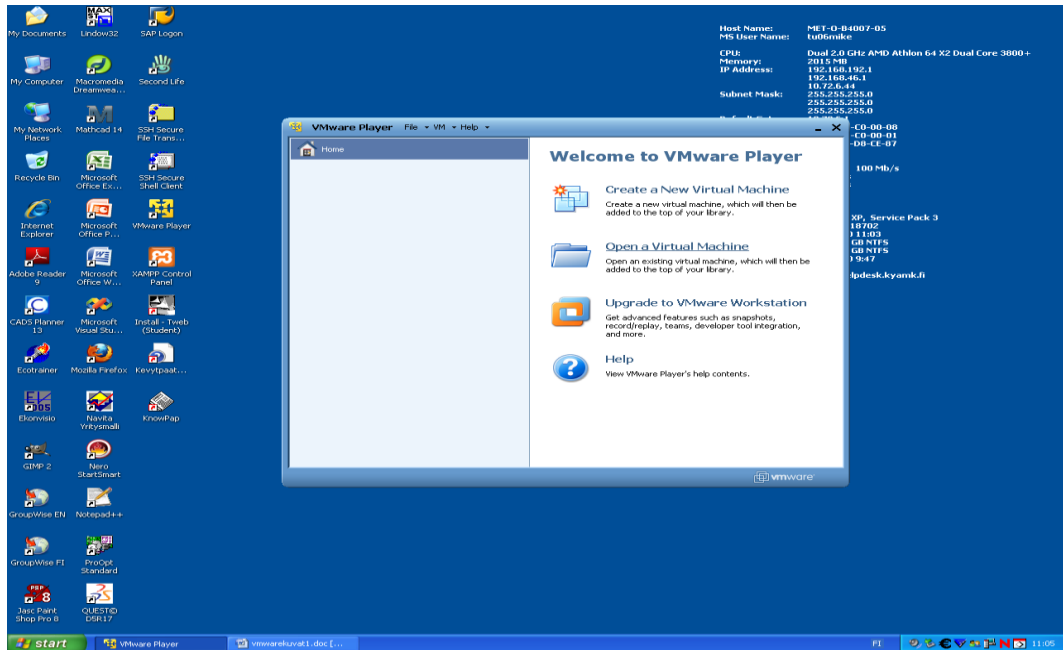
Ongelmana virtualisoinnissa on kaupallisten ohjelmistojen käyttölisenssien ehtojen soveltaminen. Esimerkiksi jos ohjelmiston lisenssi oikeuttaa asennukseen yhdelle PC:lle, voidaanko ohjelma asentaa myös PC:llä oleville virtuaalisille koneille sopimusehtoja rikkomatta.

4.3 KyAMK:n oppimisympäristön virtualisointi

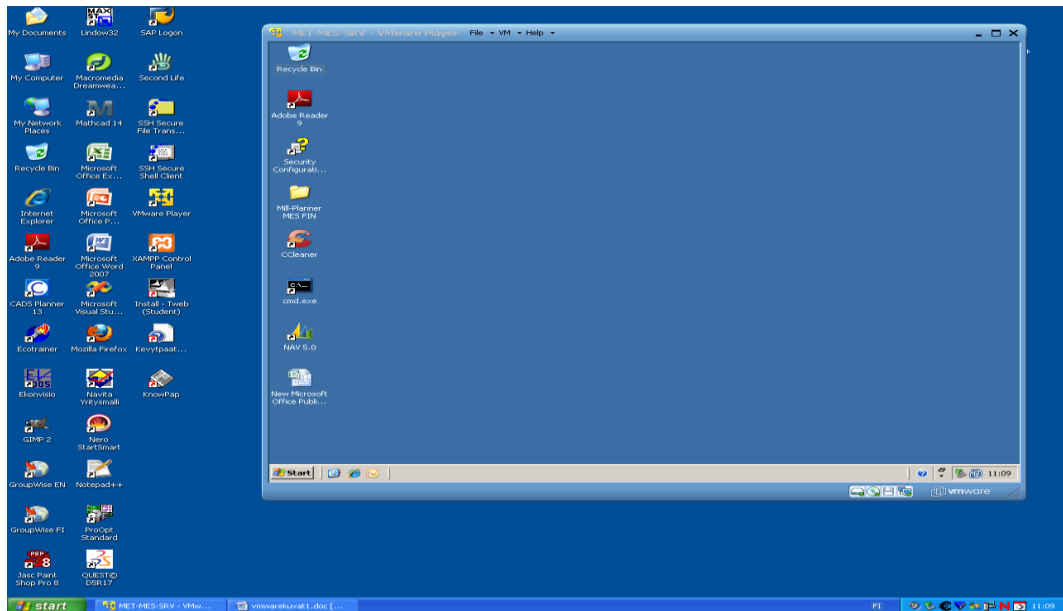
Kehitettävässä oppimisympäristössä virtualisointi koskee palvelinta, jolla ohjelmistoa ja tietosisältöä ylläpidetään. Ympäristö koostuu toisistaan erillisistä virtuaalipalvelimista, jotka on rakennettu VMWare-ohjelmiston avulla. Ympäristössä yhdellä isäntäkoneella on vain yksi virtuaalipalvelin, mutta niitä voitaisiin tallennustilan salliessa pitää useampia rinnakkain, eivätkä ne vaikuttaisi toistensa toimintaan.

Ratkaisua valittaessa on otettu huomioon nimenomaan sen helppo jakelu, päivitettävyys ja korvattavuus vikaantumisen tapahtuessa. Oppimisympäristön tiedot myös pysyvät erillään fyysisen tietokoneen muusta sisällöstä. Toteutustavan valintaa on kuvailtu tarkemmin seuraavassa kappaleessa.

Fyysisellä isäntäkoneellaan virtuaalipalvelin näyttää vain joukolta tiedostoja. VMWare Player-ohjelma emuloi tiedostot näyttämään oikealta tietokoneelta. Rakennetusta oppimisympäristöstä otetuissa kuvissa 3-4 on havainnollistettu, miltä virtuaalipalvelin näyttää käyttäjänsä tietokoneessa.



Kuva 3. Virtuaalipalvelin näyttää isäntäkoneessaan vain joukolta tiedostoja



Kuva 4. VMWare emuloi tiedostoja saaden ne näyttämään oikealta tietokoneelta

5 OPPIMISYMPÄRISTÖN KEHITTÄMISPROSESSI

5.1 Virtuaalitehdas-opetusluokka

Virtuaalitehdas-opetusluokka on kehitetty palvelemaan pääasiallisesti tuotantotalouden ja logistiikan alojen opetustarpeita. Se on kehitetty projektin tuloksena vuonna 2001. Opetustilan toteutuksessa tärkeä painopiste on oikeiden yritysten käyttämien tietojärjestelmien hyödyntäminen opetuskäytössä. [13.]

Opetusluokassa on yhteensä 25 tietokonetta opiskelijoiden käytössä. Opetustilassa on oma lähiverkko, jossa ovat mukana opetustilan koneet sekä ammattikorkeakoulun atk-keskuksen tiloissa sijaitsevalla palvelimella toimivat kolme virtuaalipalvelinta. Lähiverkko on suljettu ulkopuoliselta tietoliikenteeltä. Luokan tietoverkon rakennetta ja siinä olevia palvelimia on havainnollistettu liitteessä 1.

Luokassa on opetuskäytössä useita tuotantotalouden ja logistiikan alan tietojärjestelmiä. Yrityksen toiminnanohjausjärjestelmien lisäksi käytössä on ohjelmistoja tuotannon sekä toimitusketjujen simulointiin, kuljetusten optimointiin ja suunnitteluun sekä RFID-testilaitteita ja mobiilipäätteitä. [13.]

5.2 Vaatimusten määrittely ja toteutustavan valinta

Kehitettävän ratkaisun tärkeäksi ominaisuudeksi asetettiin sen sisältämien tietojen palauttavuus ja korvattavuus poikkeustilanteessa. Mikäli harjoitus ajautuu umpikujaan, opiskelijan on pystyttävä palaamaan lähtötilanteeseen aloittaakseen uudelleen. Harjoitustilanne piti pystyä palauttamaan alkupisteeseen seuraavia käyttäjiä varten myös aina kunkin kurssin päättyttyä.

Koska oppimisympäristöä käytäisi optimitilanteessa yhden lukukaudenkin aikana useita kymmeniä opiskelijoita useista eri ryhmistä, täytyi varmistaa tietojen erillään pysyminen ja minimoida riski tuhota toisen opiskelijan tiedot järjestelmästä vahingossa.

Myös koko järjestelmän palautettavuus mahdollisen vakavan häiriötilanteen sattuessa piti ottaa huomioon. Virtuaaliympäristössä työstettävät tiedot haluttiin lisäksi säilyttää erillisinä fyysisen tietokoneen tiedoista. Myös laitteiston tila- ja kapasiteettirajoitukset opetustilan tietokoneissa täytyi ottaa huomioon ratkaisua suunniteltaessa.

Virtuaalisen oppimisympäristön toteuttamiseksi harkittiin pääasiallisesti kahta virtualisointitapaa: työpöytä- ja palvelinvirtualisointeja. Työpöytävirtualisoinnin tapauksessa ohjelmisto olisi asennettu yhdelle opetustilan verkossa olevista virtuaalipalvelimista. Ympäristössä olisi työskennelty etätyöpöytäyhteyksien kautta opetustilan fyysisiltä tietokoneilta.

Tällöin olisi pitänyt luoda jokaiselle opiskelijalle oma tietokanta, ja niiden määrä olisi kasvanut nopeasti suureksi. Opiskelijoiden harjoitusyritysten tietojen pitäminen samassa tietokannassa olisi lisännyt tietojen sekaantumisen ja toisen käyttäjän tietojen vahingossa poistamisen riskejä. Työskentely olisi myös aina riippunut ylläpitäjäpalvelimen toiminnasta.

Toteutustavaksi valittiin lopulta palvelinvirtualisointi. Yksi virtuaalipalvelin rakennettiin valmiiksi ja kopioitiin opetustilan koneiden kovalevyille. Näin jakelu opetustilan koneisiin pysyi helppona ja virheiden mahdollisuus asennuksessa minimoitiin. Ainoa ongelma oli tallennustilan niukkuus. Levyjä siivoamalla tilaa kuitenkin saatiin raivatua virtuaalipalvelinten vaatima määrä.

Virtuaalipalvelimen rakentaminen toteutettiin VMWare Player -ohjelman avulla. VMWare on virtualisointiratkaisuissa yksi suurimmista ohjelmistotoimittajista, ja Player-ohjelmaversio on peruskäytössä ilmainen. Sillä voidaan luoda ja käyttää virtuaalikoneita useissa eri isäntäkäyttäjärjestelmissä [14]. VMWare-ohjelmisto oli jo todettu käytössä sopivaksi, sillä opetustilan vanhoja virtuaalipalvelimia hallinnoidaan myös VMWare-ohjelmiston avulla.

5.3 Koneen rakentaminen

VMWare Player -ohjelmiston luotiin virtuaalipalvelimen käsittävät tiedostot, joiden yhteiskooksi tuli lopulta 28,8 gigatavua. Suurin virtuaalikoneen kokoon vaikuttava seikka on sille osoitettava kovalevytila, joka on käyttäjän määritettävissä.

Käyttöjärjestelmäksi valittiin Microsoftin Windows Server 2003 -käyttöjärjestelmä. Oppimisympäristössä käytettävien ohjelmien tietosisällöt tallentuvat SQL-tietokantoihin. Niiden hallintaa varten koneeseen asennettiin myös Microsoftin SQL Server 2008 -tietokantapalvelin. SQL- standardi on nk. rakenteinen kyselykieli, jonka avulla käsitellään ja haetaan tietoja relaatiotietokannoista [15]. SQL Serverin hallintatyökalujen avulla voidaan myös nopeasti tehdä varmuuskopioita ohjelmien tietokannoista ja palauttaa niitä. Näin harjoituksen lähtötilanne voidaan nopeasti palauttaa takaisin sen suorittamisen jälkeen.

Virtuaalipalvelimelle asennettiin yrityksen toiminnanohjausta varten Microsoft Dynamics NAV -toiminnanohjausjärjestelmä, Mill Planner MES -ohjelmisto tuotannon suunnitteluun ja ohjaukseen sekä tarvittavat integraatiosovellukset. Tarkempi kuvaus ohjelmista ja niiden integroinnista on esitetty luvussa 5.4.

Lisäksi koneisiin asennettiin Microsoft Office-toimistosovellusten demoversiot. Näitä ei kuitenkaan päätetty päivittää täysiksi versioiksi, sillä ohjelmien lisenssien rajoitukset tämän suhteen jäivät epäselviksi. Fyysisillä koneilla toimistosovellukset ovat olemassa täysinä versioina, ja virtuaalikoneen tietojen kopiointi niihin onnistuu vaivatta, joten asia jätettiin toistaiseksi avoimeksi.

5.4 Tietosisällön koostaminen

Toinen insinööriöni päätehtävistä oli harjoitusympäristön tietosisällön päivittäminen. Tietosisältö käsittää oppimisympäristön ohjelmissa olevan harjoitusyritystä koskevan datan. Se kattaa yrityksen perustiedot, asiakkaat, tavarantoimittajat, myytävät tuotteet, tehtaalla valmistettavat tuotteet tuoterakenteineen, niiden raaka-aineet sekä varastosijainnit sekä tehtaan kapasiteettiin vaikuttavat asetukset.

Ympäristön tietoja ylläpidetään kahdessa järjestelmässä: NAV-toiminnanohjausjärjestelmässä ylläpidetään asiakkuudenhallintaan, taloushallintoon, tuotteisiin, ostoon sekä myyntiin liittyviä tietoja. Siinä ylläpidettäisiin myös henkilöstöhallinnon tietoja, mutta niiden käsittely on toistaiseksi jätetty harjoitusten ulkopuolelle, eikä myöskään siihen liittyvää tietosisältöä rakennettu.

Mill Planner MES -ohjelmistossa ylläpidetään tehdastilauksiin, tuoterakenteisiin, tehtaaseen kapasiteettiin, tuotannon kuormitustilanteeseen, lähetystoimintoihin sekä materiaalienhallintaan ja varastoihin liittyvät tiedot. Lisäksi järjestelmässä ylläpidetään tuotannon arviointiin ja seurantaan liittyviä tietoja. Liitteessä 2 on kuvattu, mitkä tiedot sijaitsevat missäkin ohjelmassa.

Harjoituksessa käsiteltävien tuotteiden tiedot oli tuotu Mill Planner -järjestelmään pääosin jo valmiiksi. Tiedot oli muokattu Profimill Oy:n todellisten asiakkaiden tietojen perusteella. Tuotteiden perustiedot ja tuoterakenteet käytiin läpi ja niille asetettiin kapasiteettiin nähden realistiset läpimeno- ja asetusajat. Lähtötilanteessa tehtaassa ei ole lainkaan tilauksia avoinna, mutta varastoissa on erilaisia määriä eri tuotteita. Varastotiedot jätettiin paikalleen, jotta opiskelija saisi todenmukaisemman kuvan varastoinnin toiminnoista ja siinä käsiteltävästä tietomäärästä.

Lisäksi Mill Planner -ohjelmistossa käytiin läpi tehtaaseen työvuorokalenteri sekä tuotantolinjojen asetukset ja korjattiin ne harjoituksen kannalta sopiviksi. Ajat pyrittiin valitsemaan niin, että harjoituksessa tapahtuva tuotannon kuormituksen järjestely on opiskelijalle haastavaa, mutta tehokas ratkaisu löytyy hieman pohtimalla.

NAV-toiminnanohjauksen puolella ei ollut lainkaan harjoitusyrityksen tietosisältöä. Siellä kokonaisuutta lähdettiin rakentamaan ohjelmassa jo valmiina olevan Cronus-nimisen yrityksen pohjalta. Cronus on Microsoftin kehittämä kuvitteellinen yritys. Sen tiedot sisältävä tietokanta toimitetaan ohjelmiston mukana, ja sen tarkoituksena on toimia käyttäjälle toimintojen testaus- ja havainnollistamisympäristönä.

Cronus valittiin kehitettävän harjoitusyrityksen pohjaksi, sillä sille oli jo valmiiksi rakennettu valmistusteollisuuden alalla toimivalle yritykselle soveltuva tilikartta. Tilikartan rakentaminen itse olisi ollut hyvin haastavaa, sillä siitä ei projektin osapuolilla

ollut kokemusta, ja näin haluttiin välttää mahdolliset taloushallinnon toimintojen ongelmat tulevaisuudessa.

Cronuksen perustiedot muutettiin Profilewood Oy:n tiedoiksi. Cronukseen liittyvä tietosisältö pyrittiin myös poistamaan mahdollisimman tarkkaan. Tuotteiden tiedot korvattiin Mill Plannerin tietokannassa olevilla tiedoilla: NAV-järjestelmään lisättiin tuotteiden myyntitiedot: nimet, kuvaukset, tuoteryhmät, mahdolliset toimittajat, perusmittayksikkö sekä oston ja myynnin mittayksiköt, hinta yksikköä kohden sekä kirjanpidolliset tiedot eli alv-kirjausryhmä, tuotteen yleinen kirjausryhmä sekä varaston kirjausryhmä.

Ongelmia ilmeni Cronuksen tietojen poistamisessa. Kaikkia tuotteita ei saatu poistettua, sillä niillä oli relaatioita tietoihin, joita ei pystytty paikantamaan. Ohjelman tietokantoihin ei ollut suoraan saatavilla relaatiokaaviota, joka olisi selvittänyt tietokantataulujen välisen yhteyden. Kaavioita on saatavilla erikseen kaupallisina lisäsovelluksina. Ongelma ratkaistiin tilapäisesti nimeämällä jäljelle jääneet tuotteet niin, että ne eivät kiinnitä käyttäjän huomiota. Ne myös jätettiin toistaiseksi tehtaaseen integroitavien tuoteryhmien ulkopuolelle.

5.5 Asennusprosessi

Oppimisympäristö toteutettiin 20 koneeseen. Helpoimmaksi tavaksi jakaa järjestelmä koneisiin osoittautui virtuaalikoneen kopioiminen fyysisen koneen kovalevylle. Näin jokaiseen koneeseen saatiin identtinen järjestelmä ja vältettiin asennuksen yhteydessä tapahtuvat inhimilliset käyttäjävirheet.

Huono puoli tässä ratkaisussa oli kopioinnin hitaus, sillä yhden virtuaalipalvelimen koko on 28,8 gigatavua. Opetustilassa olisi ollut käytettävissä NetOpStudent-ohjelma, joka mahdollistaa tiedostosiirron opettajan koneelta useille opiskelijoiden koneille samanaikaisesti, mutta sen avulla ei voitu siirtää näin suurikokoisia tiedostoja.

Kopiointi jouduttiin toteuttamaan USB-kovalevyjen avulla. Näin toimien yhden virtuaalikoneen kopiointiin meni isäntäkoneen muiden käynnissä olevien prosessien aihe-

uttamasta kuormituksesta riippuen 30 - 45 minuuttia USB 2.0 -väylää käyttäen. Tein virtuaalikoneiden kopioinnit pääosin yksin tammi-helmikuussa.

5.6 Ensimmäinen opetuskäyttö

Työn päättyessä oppimisympäristöä ehdittiin testata yhden opiskelijaryhmän kanssa. Kyseessä oli automaatiotekniikan aikuisopiskelijoille suunnattu Tehdastietojärjestelmät-kurssi. Ryhmässä oli kymmenen opiskelijaa, ja he olivat taustoiltaan hyvin erilaisia. Tuotannonohjaus ja -suunnittelu olivat korkeintaan pieni osa heidän pakollisia opintojaan, joten käsitelty asia koettiin heidän keskuudessaan hieman vieraaksi.

Opiskelijat suorittivat harjoituksia ohjatusti. Osa laaditun harjoitusmateriaalin sisällöstä jouduttiin jättämään pois ajanpuutteen takia. Tässä testauksessa oli uutta ja haastavaa myös, että en ollut koskaan vetänyt opiskelijoille minkäänlaisia oppitunteja tai harjoituksia.

Testauksesta oli silti kiistatonta hyötyä; sen avulla havaittiin tärkeitä kehityskohteita esimerkiksi ostotilausten integroinnissa. Oppitunnit antoivat myös alustavan käsityksen harjoitukseen kuluva ajasta ja auttoivat harjoitusmateriaalin jatkokehittämisessä.

5.7 Ympäristön ylläpito ja päivittäminen

Virtuaalikoneen ylläpito on periaatteessa yhtä yksinkertaista kuin vastaavanlaisen fyysisen laitteen: sille voidaan tehdä samanlaisia ohjelmisto- ja tietokantapäivityksiä. SQL Server -tietokantapalvelimen hallintatyökalujen avulla tietokantojen varmuuskopiointi ja palauttaminen on nopeaa ja yksinkertaista.

Vakavan häiriön tai peruuttamattoman vian yllättäessä myös koko virtuaalikoneen korvaaminen on yksinkertaista: se poistetaan kokonaan kovalevyltä ja kopioidaan tilalle uusi, ehjä virtuaalikone. Suuren ja aikaa vievän päivityksen ollessa ajankohtainen, nopein ja varmin ratkaisu voi olla päivittää yksi virtuaalikone ja korvata sen kopiolla halutut koneet. Tämä tapa kuitenkin tuhoaa kaikki virtuaalikoneessa olevat tiedot, eikä sovellu käyttöön, mikäli koneella on useita käyttäjiä.

Oppimisympäristön ohjelmisto ja tietokannat päivitettiin maaliskuussa 2010 siihen mennessä havaittujen kehitystarpeiden mukaan. Päivitys sisälsi pienimuotoisia muutoksia Mill Planner -ohjelmistoon ja sovellusintegraatioon sekä ohjelmien tietokantojen päivittämisen.

Ensi vaiheessa sovellusintegraatio käsitti tiedonsiirron vain toiminnanohjauksesta tehtaan järjestelmään. Siksi myös oppimisympäristön integraatio päivitettiin ensimmäisen koekäytön jälkeen ja siihen lisättiin toiminnot, joilla tieto saatiin kulkemaan myös tehtaan järjestelmästä takaisin toiminnanohjausjärjestelmään. Päivitystoimenpiteet suunnitteli ja sitä varten tarvittavat muutokset ohjelmiin teki Sampo Reivilä Profimill Oy:stä.

Päivitys tehtiin käymällä ensin yksi virtuaalikone läpi ja testaamalla kaikki sen toiminnot. Tämän jälkeen muutokset toistettiin muihin koneisiin. Koneiden päivittäminen yksi kerrallaan vie aikaa, mikäli toimenpiteet halutaan tehdä kaikkiin 20 koneeseen. Tällöin myös päivittäjän inhimillisten virheiden ja unohtusten mahdollisuus kasvaa.

Tein päivitykset koneisiin ottamalla ensin kopion yhdestä päivitetystä virtuaalikoneesta, ja korvaamalla noin puolet vanhoista koneista tällä kopiolla. Loput koneet päivitin yksitellen kopiointien valmistumista odotellessa. Näin päivittämiseen meni yhteensä aikaa noin puoli päivää.

Päivitys vei lopulta enemmän aikaa kuin suunnittelin, ja olisin päässyt helpommalla vain korvaamalla virtuaalikoneet uusilla. Koin tekemäni manuaalisen työn kuitenkin opettavaisemmaksi kuin rutiininomaisen kopioinnin, sillä näin pääsin näkemään konkreettisesti, mistä osasista oppimisympäristön kokonaisuus koostuu.

Yksi tulevaisuuden tärkeistä kehityskohteista on ympäristön päivitettävyyden helpottaminen niin, että se voidaan tehdä kootusti kaikkiin haluttuihin koneisiin kerralla. Koneet voitaisiin esimerkiksi ottaa mukaan atk-osaston tekemiin oppilaitoksen lomien aikana tehtäviin rutiinipäivityksiin.

Valitettavasti oppimisympäristöä ei kuitenkaan ehditty testata opetuskäytössä päivityksen jälkeen, jotta olisi voitu tehdä tarkempia havaintoja toiminnan sujuvuudesta ja mahdollisista lisäpäivitystarpeista.

6 OPPIMISYMPÄRISTÖN OHJELMAT JA NIIDEN KÄYTTÖ

6.1 Microsoft Dynamics NAV –toiminnanohjausjärjestelmä

Microsoft Dynamics NAV -toiminnanohjausjärjestelmä (aiemmin Microsoft Navision) on osa Microsoft Dynamics -tuoteperhettä. Oppimisympäristössä on käytössä ohjelman suomenkielinen versio 5.0. Se on keskisuurille ja kasvaville yrityksille kehitetty talouden- ja toiminnanohjauksen järjestelmä, jolla on yli 1 000 000 käyttäjää yli 65 000 yrityksessä ja yli 150 maassa. [16.]

NAV-toiminnanohjausjärjestelmä kattaa kaikki tärkeimmät yrityksen liiketoiminnan osa-alueet: talous- ja henkilöstöhallinnon, osto-, myynti- ja markkinointitoiminnot, tuotannon, varastojen ja huoltotoimintojen hallinnan.

Oppimisympäristössä NAV-toiminnanohjausjärjestelmän avulla hallitaan harjoitusyrityksen osto- ja myyntitoimintoja, asiakkuuksia sekä tuotteiden perus- ja myyntitietoja. Lisäksi varastotapahtumia kirjataan varaston nimikepäiväkirjaan. Henkilöstöohjaus, huolto ja taloushallinto on toistaiseksi jätetty käsiteltävien asioiden ulkopuolelle. NAV-toiminnanohjausjärjestelmä on integroitu oppimisympäristön ohjelmiin myöhemmin kuvattavan integrointitekniikan avulla.

Tallennettavat tiedot varastoidaan SQL-tietokantaan. Yhdessä NAV-tietokannassa voi olla useamman yrityksen tiedot. Tietosisällön hallintaa ja tietueiden ominaisuuksien muokkausta varten ohjelmassa on nk. Object Designer -toiminto, joka näyttää kaikki tietokannan taulut juoksevasti numeroituina. Perusversio ei kuitenkaan tarjoa näkymää, joka näyttäisi taulujen välisen relaation, minkä takia voi olla vaikeaa selvittää, mihin kaikkialle tehdyn muutoksen vaikutukset ulottuvat.

6.2 Mill Planner MES -ohjelmisto

Mill Planner MES-ohjelmisto on Profimill Oy:n kehittämä tuotekokonaisuus. Ohjelmistoa on kehitetty yrityksen oman henkilökunnan voimin vuodesta 2003 asti. Ky-AMK:n oppimisympäristöön asennettiin ohjelman versio 2.5. Kevään aikana julkaistiin myös ohjelmiston versio 2.6.

Ohjelmisto on Visual Basic –kielinen, ja se on kehitetty Microsoftin VB.Net-ohjelmistokehitystyökaluilla [17]. Se onkin yhteensopiva Microsoftin järjestelmien kanssa ja integroitavissa niihin. Oppimisympäristössä Mill Planner -ohjelmisto on integroitu Microsoftin Dynamics NAV –toiminnanohjausjärjestelmään. Ohjelmassa käsiteltävät tiedot tallentuvat SQL-tietokantoihin. Oppimisympäristössä tietokantapalvelimena toimii Microsoftin SQL Server 2008.

Mill Planner MES -ohjelman avulla käsitellään tehdastilauksia, suoritetaan materiaali- ja kuormitussuunnittelu sekä toteutetaan valmiiden tuotteiden lähetykset sekä varastosierrot. Päänäyttönä toimii tehdastilausnäkyvä, joka näyttää kaikki tehtaalla olevat tilaukset ja niiden tilanteen. Näkymästä aloitetaan kaikki suunnittelun toiminnot. Varastosierroja varten on myös olemassa erillinen Mill Warehouse -sovellus, joka on nk. webservice-sovellus ja jota voidaan käyttää myös langattomasti esimerkiksi trukissa. Langattomia ominaisuuksia ei kuitenkaan tässä oppimisympäristössä ole toistaiseksi kokeiltu.

Hienosuunnittelu ja tuotannon ohjaus tehdään erillisellä Mill Run -käyttöliittymällä. Graafinen käyttöliittymä näyttää töiden vaiheen joka linjalta erikseen. Tuotantosuunnitelmien rivien järjestystä tuotantojonossa voidaan hienosäätää ohjelman toimintojen avulla. Sen avulla myös käynnistetään ja lopetetaan erän valmistus, syötetään manuaalisesti materiaalipaketteja valmistuslinjalle, luodaan paketteja valmistuneista tuotteita ja tulostetaan paketeille tunnistekortit.

Ohjelmistoon kuuluu myös erillinen selainpohjainen tuotannon arviointisovellus Mill Efficiency OEE, joka on tarkoitettu tehtaan tuotantomäärien, tuotannon tehokkuuden ja häiriöiden sekä tuotannossa toteutuneiden kustannusten raportointiin ja arviointiin. Järjestelmän avulla voidaan arvioida MES-järjestelmän tuotantoautomaatiosta keräämää ja prosessoimaa dataa. [8.] Ohjelman erikoisominaisuutena ovat monipuoliset KNL-laskennan työkalut. Tuotannon arviointia varten on järjestelmään tuotu demotietokanta, johon on tallennettu erään todellisen asiakasyrityksen tuotantodataa tietyltä aikaväliltä.

6.3 Sovellusintegraatio

6.3.1 Integraation kuvaus

Tärkeä ominaisuus MES-järjestelmässä on sen integroitavuus yrityksen muihin ohjausjärjestelmiin sekä kyky prosessoida ja välittää yritystason ohjauksen ja tuotantoautomaation tuottamia tietovirtoja. Sovellusintegraatio oppimisympäristössä rakennettiin, jotta tietoa voitaisiin siirtää automaattisesti toiminnanohjauksen ja tehtaan järjestelmän välillä. Tämä tekee tilausten käsittelystä nopeampaa ja tarkempaa.

Integraation toteuttamiseen tällaisessa tapauksessa oli olemassa useita eri vaihtoehtoja. kuten ascii- tai csv-tiedostot sekä suorat tietokantaliitännät. Nykyään nopeasti yleistyvä integrointitapa on nk. webservice-liityntä. [17.]

Integraation toiminnot oppimisympäristöön kehitti ja toteutti Sampo Reivilä Profimill Oy:stä. Toteutustavaksi valittiin lopulta Microsoftin kehittämä XMLPorts-tekniikka. Päätöksen tukena toimi myös tieto siitä, että valittu tapa on Microsoftin kehittämä ja tukema, joten koulutusta ja tukipalveluita on helposti saatavilla. [18:5.]

XMLPorts-tekniikka perustuu XML-muotoisen datan siirtoon järjestelmien välillä ns. porttiobjektien kautta. Porttiobjektit luodaan NAV-toiminnanohjausjärjestelmän Object Designer -työkalun XMLPort Designer -toiminnon avulla. [19.] NAV-toiminnanohjausjärjestelmän työkaluilla luodaan tämän lisäksi tarpeellinen määrä nk. Application Server -sovelluksia, jotka tarkkailevat käynnissä ollessaan tietokantojen sisältöjä ja luovat niissä tapahtuvista muutoksista xml-tiedostoja.

6.3.2 Integraatio KyAMK:n oppimisympäristössä

Virtuaalikoneella on asennettuna erillinen konsoli-ohjelma, joka siirtää näitä luotuja xml-tiedostoja järjestelmästä toiseen porttiobjektien kautta. Konsoli on oppimisympäristössä toistaiseksi aina käynnistettävä manuaalisesti. Se voitaisiin myös toteuttaa edellä kuvatun Application Serverin kaltaisella sovelluksella, joka toimisi käyttäjältä näkymättömissä. Tällä ei ole merkitystä toiminnallisuuden, vaan ainoastaan ohjelmien käyttömukavuuden kannalta.

Oppimisympäristössä on toteutettu edellä kuvattu sovellusintegraatio seuraavien yrityksen toimintojen välillä: tuotteet, myynti- ja ostotilaukset sekä varastotapahtumat ja niiden seuranta. Integroituja tietoaalueita on havainnollistettu liitteessä 3.

Tuotteiden tiedot on integroitu osittain. Kun yrityksen valikoimiin otetaan uusi tuote, se on lisättävä NAV-toiminnanohjausjärjestelmään, jossa tuotteelle määritetään myynnin ja taloushallinnon kannalta tarvittavat tiedot. Tieto uudesta tuotteesta siirtyy integraation välityksellä tehtaan tuotteiden hallintavalikkoon, jossa sille täydennetään tuoterakennetiedot (BOM). Tehtaan puolella uusia tuotteita ei luoda.

Myyntitilaus saapuu aina NAV-toiminnanohjausjärjestelmään. Integraatio välittää sen Mill Planner -ohjelman tehdastilauksnäkömään. Tehdastilauksnäkömässä tilaus hajautetaan erillisiksi tilausriveiksi, joita voi olla 1–n kappaletta. Jokaista riviä voidaan käsitellä erikseen ja useiden eri tilausten rivejä voidaan koota yhdeksi tuotantosunnitelmaksi. Kun myydyt tuotteet on valmistettu tehtaassa ja kirjattu siellä asiakkaalle läheneeksi, integraatio välittää tästä tiedon takaisin toiminnanohjaukseen, jossa lähetettävä tuotemäärä kirjautuu tilauksen tietoihin.

Myös ostotilaus tapahtuu NAV-järjestelmässä. Integraatio siirtää tiedon tehdystä ostosta tehtaan ennustevarastoon, joka kertoo odotettavissa olevien toimitusten tilanteen. Nämä ennusteet otetaan huomioon tehtaan materiaalarvelaskennan toiminnoissa. Kun ostettu tuote vastaanotetaan tehtaaseen, integraatio siirtää tiedon vastaanotettavasta määrästä takaisin toiminnanohjauksen ostotilaustietoihin.

Myös kaikista tehtaan varastotapahtumista välittyy tieto ERP-järjestelmään. Kirjaukset näkyvät ja niiden yksityiskohtia voidaan seurata NAV-ohjelman varastohallinnan valikosta. Varsinaiset varastotoiminnot hoidetaan kuitenkin kokonaisuudessaan tehtaan Mill Planner -järjestelmässä. Kaikki varastosierrot sekä tuotteiden lisäykset ja poistot varastoista kirjautuvat toiminnanohjausjärjestelmän nimikepäiväkirjoihin. Poikkeuksena tähän edellä kuvatut toimitukset ja vastaanotot kirjautuvat vain kyseisten tilausten tilauskorteille.

6.3.3 Ongelmia ja kehitystarpeita

Integraatio tässä laajuudessaan täyttää tuotannonohjauksen harjoituksen tarpeet. Työn aikana pohdittiin mahdollisuutta integroida myös budjetoitujen ja toteutuneiden kustannusten tiedot taloudellisen kannattavuuden arviointia varten. Myös työajanhallinnan toimintoja olisi mahdollista integroida.

Integraatiossa kehitettävää jäi toimintojen ulkoasuun. Toiminnallisuuden tavoitteet saavutettiin, ja integraatio välittää kaikki halutut tiedot oikealla tavalla. Integraatio-toimintoa varten rakennettu konsoli voidaan kuitenkin kokea hankalaksi käyttää. Normaalisti tällainen toiminto onkin piilotettu järjestelmän taustaprosessiksi esimerkiksi edellä kuvatun Application Server -apuohjelman muodossa. Tällä erää konsoli päätettiin jättää näkyviin, sillä sen avulla työskentelijän on helppoa huomata siirtämiensä tietojen tilanne ja tapahtumien onnistuminen. Päätettiin, että tilannetta seurataan ja konsoli häivytetään taustaprosessiksi, mikäli tarvetta tulee.

Testasin koneita päivityksen jälkeen ja havaitsin myös, että joissain koneissa integraatio jumiutui välillä. Tähän auttoi vanhojen xml-tiedostojen poistaminen hakemistoista ja ohjelmistojen uudelleenkäynnistys. Application Server -sovellus ei poista luomiaan vanhoja xml-tiedostoja automaattisesti. Oppimisympäristön käytön myötä selviää, tarvitaanko jokin toiminto, jonka avulla tiedostot poistetaan automaattisesti.

7 OPPIMISYMPÄRISTÖN HARJOITUKSET

7.1 Harjoitusyritys

Harjoituksessa käsiteltävä esimerkkiyritys on kuvitteellinen, puunjalostusalalla toimiva kotimainen Profilewood Oy. Idea yritykseen tuli Profimill Oy:ltä, ja he ovat kehittäneet sen todellisten asiakkaidensa pohjalta vastaamaan mahdollisimman paljon oikeaa yritystä.

Yritys tuottaa ja myy puisia sisustus- ja rakennustarvikkeita rautakaupoille, sisustusliikkeille ja rakennusteollisuuden projektikohteille. Raaka-aineet tuotteisiin ostetaan yhteistyökumppaneilta. Valmistettavia tuotteita ovat ulko- ja sisäverhouspaneelit, saunatuotteet, koristelistat ja höylätuotteet. Valmistuspaikka on oma tuotantolaitos, joka sisältää kolme tuotantolinjaa, varastot ja lähetystoiminnot.

Yrityksen tuotanto on tilausohjautuvaa, ja kaikki tuotteet valmistetaan asiakastilauksen aiheuttaman valmistustarpeen pohjalta. Ylimääräisen pääoman sitomista varastoihin vältetään ja läpimeno- ja asetusajat pyritään pitämään pieninä. Tuotannonohjaus harjoitusyrityksessä perustuu työntöohjaukseen. Valmistusaloiteinformaatio syntyy toimitusketjun alussa tehtävän kuormitussuunnittelun ja siihen pohjautuvan materiaalitarkvelaskennan ja materiaalitaseiden perusteella.

Yritys käyttää toiminnassaan kahta toisiinsa integroitua ohjelmistoa: liiketoimintaa ohjataan NAV-toiminnanohjausjärjestelmän avulla. Sillä suoritetaan osto- ja myyntitilaukset, tuotteiden, asiakkuuden ja henkilöstöhallinnon toiminnot. Tehtaan operatiivisena ohjaus- ja tiedonkeruujärjestelmänä toimii Mill Planner MES -ohjelmisto, jonka avulla tehdään tuotannon suunnittelun, ohjauksen ja arvioinnin toiminnot. Harjoitusyrityksen toimitusketjua ja sen vaiheita on kuvattu liitteessä 4.

Harjoituksessa opiskelija toimii kuvitteellisen harjoitusyrityksen ostajana, myyjänä ja tuotannosuunnittelijana. Hän saa operoida yrityksen koko toimitusketjua, joka alkaa uusien asiakkaiden lisäämisestä ja heidän tekemiensä tilausten saapumisesta, ja päättyy tuotannon valmistumiseen ja tuotantomäärien, tehokkuuden ja häiriöiden arviointiin.

7.2 Harjoitusmateriaalin laadintaprosessi

Pääasiallisesti laadin harjoituksen opiskelijan näkökulmasta. Olen itse suorittanut opintojeni aikana toiminnanohjausjärjestelmiin liittyviä harjoituksia, joten minulla oli alusta asti melko selvä kuva, mitä laatimaltani harjoitukselta odotettaisiin. Materiaalin toivotaan kuitenkin oppilaitoskäytön lisäksi toimivan soveltuvin osin myös Profimill Oy:n asiakkaille tarjottavana käyttökoulutusmateriaalina. Tästä näkökulmasta en valittavasti ehtinyt päästä testaamaan laatimani materiaalin toimivuutta.

Idea esimerkkiyrityksestä, harjoitusmateriaalin alustava runko ja listaus harjoitukselta toivottavista ominaisuuksista saatiin Profimill Oy:ltä. Sieltä saatiin myös hyviä vinkkejä ja malleja harjoituksen tehtävänasetteluihin. Harjoitusmateriaalin ensimmäinen opiskelijoiden käyttöön tarjottu versio laadittiin käymällä koko harjoitusprosessi läpi näitä alustavia määrittelyjä noudattaen ja tehden tarvittavat muutokset, korjaukset ja täydennykset.

Näin syntynyttä versiota tarkasteltiin opiskelijoiden kanssa helmikuussa 2010 Tehdas-tietojärjestelmät-kurssilla. Heidän kommenttiansa sekä omien havaintojeni ja huomioideni perusteella laadin materiaalista lopullisen version, johon myös lisäsin osakokonaisuuksia, kuten uuden asiakkaan luonnin sekä tilausten toimitus- ja laskutuskirjaukset. Harjoitusmateriaalin lopulliseksi pituudeksi muodostui 40 sivua.

Harjoitus sisältää runsaasti kuvamateriaalia. Kuvat ovat otettu ruutukaappauksin suoraan ohjelmista niiden ollessa käytössä. Kuvien tarkoituksena on havainnollistaa opiskelijalle ohjelman toimintoja. Tärkein hyöty kuvista on, että opiskelija voi niiden avulla havaita, käsitteleekö hän varmasti oikeaa toimintoa ja miltä tapahtuman pitäisi hänen ruudullaan näyttää.

Ongelmana työssä oli se, etten päässyt testaamaan materiaalia kuin yhden opiskelijaryhmän kanssa. Laajemman koekäyttäjärühmän kanssa olisi voitu paikantaa lisää mahdollisia ongelmakohtia ja kehitystarpeita. Ajanpuutteen vuoksi tämän ensimmäisen testiryhmän kanssa ei myöskään voitu käydä läpi aivan kaikkia harjoituksen toi-

mintoja. Tämän vuoksi lopullinen harjoituksen suorittamiseen kuluva aika jäi epäselväksi.

Ajan tarve riippuu myös paljolti opiskelijaryhmän taustasta: ovatko ohjelmat sekä niiden avulla käsiteltävät prosessit heille entuudestaan tuttuja vai vieraita. Harjoitusta laatiessani havaitsin, että mitä tutummaksi ohjelmat ja ympäristö itselleni tulivat, sitä hankalampaa oli arvioida, paljonko aikaa täysin uusi käyttäjä voisi saada harjoitukseen kulumaan.

Tein lopulta karkean arvion ajankulusta ja sen mukaisen alustavan suunnitelman harjoituksen toteuttamiseksi neljän opetuskerran aikana niin, että jokainen opetuskerta on pituudeltaan 3x45 minuuttia. Suunnitelma on melko väljä, sillä halusin huomioida siinä myös ohjelmistojen käynnistämiseen, niihin tutustumiseen ja aiheen teorian esittelyyn kuluvan ajan.

7.3 Harjoituksen sisältö

Harjoitus alkaa oppimisympäristöön ja sen ohjelmiin tutustumisella sekä harjoitusyrityksen esittelyllä, jotka ovat materiaalin alussa. Opiskelija voi tutustua näihin itsenäisesti, tai harjoituksen vetäjä voi esitellä ne. Harjoitukset suoritetaan toteuttamalla ohjeiden mukaan toimitusketjun vaiheet oppimisympäristön ohjelmien avulla. Ohjeistus ja tehtävänannot ovat kokonaisuudessaan tämän työn tuloksena syntyneessä harjoitusmateriaalissa. Lisätukena voidaan käyttää Profimill Oy:n laatimia ohjelmistojen käyttöohjeita, joihin on myös viitattu harjoitusmateriaalissa.

Harjoituksen edetessä opiskelija saa vastata konkreettisten toimenpiteiden lisäksi myös pohdintakysymyksiin. Kysymykset on pyritty laatimaan niin, että niihin voi vastata myös tuotannonohjaukseen perehtymätön henkilö. Harjoituksen vetäjä voi halutessaan lisätä vaikeampia pohdintatehtäviä opetukseen.

Opiskelija dokumentoi etenemistään tehtävänannon mukaisesti omaan tekstidokumenttiinsa. Dokumenttiin on tarkoitus täydentää sekä kirjalliset vastaukset kysymyksiin että ruutukaappauksia tehdyistä toimenpiteistä. Materiaalin lopussa on myös kysymyksiä palautteen keruuta varten.

Ensimmäinen suoritettava toimenpide on uuden asiakkaan luonti. Tämän tarkoituksena on tutustuttaa opiskelijaa NAV-toiminnohjausjärjestelmän käyttöön. Ohjelmistojen väliseen integraatioon tutustutaan luomalla uusi tuote, jonka tiedot täydennetään molempiin järjestelmiin. Seuraava osio on myyntitilausten vastaanotto ja kirjaaminen järjestelmään. Tämän jälkeen tarkastellaan niiden siirtymistä integraation välityksellä tehtaaseen, jossa aloitetaan tuotannosuunnittelu.

Ensin suunnitellaan tilausten karkeakuormitus. Tämän jälkeen tiedetään viikkokohtainen raaka-aineiden tarve ja voidaan laskea materiaalit. Saatujen tulosten perusteella hankitaan materiaalit. Ostotilausten vastaanottoja ja varastotoimintoja käsitellään omassa osiossa, joka kytkeytyy luonnollisesti seuraavaan vaiheeseen eli valmistukseen.

Valmistusprosessi toteutetaan tuotteille vaihe kerrallaan niiden asetusten mukaisesti. Siinä hyödynnetään Mill Planner -ohjelmiston Mill Run -hienokuormituskäyttöliittymää hienosuunnittelussa sekä valmistuksenohjauksessa. Valmistuksen yhteydessä käsitellään myös varastosiirtoja ja valmispakettien käsittelyä puskuri- ja valmisvarastoissa.

Valmistuksen jälkeen käsitellään tuotteiden lähetys- ja laskutustoimintoja sekä arvioidaan toteutunutta tuotantoa eri tekijöin. Koska oppimisympäristössä ei synny oikeaa tuotantoautomaation dataa arvioitavaksi, osiossa käsitellään eräästä todellisesta yrityksestä kerättyä dataa. Laaditun materiaalin sisällysluettelo, joka havainnollistaa harjoituksen osioiden kronologista järjestystä, on esitetty tämän työn liitteessä 5.

7.4 Materiaalin soveltamis- ja muokkausmahdollisuuksia

Harjoituksen työvaiheita ei ole sidottu mihinkään määrättyyn aikatauluun. Se voidaan siis työstää kerralla valmiiksi tai jakaa usealle eri opetuskerralle. Tilausten ja valmistuksen ohjeellisista ajoituksista joustaminen ei häiritse harjoituksen kulkua. Esimerkiksi tuotannon raaka-aineiden ostotilauksille ei ole määritelty kiinteää toimitusaikaa, vaan ne voidaan vastaanottaa heti edeltävien toimenpiteiden valmistuttua. Ennen vastaanottotoimenpiteitä raaka-ainepaketteja ei kuitenkaan voi käyttää.

Harjoituksen kokonaiskestoa voi pidentää lisäämällä aiheen teorian käsittelyä tai kokeilemalla ohjelmistojen toimintoja monipuolisemmin. Kestoa voi puolestaan lyhentää jättämällä pohdintatehtävät väliin tai hyödyntämällä jo olemassa olevia tuotteita ja asiakkaita uusien luomisen sijaan. Tehtävänannon tilausriveistä voidaan myös käsitellä vain osa. Suositeltavaa on kuitenkin edetä kuormitussuunnitteluun asti kaikilla tilausriveillä, sillä näin saadaan harjoitustilanteesta kuormituksen järjestelyn suhteen realistinen. Myös hienokuormitusvaiheessa olisi suositeltavaa käsitellä samanaikaisesti useita tilausrivejä, jotta voidaan ymmärtää hienokuormituksen tärkeys tuotannonsuunnittelussa.

7.5 Harjoituksen oppimistavoitteet ja kehittäminen

Tuotannonohjauksen teoriaa ei jouduta pohtimaan tässä harjoituksessa kovin syvästi. Tämä ratkaisu tehtiin, jotta myös sellaiset opiskelijat, jotka eivät ole suorittaneet aiheeseen liittyviä opintoja voivat tehdä harjoituksia ja tutustua näin tuotannonsuunnitteluun ja -ohjaukseen. Tärkeää on etenkin, että opiskelija oppii ymmärtämään MES-järjestelmän roolin yrityksen toiminnassa sekä tuotannonsuunnittelun toimintojen merkityksen.

Oppimisympäristön merkittävin ero reaalityöntilanteeseen on, että siinä ei käsitellä tuotantoautomaation dataa, joka kertoisi valmistusmääristä ja valmistuksessa onnistumisesta, kuten materiaalin hyödyntämisen tarkkuudesta. Ympäristössä ei siis tapahdu materiaalihävikkiä tai tuotannollisia häiriöitä. Tämä vähentää tilanteen realistisuutta, mutta antaa opiskelijalle mahdollisuuden onnistua harjoituksessa ja viedä sen loppuun virheistä tai myöhästymisistä huolimatta. Harjoituksen toiminnoissa ei myöskään ole ehdotto-

mia keskinäisiä aikariippuvuuksia. Harjoituksen tärkeimmäksi tavoitteeksi koettiin nimenomaan tuotantoketjun vaiheiden keskinäisen riippuvuuden ymmärtäminen, ja tämän kannalta on tärkeää pystyä saattamaan harjoitus loppuun myös itsenäisesti ja kunkin opetustilanteen vaatimalla etenemisvauhdilla.

Harjoitusta ja oppimisympäristöä voitaisiin kuitenkin kehittää monipuolisesti tuotannonohjauksen näkökulmasta ja tästä saadaan myös haluttaessa kehitettyä paljon pohdintakysymyksiä käytännön harjoitteiden vastapainoksi. Tuotantostrategia oppimisympäristössä on tilausohjautuvaa. Voitaisiko se muuttaa varasto-ohjautuvaksi joissakin tuotteissa?

Tuotannon ohjaustavaksi valikoituu oppimisympäristössä työntöohjaus, sillä materiaalisuunnittelu ja materiaalivirtojen ohjaus perustuu juuri materiaalitarkvelaskentaan, ja valmistus ja tilaukset aloitetaan nimenomaan toimitusketjun alkupään informaation perusteella. Sekä valmistuotteiden että raaka-aineiden tase näkymät perustuvat tuotantotilauksinformaatioon.

Ohjaustavan muuttaminen ja sen vaikutukset toimintaan olisivat yksi mahdollinen harjoituksen jatkokehittämisen kohde. Mitä täytyisi ottaa huomioon tai muuttaa, jotta ohjaustapa voitaisiin muuttaa imuohjaukseksi, ja miten imuohjauksen informaatiiovirtaa voitaisiin visualisoida oppimisympäristössä?

8 TULOKSET JA JATKOKEHITYS

8.1 Projektin tulokset

Projekti toteutettiin kevättalven 2010 aikana. Toteutusta edelsi suunnitteluvaihe loppusyksyllä 2009. Kehittäminen kuitenkin mitä todennäköisimmin jatkuu, sillä oppimisympäristöllä on useita laajennus- ja jatkokehitysmahdollisuuksia.

Oppimisympäristön teknisissä ominaisuuksissa kaikki tärkeimmät tavoitteet saavutettiin. Ohjelmistot ja niiden välinen integraatio, joiden toimintaa on kuvattu edeltävissä kappaleissa, toimivat projektin alussa asetettujen vaatimusten mukaisesti.

Ympäristö on myös asennettu paikalleen opetustilan koneisiin ja on valmis käytettäväksi. Sitä on ehditty koekäyttää yhden opiskelijaryhmän kanssa. Tämän jälkeen siihen tehtiin ensimmäiset päivitykset, jotka käsittivät käytössä havaittujen ongelmakoh- tien korjaamista sekä täydennyksiä sovellusintegraatioon.

Harjoitusmateriaalista saatiin laadittua edellisessä kappaleessa kuvailtu suomenkieli- nen versio. Lopullinen versio materiaalista laadittiin ottaen huomioon havainnot ja kehityskohteet, joita saatiin kerättyä opetuskäytössä Tehdastietojärjestelmät-kurssilla helmikuussa 2010.

Englanninkielistä materiaalia ei työn aikana saatu tuotettua, ja tältä osin työssä ei saa- vutettu tavoitteita. Oppimisympäristöön ei saatu vielä toteutettua englanninkielistä tie- tosisältöä ja sen osalta vaadittavaa ohjelmiston konfigurointia. Tämä jätettiin myö- hemmäksi kehityskohteeksi. Harjoitusmateriaalin laadintaa varten olisi ollut välttämä- töntä päästä tarkastelemaan oppimisympäristöä kyseisellä kielellä, jotta tehtävöohjeis- tuksista ja kuvamateriaalista olisi saatu selkeää ja johdonmukaista.

8.2 Ongelmia ja kehitystarpeita

Ohjelmistolisenssien ehtojen soveltaminen oli yksi projektin haasteista. Kaikki käytettävät sovellukset ovat kaupallisia. VMWare-ohjelmiston peruskäyttö on ilmaista, mutta muita ohjelmia koskivat maksulliset lisenssit. Kysymys on olennainen etenkin toimistosovelluksissa (MS Office), sillä niiden lisenssit ovat pc-kohtaisia, eikä asennus virtuaalikoneelle isäntäkoneen lisäksi ole automaattisesti sallittua. Toistaiseksi päätettiin pitäytyä fyysisille koneille asennettujen toimisto-ohjelmien käytössä, ja asia otetaan uudelleen esille, mikäli tarvetta ilmenee.

Kaksikielisyys olisi vaatinut Mill Planner MES -ohjelmiston englanninkielisten versioiden asennuksen sekä uusien SQL-tietokantojen luonnin ja muokkaamisen tietosisältöjä varten [Profimill Oy/Sampo Reivilä 2.3.2010]. Mill Planner -ohjelman asetuksiin täytyy myös määritellä, hakeeko se tietosisältönsä suomen- vai englanninkielisestä tietokannasta. Tietokannoista tulevat esimerkiksi kaikkien toimintojen sarakkeiden nimet ja kuvaukset, joten käytännössä oppimisympäristössä olisi täytynyt pitää kahta ohjelmaversiota tietokantoinen rinnakkain tai säätää asetukset uudelleen joka käyttökerralla.

Kaikkea työstettävää dataa ei myöskään ollut välittömästi saatavilla englanninkielisenä. Kun se on saatavilla, englanninkielinen tietosisältö luodaan samoin menetelmin kuin aiemmin dokumentoitu suomenkielinen tietosisältö. Syntynyt harjoitusmateriaali voidaan suoraan kääntää englanniksi tämän jälkeen. Tällöin harjoituksen kuvamateriaali ja tekninen ohjeistus on muutettava vastaamaan englanninkielisiä ohjelmia.

8.3 Jatkokehitysmahdollisuuksia

Alun tavoitteena oli laatia kaksikielinen oppimisympäristö, jotta myös ammattikorkeakoulun vaihto-opiskelijat voisivat sitä käyttää. Tavoite jäi tässä työssä saavuttamatta, sillä oppimisympäristön ohjelmien kielivaihtoehtojen ja tietosisällön rakentaminen päätettiin jättää myöhemmiksi kehityskohteiksi.

NAV-toiminnanohjausjärjestelmässä on myös kokonaisia osa-alueita, joiden toiminnot ovat vielä oppimisympäristön kannalta kartoittamatta, kuten henkilöstöhallinnon

ja kunnossapidon toiminnot. Mill Planner -ohjelmistossa kehityskohteeksi otettaneen lähetystoiminnoista kuljetusasiakirjavalikoiman täydentäminen ja päivittäminen vastaamaan todellisen kuljetusyrityksen tarpeita.

Ammattikorkeakoulun logistiikan opetuksen osa ovat myös erilaiset sähköisen liiketoiminnan ratkaisut. Niiden yhdistäminen rakennettuun oppimisympäristöön on syytä selvittää tulevaisuudessa. Kokeilemisen arvoista voisi olla ainakin jonkin verkko-kauppasovelluksen integrointi NAV-toiminnanohjausjärjestelmään.

BizTalk Server on alusta sähköiseen tiedonvaihtoon yritysten välillä. Ammattikorkeakoululla on jo asennettuna BizTalk-ohjelmisto yhdellä Virtuaalitehtaan palvelimista. Opiskelija voisi esimerkiksi perustaa omaan tietokantaansa henkilökohtaisen yrityksen, rekisteröidä sen palvelimelle ja harjoitella sähköistä tiedonvaihtoa toisten opiskelijoiden luomien yritysten kanssa.

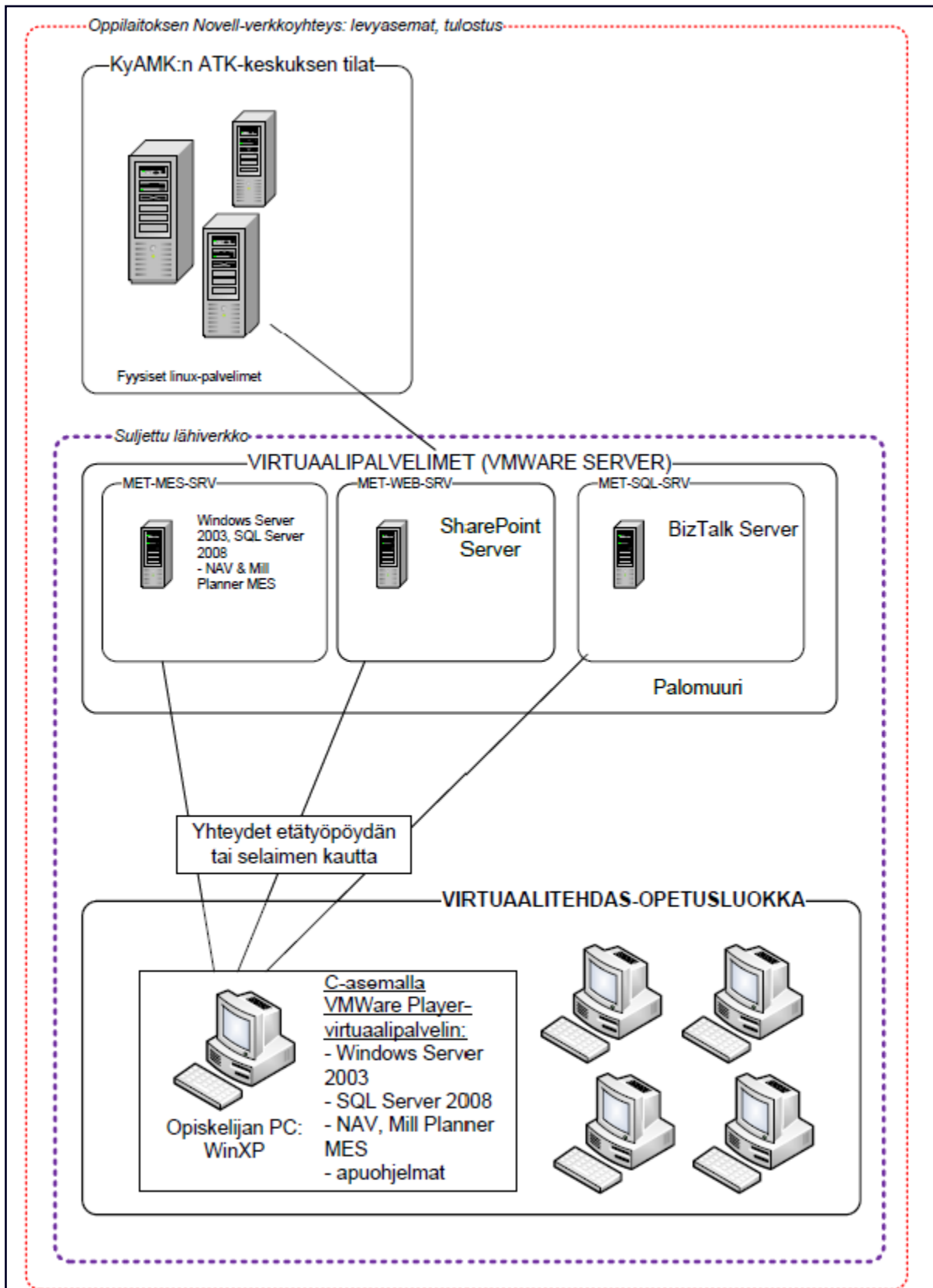
RFID (Radio Frequency Identification) on kehittyvä tapa yksilöidä hyödykkeitä varastoinnin, kuljetusten ja laitosten sisäisten siirtojen aikana. Oppilaitoksessa on olemassa paljon tietoa ja laitteistoa RFID-ratkaisujen toteuttamiseksi, ja se onkin yksi lähitulevaisuudessa tutkittavista asioista. Myös varastohallinnan ja kuljetusasiakirjojen kehittäminen sopisi logistiikan alalle, ja näihin kehitystoimenpiteisiin ryhdyttäneen jo tänä vuonna. [20.]

Myös ammattikorkeakoulun puuteollisuuden alan osaamista voitaisiin hyödyntää oppimisympäristön kehittämisessä. Esimerkiksi voitaisiin selvittää, onko puutekniikan laboratorioissa mahdollista tuottaa soveltuvaa tuotantoautomaation dataa oppimisympäristön MES-järjestelmässä käsiteltäväksi.

LÄHTEET

1. Profimill Oy:n internetsivut www.profimill.fi [viitattu 12.1.2010].
2. Kuopion yliopiston tuotantotalouden perusteet-verkkomateriaali, saatavilla osoitteessa http://www.uku.fi/avoin/tuta/j4_4integrointi. [viitattu 25.2.2010].
3. Kuusinen, Juha: MES-Valmistuksenohjauksen järjestelmät. Saatavilla osoitteessa www.automationit.hut.fi/file.php?id=800. [viitattu 22.2.2010].
4. Sakki, Jouni: Tilaus-toimitusketjun hallinta. Hakapaino Oy, Helsinki 2009.
5. Uusi-Rauva, Haverila, Kouri: Teollisuustalous, Tammer-Paino 2005.
6. Mill Planner MES Hienokuormitus -esite. Profimill Oy 2009.
7. Lehtinen, Lauri: KNL kertoo valmistuslinjasta todellisen tehon. Tekniikka ja talous-lehden artikkeli 17.2.2005. Saatavilla osoitteessa <http://www.tekniikkatalous.fi/ict/article29848.ece> [viitattu 25.2.2010].
8. Mill Efficiency OEE-esite. Saatavilla osoitteessa www.profimill.fi [viitattu 28.2.2010].
9. Aalto, Heikki; Paju, Vesa: ERP-järjestelmää tukevat hienosuunnittelujärjestelmät. Suomen tuotannonohjausyhdistys ry:n artikkeleita. Jaettu Tehdastietojärjestelmät-kurssilla 2010.
10. Suomen Standardisoimisliitto: Standardi PSK 4604 Tuotannonohjausjärjestelmän hankinta.
11. Mäntylä, Juha-Matti: Virtualisointi mullistaa tietotekniikan. Tietoviikko-lehden artikkeli 30.11.2008. Saatavilla <http://www.tietoviikko.fi/cio/article192316.ece> [viitattu 11.3.2010].

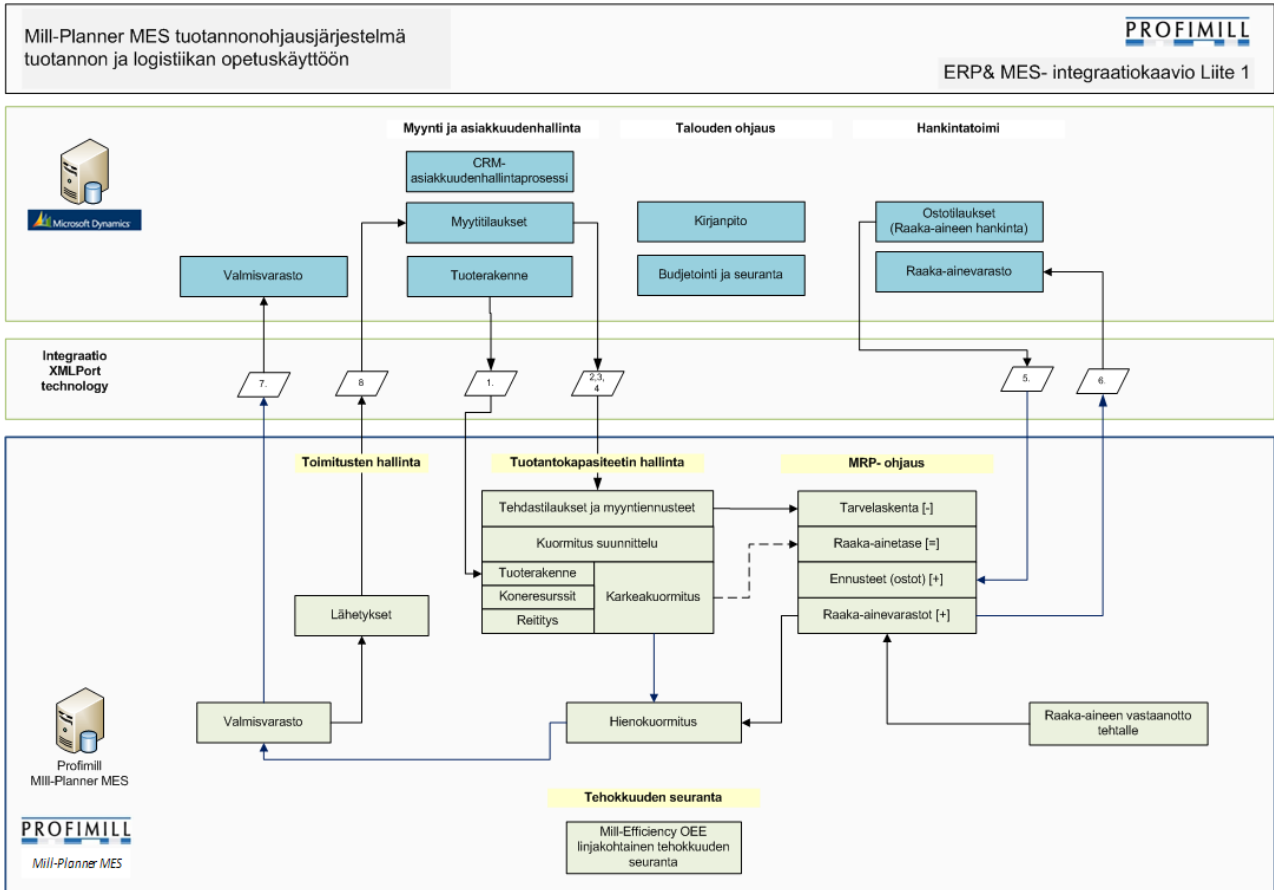
12. Torikka, Mikko: Virtualisointi viherryttää palvelinsaleja. Tekniikka ja talouslehden artikkeli 30.8.2007. Saatavilla
<http://www.tekniikkatalous.fi/ict/article24895.ece>. [viitattu 12.3.2010].
13. KyAMK: Virtuaalitehdas-opetusluokan esittely.
<http://www.kyamk.fi/Tutkimus-%20ja%20kehitt%C3%A4mist%C3%A4mista/TKI-osaamiskeskittym%C3%A4t/KymiTechnology/KymiTechnologyn%20yksik%C3%B6t/Logistiikan%20Virtuaalitehdas> [viitattu 12.3.2010].
14. VMWaren internetsivut www.vmware.com [viitattu 15.3.2010].
15. SQL-opas: johdatus SQL:n maailmaan. Saatavilla osoitteessa
<http://www.2kmediat.com/sql/alkeet.asp> [viitattu 10.3.2010].
16. Microsoft Corporationin suomenkieliset kotisivut
<http://www.microsoft.com/finland/dynamics/nav/default.msp>. [viitattu 1.3.2010].
17. Profimill Oy/Mikko Maja. Haastattelu sähköpostitse 13.1.2010.
18. Integraatiokuvaus-dokumentti. Profimill Oy 2010.
19. Microsoft Corporation: Creating XMLPorts. Saatavilla osoitteessa
<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd338846.aspx> [viitattu 15.3.2010].
20. Keskustelu projektin osapuolten välisessä palaverissa 8.3.2010. Läsä Maja, Reivilä, Heikkinen ja Kekäle.



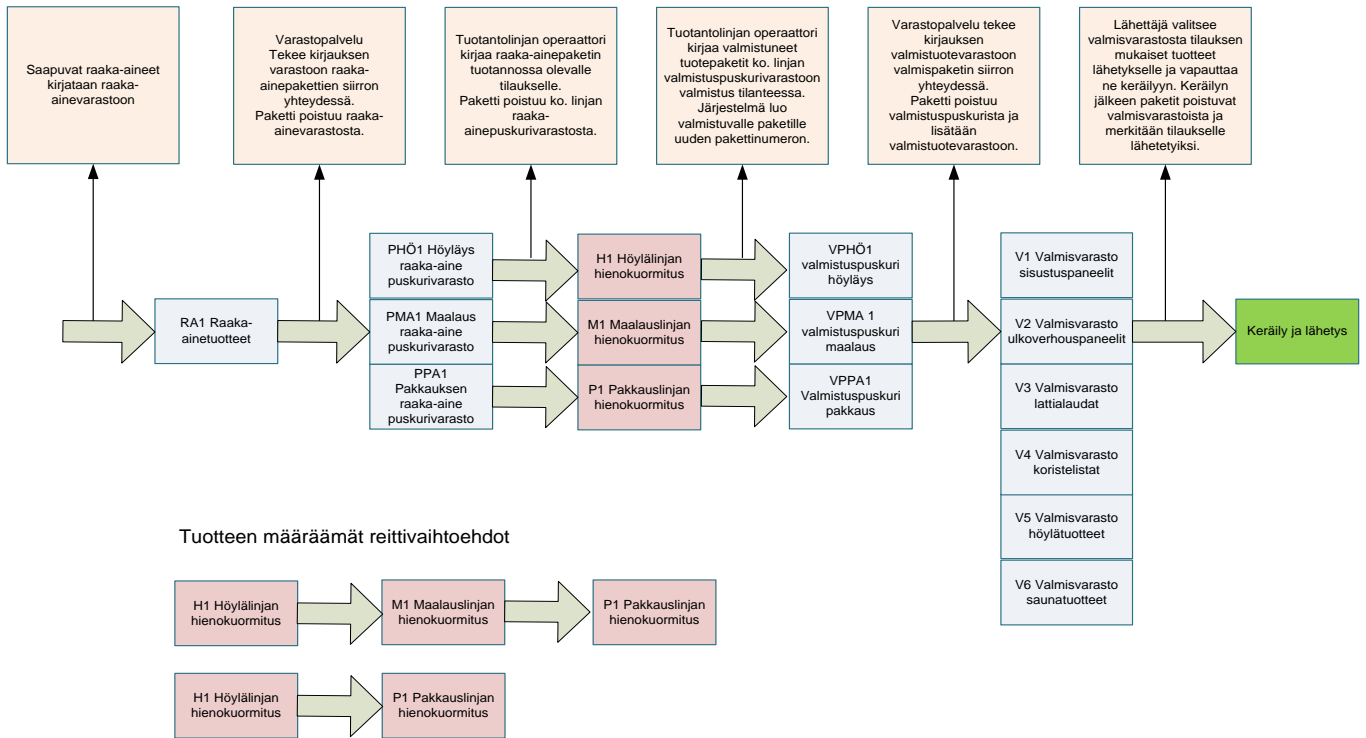
Oppimisympäristön ohjelmissa ylläpidettävät tietoalueet

Prosessi	Mill-Planner MES	Microsoft Dynamics NAV
Myynti ja asiakkuuden hallinta		
CRM- asiakkuudenhallinta		X
Myynti		X
Tuoterakenne		X
Talouden ohjaus		
Kirjanpito		X
Budjetointi ja seuranta		X
Liiketoiminnan raportointi		
Hankintatoimi		
Ostot		X
Raaka-ainevarasto		X
Tuotantokapasiteetin hallinta		
Tehdastilausten käsittely	X	
Kuormitussuunnittelu	X	
Koneressurssien hallinta	X	
Tuoterakenne	X	
Hienokuormitus	X	
MRP- ohjaus		
Raaka-aineiden tarvelaskenta	X	
Raaka-ainetase	X	
Raaka-aine ennusteet	X	
Raaka-ainevarastot	X	
Raaka-aineiden vastaanotto tehtaalle	X	
Tuotannon tehokkuuden seuranta		
Tuotannon raportointi	X	

Oppimisympäristössä integroitavat tietoaalueet



Esimerkkiyrityksen toimitusketju



SISÄLLYS

1 OPPIMISYMPÄRISTÖ JA TEHTÄVÄNANTO	3
1.1 Oppimisympäristön esittely.....	3
1.2 Harjoitusyritys.....	5
1.3 Tehtävänanto.....	6
2 LIIKETOIMINTAPROSESSIEN HALLINTA.....	10
2.1 Asiakkuudenhallinta	10
2.2 Tuotteiden hallinta	11
2.3 Myyntitilauksesta tehdastilaukseen.....	13
3 TUOTANNONSUUNNITTELU	15
3.1 Kuormitussuunnittelu.....	16
3.2. Materiaalisuunnittelu	18
3.3. Materiaalihankinnat	21
4 VARASTONHALLINTA.....	22
4.1 Ennusteverasto	22
4.2 Varastovastaanotot	23
4.3 Varastosierrot.....	24
4.4 Mill Warehouse – varastopalvelun käyttöliittymä	27
5 VALMISTUKSEN OHJAUS MILL RUN-KÄYTTÖLIITYMÄN AVULLA	27
5.1 Hienosuunnittelu ja valmistuksen aloitus	28
5.2 Siirrot tuotantolinjojen välillä.....	30
5.3 Erän valmistuminen.....	31
6 LÄHETYSOIMINNOT	32
6.1 Lähetysten luonti	32
6.2 Lähetysasiakirjat	33
6.3 Myyntilaskut	34
7 ARVIOINTITOIMINNOT	35
8 PALAUTE	40