

Markus Piipponen

3D-SUUNNITTELUN HYÖDYNNETTÄVYYS
TEHDASSUUNNITTELUSSA

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
2012

3D-SUUNNITTELUN HYÖDYNNETTÄVYYS TEHDASSUUNNITTELUSSA

Piipponen, Markus
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Syyskuu 2012
Ohjaaja: Aarnio, Ulla
Sivumäärä: 56
Liitteitä: 6

Asiasanat: 3D-suunnittelu, tehdassuunnittelu, suunnitteluohjelmat

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, mikä olisi paras 3D-tehdassuunnitteluohjelma UPM:n Rauman paperitehtaan tarpeet huomioiden. Tarkoituksena oli myös kartoittaa, minkälaisia hyötyjä saataisiin 3D-suunnittelun käyttöön siirtymisestä.

Aluksi selvitettiin, mitä ohjelmia tällä hetkellä käytetään tehdassuunnitteluun UPM:n Rauman paperitehtaalla sekä miten suunnittelu käytännössä toteutetaan. Seuraavaksi selvitettiin muiden UPM:n paperitehtaiden sekä suurimpien suomalaisten suunnitteluimistojen käyttämät ohjelmat. Tämän jälkeen kartoitettiin markkinoilla olevat tehdassuunnitteluun soveltuvat 3D-suunnitteluohjelmat sekä esiteltiin tarkemmin parhaat vaihtoehdot, joihin perehdyttiin lisää.

Sen jälkeen kun ohjelmiin liittyvät asiat sekä 3D-suunnittelun käyttöönotosta seuraavat hyödyt ja mahdolliset haasteet olivat selvitetty, siirryttiin 3D-suunnittelun käyttöönottoa koskeviin asioihin.

Työn lopussa tarjotaan erilaisia vaihtoehtoja siihen, miten 3D-suunnittelun käyttöön siirtyminen olisi järkevintä tehdä. Lopussa pohdittiin myös 3D-suunnitteluun siirtymisestä aiheutuvia kustannuksia suhteessa siitä saataviin hyötyihin.

THE BENEFITS OF THE 3D PLANT DESIGN

Piipponen, Markus

Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

September 2012

Supervisor: Aarnio, Ulla

Number of pages: 56

Appendices: 6

Keywords: 3D design, plant design, design program

The purpose of this thesis was to find out which 3D plant design program would be the best considering UPM Rauma needs. The thesis was also supposed to research what kind of benefits the transition to 3D design would bring to UPM Rauma.

The first matter that was researched was which programs are currently used in the plant designing in UPM Rauma and how the designing was implemented in practice. The research continued to clarify which programs are used in the other UPM paper mills as well as in biggest design offices in Finland. After this the 3D plant design programs were studied and the best options were presented. The results of these findings were further investigated.

After the matters related to the programs and the advantages and possible challenges of the commissioning of the 3D designing program were clarified, the commissioning itself was further studied.

In the latter parts of the thesis different options of how the transition to 3D design should be made are presented. The cost-effectiveness of the transition to the 3D design was also considered in the end of this thesis.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	UPM:N RAUMAN TEHTAAN ESITTELY	6
2.1	Paperitehdas	7
2.2	RaumaCell.....	8
2.3	Rauman Voima Oy	8
2.4	Biologinen jätevedenpuhdistamo.....	9
2.5	Tehdassuunnitteluun käytettävä ohjelma.....	9
2.6	Tehdassuunnittelun nykyinen toteutus.....	10
3	MUIDEN UPM:N PAPERITEHTAIDEN TÄMÄNHETKINEN TILANNE.....	11
3.1	Tällä hetkellä käytössä olevat suunnitteluohjelmat	12
3.2	3D-laserkeilaukset.....	13
3.3	3D-laserkeilauksesta valmiiksi 3D-malliksi	15
3.3.1	Vaihe yksi – 3D-laserkeilaus.....	15
3.3.2	Vaihe kaksi – Pintojen ja muotojen mallintaminen.....	15
3.3.3	Vaihe kolme – Älykäs 3D-malli.....	16
3.4	3D-laserkeilauksen tulevaisuuden näkymät.....	17
3.5	Muiden UPM:n paperitehtaiden tulevaisuuden suunnitelmat 3D- suunnitteluun liittyen	18
4	TILANNE SUUNNITTELUUTOIMISTOISSA	18
4.1	CTS Engtec Oy	19
4.2	Pöyry Finland Oy	20
4.3	Sweco Industry Oy.....	20
5	MARKKINOILLA OLEVAT 3D-SUUNNITTELUOHJELMAT.....	21
5.1	Markkinoilla olevat 3D-suunnitteluohjelmat.....	22
5.2	Markkinoilla olevat tehdassuunnitteluohjelmat yleisesti.....	23
5.3	Parhaat vaihtoehdot UPM:n Rauman tehtaan 3D-suunnitteluohjelmaksi	25
5.3.1	Aveva PDMS	25
5.3.2	Autodesk Plant 3D.....	27
5.4	Navisworks, katseluohjelma 3D-malleille.....	29
5.5	Navisworks:n eri versiot sekä niiden väliset erot	30
5.6	Yhteensopivuudet eri 3D-suunnitteluohjelmien kesken	31
5.7	Vanhon 2D-piirustusten hyödyntäminen	32
5.8	Ohjelmien kustannusten vertailu.....	33
5.9	Ohjelmien elinkaaret ja tulevaisuuden näkymät	33
6	3D-SUUNNITTELUUN SIIRTYMISESTÄ SAATAVAT HYÖDYT SEKÄ MAHDOLLISET HAASTEET	36

6.1	3D-suunnittelun hyödyt	36
6.2	3D-suunnitteluun siirtymisestä mahdollisesti aiheutuvat haasteet	38
6.3	Tietotekniset haasteet	39
6.3.1	Dokumenttien hallintajärjestelmä.....	40
6.3.2	Tietokannan järjestäminen.....	41
7	MAHDOLLISET RATKAISUT	42
7.1	3D-mallien ylläpidon toteuttaminen itse.....	44
7.2	3D-mallien ylläpidon ulkoistaminen.....	46
7.3	3D-suunnittelun käyttöönotto	48
7.3.1	3D-suunnittelun käyttöönotto uuden laitoksen rakentamisen yhteydessä	48
7.3.2	3D-suunnittelun käyttöönotto laserkeilausten avulla	49
7.3.3	3D-suunnittelun käyttöönotto laajan uusintaprojektin yhteydessä.....	50
8	TYÖN LOPPUTULOKSET.....	50
8.1	Kustannukset.....	50
8.2	Suunnittelun toteuttaminen käytössä olevaan 3D-malliin	52
8.3	Loppupäätelmät.....	53
	LÄHTEET	55
	LIITELUETTELO	56
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää 3D-suunnittelun hyödynnettävyyttä tehdassuunnittelussa. Työssä huomioidaan erityisesti UPM:n Rauman tehtaan tarpeet ja vaatimukset tehdassuunnitteluun liittyen. UPM:n Rauman tehtaalla ei tällä hetkellä ole käytössä mitään 3D-suunnitteluohjelmaa, vaan kaikki suunnittelu tehdään 2D:nä AutoCAD 2008 ohjelmalla.

Aluksi kartoitetaan tehdassuunnitteluun käytettävät ohjelmat muilla UPM:n paperitehtailla. Tämän jälkeen selvitetään, mitä ohjelmia suuret suomessa toimivat ulkopuoliset suunnittelutoimistot käyttävät 3D-tehdassuunnitteluun, koska isoissa projekteissa suunnittelu toteutettaisiin kuitenkin lähes kokonaan ulkopuolisten suunnittelijoiden toimesta. Tästä syystä heidän käyttämänsä ohjelmat on otettava huomioon valittaessa UPM:n Rauman tehtaalle käytettävää 3D-suunnitteluohjelmistoa.

Sen jälkeen kun edellä mainitut asiat ovat saatu selvitettyä, pitää tutkia mitä kaikkia eri ohjelmavaihtoehtoja on 3D-tehdassuunnittelua varten markkinoilla sekä selvittää niiden tulevaisuuden näkymät.

Tarvetta olisi myös selvittää yleisesti 3D-tehdassuunnittelun käyttöön siirtymisestä saatavat hyödyt sekä mahdolliset haasteet. Myös 3D-suunnittelun käyttöönotosta aiheutuvat kustannukset pitää selvittää sekä ottaa huomioon valittaessa parhaita vaihtoehtoja UPM:n Rauman tehtaalle. Tällaisia kustannuksia ovat esimerkiksi itse 3D-tehdassuunnitteluohjelman hankinta- ja käyttökustannukset.

2 UPM:N RAUMAN TEHTAAN ESITTELY

UPM:n Rauman tehtaalla työskentelee tällä hetkellä yhteensä noin 670 henkilöä. Rauman tehdas on tuotantokapasiteetiltaan yksi suurimmista UPM:n paperitehtaista. Alueella sijaitsee paperikoneiden lisäksi myös RaumaCell, voimalaitos, jäteveden-

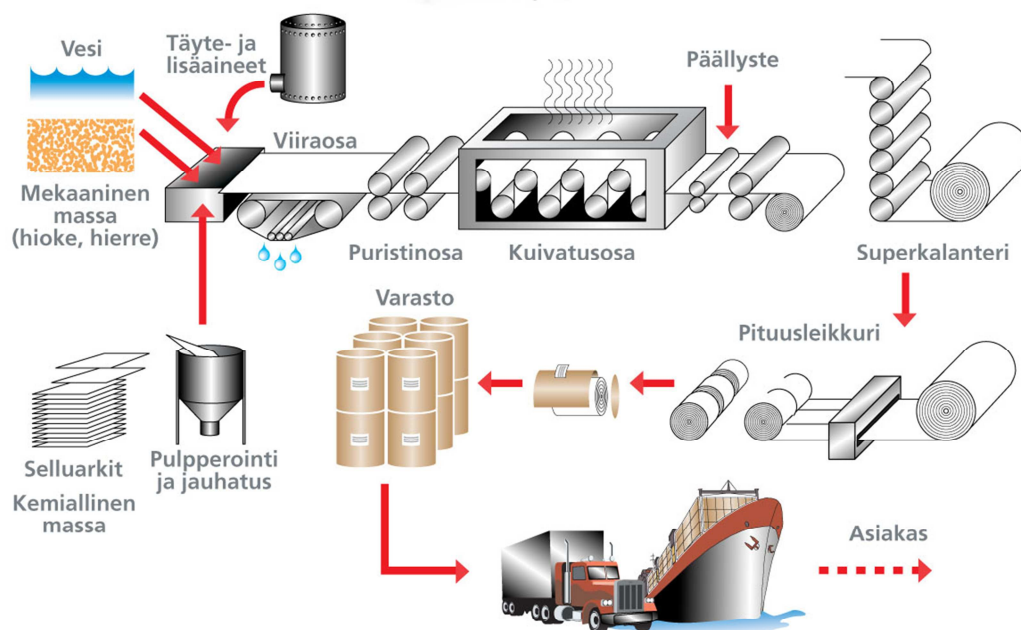
puhdistamo sekä oma vesilaitos, joka puhdistaa tehtaalla käytettävän raakaveden. (UPM intranet 2012b ; Kuva 1.)



Kuva 1. UPM:n Rauman paperitehtaan tehdasalue.

2.1 Paperitehdas

Rauman tehtaalla valmistetaan paperia neljällä paperikoneella, joiden tuotantokapasiteetti on yhteensä noin 1 210 000 tonnia vuodessa. Tämän paperimäärän valmistamiseen kuluu yli 1,7 miljoonaa kuutiometriä kuusipuuta sekä 185 000 tonnia sellua. PK1 ja PK4 valmistavat parempilaatuisempaa päällystettyä LWC-aikakausilehtipaperia. Tätä paperia käytetään pääasiallisesti erikoisaikakausilehtiin, myyntiluetteloihin ja mainospainotuotteisiin. PK2 ja PK3 taas valmistavat päällystämättömää SC-aikakausilehtipaperia. Tätä paperia taas käytetään pääasiallisesti esimerkiksi yleisaikakausilehtiin, tv- ja radiolehtiin ja sanomalehtien liitteisiin. Kuvassa 2 on esitetty päällystetyn LWC-paperin valmistusprosessi yksinkertaistetusti. Päällystämättömän SC-paperin valmistus on hyvin pitkälti samanlainen prosessi, mutta SC-paperin valmistuksessa ei ole päällystysvaihetta. (UPM intranet 2012b.)



Kuva 2. Yksinkertaistettu kuva LWC –paperinvalmistuksen prosessista.

2.2 RaumaCell

RaumaCell valmistaa vuodessa noin 150 000 tonnia revintämassaa, eli fluff-sellua. Tätä käytetään raaka-aineena pääasiallisesti erilaisten hygienia tuotteiden, kuten vaippojen, siteiden ja kuivapaperin valmistukseen. (UPM intranet 2012b.)

2.3 Rauman Voima Oy

Rauman Voima Oy:n biovoimalaitos tuottaa prosessihöyryä ja sähköä paperitehtaal- le. Tämän lisäksi laitos toimittaa sähköä ja kaukolämpöä Rauman kaupungille. Laitos koostuu kahdesta biopolttoainekattilasta sekä kahdesta varakattilasta. Käytettävistä polttoaineista noin 92 % koostuu bio- ja kierrätyspolttoaineista, esimerkiksi puun- kuorista ja metsäjätteistä. Myös jätevedenpuhdistamosta veden puhdistusprosessissa talteen otettava liete kuivataan ja poltetaan energiaksi. (UPM intranet 2012b.)

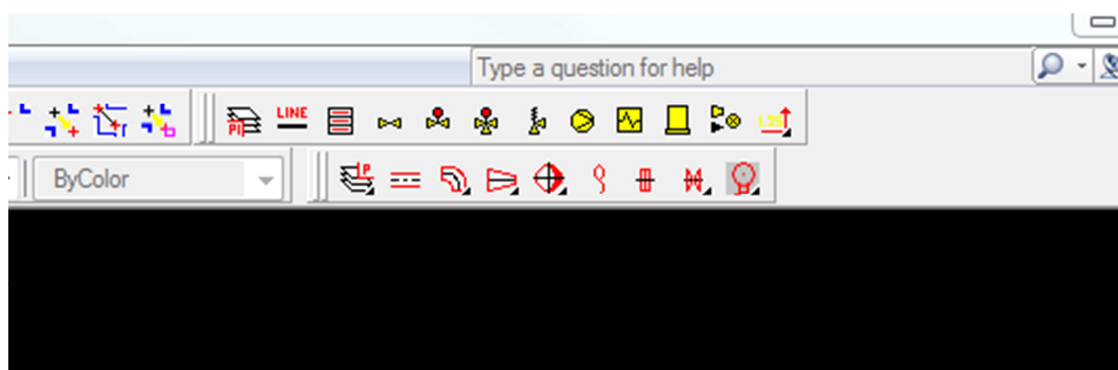
2.4 Biologinen jätevedenpuhdistamo

Biologisella jäteveden puhdistamolla puhdistetaan UPM:n paperitehtaan sekä Metsä Fibren sellutehtaan jätevedet. Laitoksessa puhdistetaan näiden lisäksi myös Rauman kaupungin jätevedet. Puhdistamisen jälkeen vedet lasketaan mereen.

2.5 Tehdassuunnitteluun käytettävä ohjelma

Luvuissa 2.4 ja 2.5 esitetyt tiedot pohjautuvat 27.4.2012 pidettyyn keskusteluun, jossa osallisina olivat itseni lisäksi projektipalvelun päällikkö Mika Nurmi, projekti-insinööri Jukka Reilama sekä vanhempi suunnittelija Jorma Peni. Näiden tietojen lisäksi joukossa on myös omaa tietoa sekä pohdintaa.

Tällä hetkellä UPM:n Rauman tehtaalla käytetään tehdassuunnittelussa AutoCAD 2008 ohjelmaa, johon on lisätty itse tehdyt sovellukset putkistosuunnittelua sekä kaavioiden piirtämistä varten. Nämä sovellukset ovat yksinkertaisia valikoita, joista saa valittua tarvittavat komponentit ja muut toiminnot. Nämä valikot näkyvät kuvassa 3.



Kuva 3. Kuvassa näkyvät käytössä olevat kaavio- ja putkisovellusten valikot. (Ruutukaappaus UPM:n tehtaalla käytössä olevasta AutoCAD:stä.)

Osalle koneista on asennettu myös AutoCAD 2012, mutta se ei ole pääsääntöisesti käytössä, koska kaavio- ja putkistosovellukset eivät vielä toimi siinä täysin. Tästä syystä käytetään pääsääntöisesti AutoCAD 2008 versiota. Lähitulevaisuudessa olisi tarkoitus siirtyä käyttämään jotain AutoCAD:n uudempaa versiota.

Putkisovellus toimii siten, että aluksi valitaan haluttu putken paksuus, esimerkiksi DN40. Tämän jälkeen piirretään putken keskilinja, minkä jälkeen sovellus lisää putken reunaviivat automaattisesti. Myös standardien mukaiset käyrät, laipat sekä putkikannakkeet löytyvät sovelluksesta.

Kaaviosovellus on hyvin samantyyppinen, kuten kuvasta 3 voidaan nähdä. Valikosta löytyvät päälinjat, tavalliset linjat sekä signaalilinjat. Myös esimerkiksi säiliöt sekä erilaiset venttiilit löytyvät sovelluksesta.

Nämä kaksi sovellusta nopeuttavat sekä tehostavat suunnittelua verrattuna sellaisen AutoCAD:n käyttöön, missä ei ole asennettuna näitä sovelluksia. Myös sähkösuunnitteluun olisi tarkoitus jossain vaiheessa saada käyttöön vastaavanlainen sovellus nopeuttamaan suunnittelua.

2.6 Tehdassuunnittelun nykyinen toteutus

Paperikoneet ovat Raumalla sidottu koordinaatistoon, jonka avulla voidaan paikallistaa tai sijoittaa kone tai muu laite erittäin tarkasti. Tehtaalla on kiinteitä metallisia pyöreitä levyjä lattioissa, joita käytetään mittapisteinä, kun halutaan mitoittaa koneen tai laitteen tarkka sijainti. Näitä mittapisteitä käytetään yleensä koneiden tai laitteiden asennusvaiheissa, jolloin tarvitaan erittäin tarkkoja mittoja. Näiden lisäksi tehtaalla oleviin pilareihin on merkittynä kyseisen pilarin sijainti. Pilareista ei tosin voi mitoittaa esimerkiksi koneen paikkaa, koska tarkkuus ei tällöin olisi riittävä. Juuri tällaisissa tapauksissa tarvitaan edellä mainittuja tarkkoja mittapisteitä, jotta päästään riittäviin mittatarkkuuksiin.

Kuten on jo mainittu, tehtaan pilarit ovat merkitty numero ja kirjain yhdistelmällä sijaintinsa mukaan. Kaikki pilarit ovat samoilla linjoilla ja ne ovat merkittyinä esimerkiksi F24 tai H31. Eli esimerkiksi pilari F24 sijaitsee linjojen F ja 24 risteyksessä. Eri kerrokset ovat taas merkittynä korkeutensa mukaan, esimerkiksi taso +6,10 metriä tai taso +13,10 metriä. Nämä ovat periaatteessa korkeuksia merenpinnasta. Paikannus tapahtuu yhdistämällä nämä kaksi tietoa, minkä jälkeen tiedetään kohteen sijainti. Tehtaalla on myös kiinteitä ja tarkkoja korko-merkkejä, joista saadaan mitoi-

tettua korkeus tarkasti. Korkeusmerkit ja mittapisteet yhdistämällä saadaan todella tarkka sijainti niin korkeus- kuin vaakasuunnassakin.

Tällä hetkellä piirretään AutoCAD:llä 2D-tasopiirustuksia aina tietyltä tasolta. Piirustuksiin on merkattuna pilarit sekä tämän lisäksi myös taso, josta kyseessä oleva piirustus on piirretty. Pilareiden lisäksi piirustuksiin on merkattuna myös kiinteät mittapisteet, joihin mitoitus yleensä ottaen perustuu.

Nykyinen toimintamalli asettaa kuitenkin omat haasteensa, koska tasojen välissä on useita metrejä. Välillä voi olla epäselvää, onko tasojen välillä jo olemassa olevia putkia tai koneenosia, jotka pitäisi huomioida esimerkiksi putkistosuunnittelussa. Myös uusia putkia suunniteltaessa tulee ottaa huomioon, ettei putkien asentaminen juuri suunniteltuun kohtaan ole asennusteknisesti mahdollista normaalimenetelmin. Tehtaan piirustukset eivät myöskään ole niin sanotusti mittatarkkoja, jolloin piirustuksiin ei voida luottaa täysin. Pääsääntöisesti tehtaan piirustukset kuitenkin pitävät paikkansa melko hyvin.

Ajantasainen jatkuvasti päivitettävä 3D-malli sekä siirtyminen 3D-suunnittelun käyttöön parantaisivat tilannetta edellä mainittujen ongelmien suhteen. Se ei kuitenkaan kokonaan poistaisi ongelmia putkien todellisten sijaintien dokumentoinnista, vaan samankaltaisiin haasteisiin tultaisiin todennäköisesti törmäämään, vaikka käytössä olisikin tarkka 3D-malli. Periaatteessa ainut tapa saada selville putkien todellinen sijainti on 3D-laserkeilauksen tekeminen. (Nurmi 2012.)

3 MUIDEN UPM:N PAPERITEHTAIDEN TÄMÄNHETKINEN TILANNE

Kartoitin tilanteen muilla UPM:n paperitehtailla suorittamalla kyselyn sähköpostitse. Kyselyt ovat liitteinä työn lopussa (Liite 1 ja Liite 2). Kysymykset lähetettiin suomalaisten ja ulkomaalaisten paperitehtaiden suunnittelupäälliköille. Tässä luvussa olevat tiedot perustuvat kyselyn tuloksiin. Joukossa on myös muualta saatua tietoa sekä myös omaa tietoa sekä pohdintaa.

3.1 Tällä hetkellä käytössä olevat suunnitteluohjelmat

Kyselyn perusteella selvisi, että muillakin UPM:n paperitehtailla tehdassuunnittelu sekä muu suunnittelu tehdään pääsääntöisesti käyttäen 2D-AutoCAD ohjelmien eri versioita.

UPM:n saksalaisella Augsburgin paperitehtaalla käytetään 3D-suunnittelua. Augsburgissa on tosin vain kaksi suunnittelijaa, jotka käyttävät mekaaniseen suunnitteluun AutoCAD Inventoria. Tämän lisäksi myös Saksassa sijaitsevalla Schongaun paperitehtaalla on yksi konsultti, joka tekee pieniä 3D-layouteja.

Näiden kahden tehtaan lisäksi myös muutamalla muulla tehtaalla on Autodesk Inventor lisenssejä noin 1-2 kappaletta satunnaisesti käytössä mekaanisessa suunnittelussa. Käyttö on kuitenkin niin vähäistä, ettei heidän voida sanoa varsinaisesti hyödyntävän 3D-suunnittelua.

Kyselyn perusteella selvisi myös, että Schongaun paperitehtaalta on tällä hetkellä suunnitteluvaiheessa uusi voimalaitos. Tämän projektin suunnittelusta vastaa Pöyry ja se suunnitellaan käyttäen Aveva PDMS ohjelmaa.

Yhdysvalloissa sijaitseva UPM:n Blandinin paperitehdas on ainut tehdas vastanneiden tehtaiden joukossa, jossa käytetään pääsääntöisesti 3D-suunnittelua. Heillä on käytössään Microstation V8i 3D-suunnitteluohjelma, jolla tehdään käytännössä kaikki Blandinin suunnittelu. Myös erilaiset 2D-piirustukset tehdään käyttäen Microstation V8i ohjelmaa. Varsinaiseen suuremman mittakaavan tehdassuunnitteluun tästä ohjelmasta ei kuitenkaan ole, eikä Blandinin tehtaalla toisaalta olisi resurssijakaan isojen projektien suunnitteluun omien suunnittelijoiden toimesta. Tämä sama tilanne henkilöstöressurssien suhteen on myös monella muulla tehtaalla.

Pääsääntöisesti muilla paperitehtailla oli vain vähän kokemusta 3D-suunnittelun käytöstä. Kuitenkin suuremmat projektit, joissa konsultit olivat tehneet suunnittelun, oli toteutettu 3D:nä useimmilla tehtailla. Ulkopuoliset suunnittelutoimistot ovat lähes 10 vuoden ajan tehneet käytännössä kaikki suuret projektit nimenomaan 3D-suunnittelua käyttäen. Vuonna 1998 käynnistynyt UPM:n Rauman tehtaan neljännen

paperikoneen rakennusprojekti oli Pöyry Finland Oy:n viimeisiä suuria projekteja, joka tehtiin 2D-suunnittelua käyttäen. (Syrjänen & Peltopuro 2012.)

Kyselyn perusteella kävi ilmi, että 3D-suunnittelusta olevat kokemukset olivat suurimmaksi osaksi hyviä ja 3D-suunnittelun käyttäminen koettiin yleisesti ottaen hyödylliseksi, varsinkin suuremmissa projekteissa.

3.2 3D-laserkeilaukset

UPM:n paperitehtailla oli vain vähän kokemusta 3D-laserkeilauksista, joilla saadaan olemassa olevasta kohteesta kuvattua niin sanottu pistepilvi 3D-laserkeilainta käyttäen. Kuvassa 4 on Leica Geosystems:n 3D-laserkeilain. Pistepilvi on nimensä mukaisesti valtava määrä pisteitä, jotka periaatteessa mukailevat kuvatun kohteen tai alueen pintoja. Pistepilveä voidaan pyörittää tietokoneen ruudulla vapaasti, kuten 3D-mallia, jolloin sitä voidaan tarkastella kaikista mahdollisista suunnista.

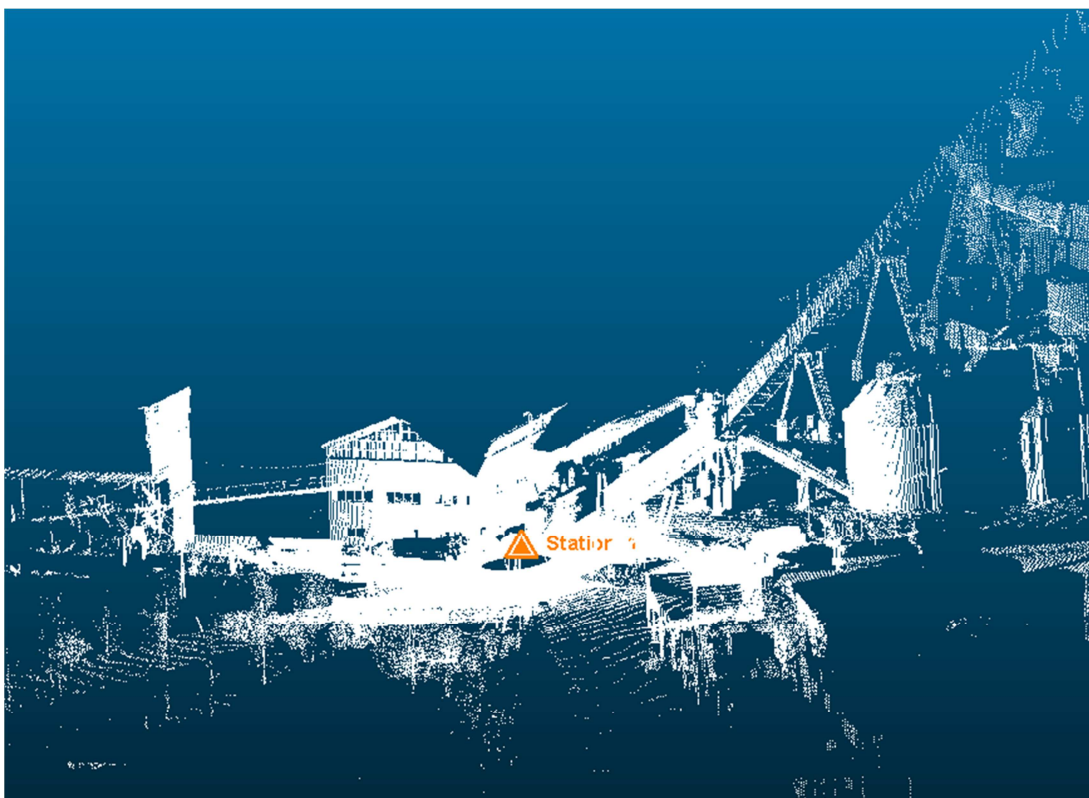


Kuva 4. Leica Geosystems:n valmistama 3D-laserkeilauksiin käytettävä keilain. (Leica-geosystems, WWW-sivut 2012)

Esimerkiksi kuvassa 5 näkyvä pistepilvi sekä siitä tehtävä 3D-malli ovat mitoiltaan erittäin tarkkoja. Pistepilvestä on mahdollista nähdä esimerkiksi putkien omasta pai-

nosta aiheutuvat todella pienet taipumat sekä tämän lisäksi myös putkien lämpölaajeneminen on mahdollista havaita pistepilvestä. Tämä tarkkuus on sinällään ihan mielenkiintoinen ominaisuus, mutta usein siitä ei kuitenkaan ole mitään varsinaista hyötyä, koska putket halutaan kuitenkin 3D-malliin suorina sekä oikeankokoisina. Tämä on kuitenkin hyvä esimerkki siitä, kuinka äärimmäisen tarkkoihin tuloksiin päästään käyttämällä 3D-lasekeilausta. (Syrjänen & Peltopuro 2012.)

Joillain tehtailla ulkopuoliset konsulttitoimistot olivat tehneet 3D-laserskeilauksia suurempien projektien yhteydessä mahdollistamaan 3D-suunnittelun käytön kyseisissä projekteissa. Näiden lisäksi pari tehdasta oli osittain kokeilumielessä teettänyt pienempiä pistepilviä, mutta yleisesti ottaen voidaan sanoa 3D-laserkeilausten tekemisen olevan harvinaista UPM:n paperitehtailla.



Kuva 5. 3D-keilauksen tuloksena syntynyt pistepilvi UPM:n Savonlinnan vaneritehtaalta. Oranssi kolmio kuvaa skannaukseen käytetyn kameran sijaintia. (UPM, sisäinen dokumentti)

3.3 3D-laserkeilauksesta valmiiksi 3D-malliksi

3D-laserkeilaus ja sen tuloksena saatua pistepilveä hyödyntäen tapahtuva mallinnus sisältää kolme eri vaihetta, jotka esitellään alempana. Tässä yhteydessä esitetyt eri vaiheisiin kuuluvat ajat sekä kustannukset ovat esitettynä keskenään suhteessa olevilla luvuilla siten, että oikeat kustannukset jäävät salaisiksi.

3.3.1 Vaihe yksi – 3D-laserkeilaus

Aluksi tehdään suunnitelmat siitä, mitä kaikkea on tarkoitus 3D-laserkeilata sekä siitä, että kuinka hyvä ja perusteellinen pistepilvi halutaan. Nämä valinnat vaikuttavat siihen kuinka monesta suunnasta ja kuinka moneen kertaan kyseessä oleva kohde keilataan. Mitä parempi ja informatiivisempi pistepilvi halutaan, sitä kauemmin kohteen keilauksessa menee aikaa. Tietysti myös kohteen suuruus vaikuttaa tähän, eli onko laserkeilauksen kohteena vain yksi kone, vai usean koneen konesali putkistoi-
neen. (Syrjänen & Peltopuro 2012.)

3D-laserkeilaus on kuitenkin melko nopea ja halpa vaihe seuraaviin vaiheisiin verrattuna, joten tämä vaihe kannattaa lähes jokaisessa tapauksessa suorittaa kunnolla. Tällä varmistetaan se, että pistepilvestä tulee kerralla niin hyvä, ettei se tule asettamaan mitään rajoitteita sen myöhempään käyttöön. Kokonaisen paperikoneen keilaamiseen kuluisi kahdesta viiteen päivää, riippuen siitä kuinka hyvä pistepilvi halutaan. (Syrjänen & Peltopuro 2012.)

Oletetaan, että tässä tapauksessa ensimmäiseen vaiheeseen kuluisi aikaa noin kaksi päivää (Peltopuro sähköposti 28.6.2012).

3.3.2 Vaihe kaksi – Pintojen ja muotojen mallintaminen

Seuraavaksi pistepilvi käsiteltäisiin tietokoneella ja tämän jälkeen lähdetäisiin hahmottelemaan pisteitä mukailevia geometrioita pistepilven päälle. Esimerkiksi putken päälle lähdetäisiin sovittamaan sopivan kokoista lieriötä ja niin edelleen. Tämän vaiheen lopputuloksena saadaan oikean 3D-mallin näköinen malli, mutta se ei kui-

tenkaan ole vielä niin sanottu älykäs malli. Tässä vaiheessa esimerkiksi putki on vain umpinainen lieriö, jossa ei itsessään ole minkäänlaista informaatiota, kuten putken kokoa tai mitään liityntätietoja. (Syrjänen & Peltopuro 2012.)

Tähän vaiheeseen kuluisi aikaa noin kymmenen päivää (Peltopuro sähköposti 28.6.2012).

3.3.3 Vaihe kolme – Älykäs 3D-malli

Viimeisenä vaiheena olisi mallin muuttaminen älykkääksi 3D-malliksi. Tässä vaiheessa esimerkiksi putkia esittävät lieriöt korvattaisiin oikeilla putkikomponenteilla. Myös kaikille muille osille, kuten säiliöille ja toimilaitteille tehtäisiin samoin. Malli tavallaan rakennettaisiin kokonaan uudestaan edellisessä vaiheessa luotuja geometrioita hyödyntäen. Tämän vaiheen lopputuloksena saadaan niin sanottu älykäs 3D-malli, eli malli koostuisi tietokannasta löytyvistä standardiosista sekä sisältäisi tarpeelliset tiedot, kuten esimerkiksi putkien liityntätiedot. (Syrjänen & Peltopuro 2012.)

Tähän kolmanteen vaiheeseen kuluisi aikaa kolmekymmentä päivää (Peltopuro sähköposti 28.6.2012).

Täysin uutta, osittain vielä kehitysvaiheessa olevaa tekniikkaa käyttäen varsinaiseen mallinnukseen, eli vaiheisiin kaksi ja kolme kuluisi aikaa vain noin kymmenen päivää nykyisen 30 päivän sijasta. Tämä uusi tekniikka, joka mahdollistaa älykkään mallintamisen suoraan pistepilven päälle, esitellään tarkemmin alempana. (Syrjänen & Peltopuro 2012.)

Edellä esitetystä voidaan nähdä, että 3D-laserkeilaus itsessään ei ole kovin kallista tai aikaa vievää, vaan paljon suuremmat kustannukset aiheutuvat itse mallintamisesta, eli vaiheista kaksi ja kolme. Yksi ratkaisu tähän on tehdä pelkkä pistepilvi esimerkiksi koko tehtaasta ja jättää itse mallintaminen toistaiseksi tekemättä. Myöhemmin kun tehdään projektia kyseiselle alueelle, niin mallinnetaankin vasta siinä vaiheessa ainoastaan tarvittavan verran älykästä 3D-mallia pistepilven päälle. Tällä tavalla toimi-

malla saadaan kustannuksia vähennettyä huomattavasti verrattuna koko tehtaan mallintamiseen. Tämä olisi mielestäni erittäin mielenkiintoinen vaihtoehto, joka saattaisi laskea kynnystä siirtyä 3D-suunnittelun käyttöön sellaisilla tehtailla, joista ei ole 3D-mallia tehtynä. Tällä toimintamallilla saataisiin huomattavat säästöt verrattuna siihen, että tehtäisiin koko tehtaasta älykäs 3D-malli, koska silloin ei tarvittaisi niin paljoa itse mallintamista sen jälkeen kun kyseessä oleva tehdas olisi laserkeilattu. (Syrjänen & Peltopuro 2012.)

3.4 3D-laserkeilauksen tulevaisuuden näkymät

Kuten aikaisemmin on jo mainittu, uusimpana ja erittäin mielenkiintoisena kehitysaskeleena vaihe 2 voitaisiin periaatteessa ohittaa kokonaan. PDMS:ää sekä Laser Modeller nimistä lisäosaa yhdessä käyttäen pystyttäisiin mallintamaan älykästä 3D-mallia suoraan pistepilven päälle, jolloin ei tarvitsisi enää suorittaa vaihe kakkosta käytännössä ollenkaan. Vielä ei tosin ole aivan varmaa kuinka hyvin tämä käytännössä toimii, mutta ainakin mainospuheiden perusteella päästäisiin merkittäviin säästöihin ajankäytössä ja sitä kautta myös kustannukset tulisivat laskemaan reilusti. Mikäli mainospuheet pitävät paikkaansa, niin tällä uudella tekniikalla mallinnusvaihe voitaisiin toteuttaa noin viidesosalla siitä työmäärästä mitä siihen vielä tällä hetkellä kuluu. Koska mallinnus vaihe on työmäärältään moninkertainen verrattuna keilausvaiheeseen ja siitä aiheutuu paljon kustannuksia, niin tämä uusi tekniikka olisi toimissaan todella merkittävä kehitysaskel. (Syrjänen & Peltopuro 2012.)

Toisena uutena tekniikkana tälle alalle on tullut niin sanottu fotografinen laserkeilaus. Tällä tekniikalla keilatessa saadaan tavallaan 3D-valokuva. Tällaisessa pistepilvessä on mukana värit ja kuvan laatu ovat niin korkealuokkaista, että esimerkiksi putkessa olevasta numerosarjasta tai tekstistä saadaan lukukelpoista. Tällaista fotograafista pistepilveä voisi hyödyntää varsinkin tilanteissa, joissa laserkeilatusta tehtaasta mallinnetaan vain ne tarvittavat alueet, joihin ollaan tekemässä projektia. Se sopii tällaisiin tarkoituksiin erityisen hyvin, koska valokuvaa muistuttava fotografinen pistepilvi antaa keilatusta kohteesta visuaalisesti paremman kuvan, kuin perinteinen pistepilvi. (Syrjänen & Peltopuro 2012.)

3.5 Muiden UPM:n paperitehtaiden tulevaisuuden suunnitelmat 3D-suunnitteluun liittyen

Vastanneilla tehtailla ei Blandinin paperitehdasta lukuun ottamatta ollut mitään valmiita suunnitelmia 3D-suunnittelun käyttöönottoon liittyen. Kiinnostusta asiaa kohtaan oli kuitenkin havaittavissa ja asiaa oli ainakin pohdittu muilla UPM:n paperitehtailla.

Esimerkiksi Blandinin tehtaalla on suunniteltu Microstation V8i:n käytöstä siirtymistä SolidWorks:n käyttöön. Erityisesti SolidWorks:n putkistosuunnitteluominaisuudet sekä monipuoliset lujuuslaskentatyökalut herättävät kiinnostusta Blandinin suunnitelijoissa.

Kyselyn perusteella voisi tehdä johtopäätöksen, että perinteinen 2D-AutoCAD tulee varmasti myös jatkossa olemaan pääasiallinen ohjelma tehdassuunnitteluun lähes kaikilla UPM:n paperitehtailla jo senkin takia, että lähes kaikki olemassa olevat piirustukset ovat 2D-muodossa ja nimenomaan AutoCAD:n omassa DWG-tiedostoformaattissa. Näiden tiedostojen suhteellisen huono hyödynnettävyys 3D-suunnitteluohjelmien kanssa sekä 3D-laserkeilauksista aiheutuvat korkeat kustannukset ovat yhtenä esteenä 3D-suunnittelun laajamittaiselle käyttöönotolle UPM:n paperitehtailla. Tietysti tulee muistaa, että 3D-laserkeilausten tekniikka paranee kokoajan ja kustannukset tulevat laskemaan ajan myötä. Tämä tulee mahdollisesti lisäämään vanhojen tehtaiden 3D-laserkeilaamista ja sitä kautta niiden tekemistä 3D-malleiksi, ainakin joissain määrin.

4 TILANNE SUUNNITTELU-TOIMISTOISSA

Tarkoituksena oli selvittää suurimpien ja useimmin käytettyjen paperiteollisuuden alalla toimivien suomalaisten suunnittelutoimistojen tämän hetkinen tilanne tehdassuunnittelun kannalta. Tarkoituksena oli selvittää mitä ohjelmia nämä suunnittelutoimistot itse käyttävät ja mitä ajatuksia näillä suunnittelutoimistoilla oli yleisesti 3D-tehdassuunnitteluun sekä tulevaisuuteen liittyen.

4.1 CTS Engtec Oy

Aveva PDMS on käytetyin sekä CTS Engtec Oy:n Jussi Järvelän mielestä myös paras 3D-tehdassuunnitteluohjelma ainakin suurissa projekteissa. Tällä hetkellä esimerkiksi CTS Engtec Oy:n asiakkaina olevat suuret laitetoimittajat vaativat suunnittelun tekemistä nimenomaan PDMS:llä. CTS Engtec Oy on tehnyt myös itse paljon erilaisia apuohjelmia sekä makroja PDMS:ään helpottamaan suunnittelua. (Järvelä sähköposti 13.6.2012.)

CTS Engtec Oy:llä on ollut aiemmin käytössä 3D-tehdassuunnittelussa PDMS:n lisäksi myös Integraph PDS sekä suomalainen Vertex G4Plant. Näiden kahden ohjelman käyttö CTS Engtec Oy:llä on kuitenkin Järvelän mukaan käytännössä jo lopetettu tai ainakin se on todella vähäistä. (Järvelä sähköposti 13.6.2012.)

CTS Engtec Oy on ottamassa käyttöön PDMS:n rinnalle myös Autodesk Plant 3D:n. Järvelä uskoo sen lisäävän entisestään 3D:n käyttöä, koska se tarjoaa halvemman vaihtoehdon PDMS:lle. Tästä tulee Järvelän mukaansa seuraamaan, että nekin pienet projektit, jotka vielä tehdään 2D:nä, tehdään jatkossa todennäköisesti 3D:nä. (Järvelä sähköposti 13.6.2012.)

CTS Engtec Oy myy myös asiakkailleen tekemiään lisäosia, kuten makroja, erilaisia katalogeja sekä jo mainittuja apuohjelmia. CTS Engtec Oy:llä on tarjolla myös erilaisia palveluja uuden järjestelmän käyttöönottoon tai esimerkiksi pelkästään mallien ylläpitoon. Näiden palvelujen lisäksi on mahdollista ostaa myös pelkkää mallinustapua. (Järvelä sähköposti 13.6.2012.)

Projektien etenemisen seurantaan sekä hallintaan ja ylipäätensä 3D-mallien katseluohjelmana CTS Engtec Oy:llä käytetään Autodesk Navisworks:n eri versioita. CTS Engtec Oy:llä on hankittu Administrator henkilöille maksulliset Manage versiot. Muilla henkilöillä on käytössään ainoastaan ilmaisia Freedom versioita 3D-mallien katselua varten. CTS Engtec Oy:llä ei ole Järvelän mukaan ollut tarvetta ottaa käyttöön maksullista Simulate versiota 3D-mallien katselua varten, koska ilmainen Freedom on koettu ominaisuuksiltaan riittäväksi. (Järvelä sähköposti 13.6.2012.)

4.2 Pöyry Finland Oy

Aveva PDMS on valittu Pöyry Finland Oy:n pääsääntöiseksi 3D-tehdassuunnitteluohjelmaksi vuoden 2012 alusta lähtien. Pöyry Finland Oy pyrkii tekemään PDMS:llä kaikki projektinsa, ellei ole painavaa syytä käyttää jotain muuta ohjelmaa. Tällainen syy on esimerkiksi pienemmän muutosprojektin tekeminen kohteeseen, josta on jo olemassa oleva, jollakin toisella 3D-suunnitteluohjelmalla tehty 3D-malli. Tällaisissa tapauksissa ainakin harkittaisiin saman ohjelman käyttöä, jolla 3D-malli on alun perin mallinnettu. Toinen syy voisi olla PDMS:n korkeat lisenssien hinnat sekä runsas administroidin työnsä tarve varsinkin projektia perustettaessa, joista johtuen asiakas halusi käyttää jotain halvempaa vaihtoehtoa 3D-suunnitteluohjelmaksi. Suurissa projekteissa ei PDMS:lle oikein edes ole vartenotettavaa korvaavaa vaihtoehtoa tällä hetkellä, joten Pöyry Finland Oy tekee tällaiset suuremmat projektit periaatteessa joka tapauksessa käyttäen PDMS:ää. (Syrjänen & Peltopuro 2012.)

Kuten CTS Engtec Oy, niin myös Pöyry Finland Oy seuraa Autodesk Plant 3D:n kehittymistä tarkasti. Pöyry Finland Oy:llä oltiin erittäin kiinnostuneita ohjelmasta ja sen tulevasta kehityksestä. Tällä hetkellä se ei kuitenkaan vielä ole käytössä. Mikäli ohjelma kehittyisi ajan myötä, voitaisiin sitä tulevaisuudessa käyttää suuremmissakin tai ainakin keskisuurissa projekteissa. Tällä hetkellä se ei Peltopuron näkemyksen mukaan sovi kuin pienempiin, korkeintaan muutaman suunnittelijan projekteihin, koska se pohjautuu tiedostoihin tietokannan sijaan. Pienissä projekteissa sillä on kuitenkin omat etunsa joihin voi laskea esimerkiksi vähemmän administroidin työnsä tarpeen esimerkiksi projekteja perustettaessa. Plant 3D:n etuna on myös se, että ohjelma on kevyempi käyttää kuin esimerkiksi PDMS. Myös ohjelman reilusti halvempi lisenssien hinta lisää varmasti mielenkiintoa sitä kohtaan. (Syrjänen & Peltopuro 2012.)

4.3 Sweco Industry Oy

Myös Sweco Industry Oy käyttää 3D-tehdassuunnitteluun pääsääntöisesti Aveva PDMS:ää. Myös Sweco Industry Oy:llä PDMS:n käyttö johtuu osittain jo pelkästään

laitetoimittajien vaatimuksista käyttää nimenomaan kyseistä ohjelmaa. PDMS:än lisäksi on vähäisessä käytössä myös Integraph:n PDS sekä Elomatic Group:n Cadmatic. (Hynnä sähköposti 25.6.2012.)

Sweco Industry Oy:llä on katselu- sekä projektienseurantaohjelmistona käytössä laajalti muuallakin käytössä oleva Autodesk Navisworks. Muita vastaavaan tarkoitukseen käytettäviä ohjelmia Sweco Industry Oy:llä ei ole käytössä lukuun ottamatta Elomatic Group:n omaa eBrowser katseluohjelmaa, joka on käytännössä ainut vaihtoehto Cadmatic:illa tehtyjen mallien katseluun. (Hynnä sähköposti 25.6.2012.)

Tulevaisuudessa 3D-suunnittelun käyttö tulee Hynnän mukaan lisääntymään myös pienemmissä uusintaprojekteissa, joista osa tehdään vielä tänä päivänä 2D-suunnitteluohjelmilla. Tämän lisäksi 3D-suunnittelua on jatkossa tarkoitus hyödyntää putkistosuunnittelun lisäksi entistä enemmän myös muilla suunnittelun aloilla, kuten rakenne- ja teräsrakennesuunnittelussa. (Hynnä sähköposti 25.6.2012.)

5 MARKKINOILLA OLEVAT 3D-SUUNNITTELUOHJELMAT

Ohjelmaa valittaessa tulee ottaa huomioon ominaisuuksien lisäksi myös se, mitä ohjelmia on käytössä ulkopuolisilla suunnittelutoimistoilla, kuten työssä jo mainituilla CTS Engtec Oy:llä, Pöyry Finland Oy:llä tai Sweco Industry Oy:llä. Tämä johtuu siitä, että isoissa projekteissa ulkopuolinen suunnittelutoimisto tulisi tekemään käytännössä koko suunnittelun, koska UPM:n Rauman tehtaalla ei ole resursseja suurien projektien suunnitteluun. UPM Rauman valitsemalla 3D-suunnitteluohjelmalla tulisi kuitenkin olla mahdollista muokata ja myöhemmin ylläpitää ulkopuolisten suunnittelijoiden tekemää 3D-mallia sekä toteuttaa jatkossa pieniä suunnittelutöitä olemassa olevaa 3D-mallia hyödyntäen.

Mikäli UPM:n Rauman tehtaalle otettaisiin käyttöön joku sellainen 3D-suunnitteluohjelma, joka ei ole käytössä millään isolla suunnittelutoimistolla, aiheutuisi siitä todennäköisesti ongelmia. Esimerkiksi ei välttämättä pystyttäisi editoimaan

suunnittelutoimiston tekemää 3D-mallia UPM:n Rauman tehtaassa 3D-suunnitteluohjelmalla. Tietysti yksi vaihtoehto olisi vaatia suunnittelutoimistoa käyttämään juuri sitä 3D-suunnitteluohjelmaa, joka UPM:n Rauman tehtaalle olisi hankittu. Tällaiset asiat eivät ainakaan helpota projektin toteuttamista tai pienennä sen kustannuksia. Näistä syistä johtuen suunnittelutoimistojen käyttämät ohjelmat tulevat vaikuttavat UPM:n Rauman tehtaassa mahdolliseen valintaan.

5.1 Markkinoilla olevat 3D-suunnitteluohjelmat

Markkinoilla on tarjolla runsaasti erilaisia 3D-suunnitteluohjelmistoja eri käyttötarkoituksiin. Koska tarkoituksena on käyttää ohjelmaa tehdassuunnitteluun, voidaan sulkea pois laitepuolen ohjelmistot, kuten Dassault Systemes:n SolidWorks sekä saman yrityksen tarjoama CATIA tai Autodesk Inventor. Nämä ovat omiaan esimerkiksi erilaisten koneiden ja laitteiden 3D-suunnittelussa. Esimerkiksi Metso käyttää CATIA:aa laitesuunnittelussaan (Nurmi 2012).

Nämä laitepuolen ohjelmat eivät sovellu tehdassuunnitteluun, koska ne eivät esimerkiksi välttämättä osaa käsitellä putkistoja sopivalla tavalla. Myös kokonaiset laitosmallit tulisivat erittäin raskaiksi käsitellä tämän tyyppisillä laitesuunnitteluohjelmilla. Kyseisen tyyppiset ohjelmat eivät myöskään yleensä pysty käsittelemään putkistoja kirjastopohjaisina standardiosina vaan yksittäisinä geometrioina. Tästä syystä voi kohdata suuria ongelmia, mikäli mitat ovat virheellisiä. (Peltopuro sähköposti 28.6.2012.)

Tehdassuunnitteluun tarkoitettujen 3D-suunnitteluohjelmien, kuten PDMS, toimivat erilaisella periaatteella kuin esimerkiksi SolidWorks. Mallit pohjautuvat kirjastotietoihin, jolloin esimerkiksi putkistokomponentit ovat parametrisia sekä yhteisiä kaikkien projektiin osallistuvien kesken. Mallista tulee myös kevyempi käsitellä, koska tehdassuunnitteluohjelmilla tehdyt 3D-mallit ovat yleensä pintamalleihin perustuvia, toisin kuin laitepuolen ohjelmilla tehdyt 3D-mallit. (Peltopuro sähköposti 28.6.2012.)

Peltopuro epäilee myös sitä, kuinka hyviä putkistopiirustuksia laitepuolen ohjelmilla saisi tehtyä. Hänen mielestään esimerkiksi putkistojen isometrit ovat olennaisimpia

piirustuksia putkiston valmistamisen kannalta ja niiden tuottaminen laitepuolen ohjelmilla, kuten esimerkiksi Solid Works:llä, ei välttämättä onnistu ollenkaan tai ei ainakaan yhtä hyvin, kuin esimerkiksi PDMS:llä tai muilla tehdassuunnitteluun tarkoitetuilla ohjelmilla. (Peltopuro sähköposti 28.6.2012.)

Tehdassuunnitteluohjelman valitseminen ei kuitenkaan välttämättä poista laitepuolen tai rakennepuolen ohjelmien tarvetta. Esimerkiksi Pöyry sekä monet muut suunnitteluohjelmistot käyttävät Tekla structures -nimistä 3D-suunnitteluohjelmaa rakenne- ja teräsrakennesuunnitteluun. Sen jälkeen kun rakenteet on suunniteltu Tekla:lla, 3D-malli muokataan sopivaan muotoon, esimerkiksi teräsraudoitukset sekä muut tehdassuunnittelun kannalta tarpeettomat, mallia raskaammaksi tekevät objektit poistetaan. Sen jälkeen malli siirretään käytettävään tehdassuunnitteluohjelmaan, esimerkiksi PDMS:ään. Vasta tämän jälkeen aloitetaan varsinainen tehdassuunnittelu, eli koneiden sijoittaminen sekä niiden välisten putkistojen luominen. (Peltopuro sähköposti 28.6.2012 ; Syrjänen, T. Peltopuro, J. 2012.)

On kuitenkin tärkeää muistaa, että kaikilla 3D-suunnitteluohjelmilla on omat käyttötarkoituksensa sekä erilaiset edut ja rajoitteet. Tämä asia tulee ottaa huomioon valittaessa sopivia ohjelmia, jotta saadaan tarpeelliset työkalut haluttuun käyttötarkoitukseen, on se sitten uuden tehtaan suunnittelu tai pelkkä 3D-mallin ylläpito.

5.2 Markkinoilla olevat tehdassuunnitteluohjelmat yleisesti

3D-tehdassuunnittelua varten on olemassa useita muitakin vaihtoehtoja kuin ainoastaan jo mainitut laajalti käytössä oleva Aveva PDMS sekä mahdollisesti nouseva Autodesk Plant 3D. Näiden kahden lisäksi muita vaihtoehtoja ovat esimerkiksi Integraph PDS ja saman yrityksen SmartPlant 3D, Elomatic Group Cadmatic sekä Bentley OpenPlant. Muut Bentley:n tehdassuunnitteluun tarkoitettut ohjelmat, kuten esimerkiksi Rebis, ovat pikkuhiljaa poistumassa (Syrjänen & Peltopuro 2012).

PDS on kuitenkin Pöyry Finland Oy:ltä sekä CTS Engtec Oy:ltä saatujen tietojen mukaan todennäköisesti pikkuhiljaa poistumassa sekä mahdollisesti osittain korvautumassa saman yrityksen tarjoamalla Smart Plant 3D:llä. PDS on myös käyttöliitty-

mältään vanhentunut sekä se on myös teknisesti epävakaampi kuin esimerkiksi PDMS. Esimerkkinä epävakaudesta voisi mainita PDS:ssä välillä esiintyvät hajoilevat mallit. PDMS:ää taas pidetään yleisesti erittäin vakaana. (Syrjänen & Peltopuro 2012.)

Smart Plant 3D on teknisesti suurin piirtein samalla tasolla PDMS:n kanssa, mutta sen erona PDMS:ään sekä muihin ohjelmiin verrattuna on sen vahvasti erilaisiin sääntöihin pohjautuva mallinnus. Smart Plant 3D on myös teknisesti erittäin kehittynyt, ellei jopa kehittynein markkinoilla olevista 3D-tehdassuunnitteluohjelmista. Esimerkiksi tikapuita suunniteltaessa se lisää automaattisesti sääntöjen mukaisen selkätuen tikapuihin siinä vaiheessa, kun ennalta määritetty korkeus on ylitetty. Tämä sääntöpohjaisuus on tavallaan hyvä asia, mutta toisaalta taas ei. Kaikkien Smart Plant 3D:n vaatimien asetusten ja sääntöjen määrästä johtuen, varsinkin sen käyttööntoon tarvitaan paljon administrator-työtä. Sääntöpohjaisuus sekä ohjelman runsas sääntöihin pohjautuva automaattisuus tekee Smart Plant 3D:stä melko raskaan ohjelman ottaa käyttöön sekä ylläpitää. Toisaalta, kun kaikki asetukset, säännöt sekä muut määrittelyt on saatu asetettua, ne ainakin joissain tapauksissa nopeuttavat suunnittelua. Smart Plant 3D:n tulevaisuudesta ei vielä voi sanoa tarkasti, että lähteekö se kasvamaan vai hiipuuko se ajan myötä hitaasti pois. (Syrjänen & Peltopuro 2012 ; Järvelä sähköposti 13.6.2012.)

PDS:llä on vielä tänä päivänäkin melko runsaasti käyttäjiä ja toisaalta PDS:llä tehtyjä 3D-malleja on monilla yrityksillä ympäri maailmaa. Tätä yrittää tavallaan hyödyntää Bentley OpenPlant, jonka ominaisuutena on PDS:n käyttämän tiedostoformaatin hyväksyminen. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että PDS:llä tehdyt 3D-mallit voisi sellaisenaan siirtää OpenPlant:iin ja tämän jälkeen niitä pystyy käsittelemään samalla tavalla, kuin ne olisi alun perin tehty OpenPlant ohjelmaa käyttäen. Kyseiset 3D-mallit pitäisi ainakin periaatteessa pystyä tämän jälkeen siirtämään vielä takaisin PDS:ään. Tämä ominaisuus tulee varmasti vaikuttamaan 3D-tehdassuunnitteluohjelmien valinnassa sellaisten yritysten kohdalla, joilla on ennestään PDS:llä tehtyjä 3D-malleja käytössä. (Syrjänen & Peltopuro 2012.)

Cadmatic:n kohdalla Pöyryn näkemys oli, että kasvua ei olisi enää näköpiirissä tehdassuunnittelun alalla. Cadmatic on toisaalta saanut meriteollisuudessa jalansijaa.

Cadmatic:n hyvinä puolina on putkien reititys ja tietysti se, että se on suomalainen, jolloin esimerkiksi asiakastuki toimii hyvin. Se on myös hinnaltaan paljon halvempi kuin PDMS. Huonoina puolina voisi mainita, että ainakin Pöyryn mukaan Cadmatic:n putkistoisometrioiden tuotanto ei ole yhtä hyvällä tasolla kuin PDMS:ssä tai Smart Plant 3D:ssä. Cadmatic:ssa ei myöskään ole yhtä laajoja ominaisuuksia kuin PDMS:ssä. (Järvelä sähköposti 13.6.2012 ; Hynnä sähköposti 25.6.2012 ; Syrjänen & Peltopuro 2012.)

Itse 3D-suunnitteluohjelmiston lisäksi tarvitaan myös katseluohjelmisto, jolla muut kuin suunnittelijat, joilla on suunnitteluohjelma tietokoneellaan asennettuna, voisivat tarkastella 3D-mallia sekä seurata projektin etenemistä.

5.3 Parhaat vaihtoehdot UPM:n Rauman tehtaan 3D-suunnitteluohjelmaksi

5.3.1 Aveva PDMS

Ylivoimaisesti käytetyin tarjolla olevista ohjelmista on Aveva PDMS. Tämän ohjelman hyvänä puolena on kyky toteuttaa erittäin suuria globaaleja projekteja. Huonona puolena voisi mainita ohjelman lisenssien korkeat hinnat. Aveva tarjoaa kuitenkin PDMS:n lisenssiä oikeastaan kolmella eri tavalla, jolloin käyttötärpeen mukaan voi valita omiin tarpeisiinsa nähden parhaan tavan maksaa lisenssien käytöstä. Lisenssin voi joko ostaa omaksi, vuokrata tai sitä voi käyttää Aveva:n erityisillä CALM Tokeneilla. PDMS:n vuokra-ajat ovat hyvin vaihtelevia sekä joustavia ja sen voikin vuokrata yhdeksi päiväksi tai useammaksi kuukaudeksi. Tokeneihin perustuva laskutus menee taas niin, että ostetaan tietty määrä Tokeneita käyttöön ja niitä käytetään periaatteessa PDMS:n omana ”rahayksikkönä”. Eli yksi Token oikeuttaa yhden lisenssin käyttöön tietyn aikaa. Tokenit ovat käytettävissä ennalta sovitun ajan, yleensä yhden vuoden. Tokenit eivät myöskään ole sidottu vain yhteen tietokoneeseen, vaan ne toimivat samalla tavalla kuin verkkolisenssit. Näillä Tokeneilla pystyy sopimuksen mukaan tarvittaessa käyttämään myös muita Aveva:n ohjelmia. (Järvelä sähköposti 13.6.2012 ; Syrjänen & Peltopuro, J. 2012)

Tämä CALM Tokeneihin perustuva laskutus on erittäin joustava, verrattuna esimerkiksi vuokraukseen, jolloin ohjelman lisenssin käyttöoikeus on sidottu tiettyyn etukäteen määrättyyn ajankohtaan, jolloin PDMS on käytettävissä. Vuokratessa joutuisi myös maksamaan vuokraa koko vuokra-ajalta, vaikka ohjelmaa ei käytettäisi kuin osan ajasta.

Oppimiskynnys on tässä ohjelmassa melko korkea, varsinkin niiden kohdalla, joilla ei ole aikaisempaa kokemusta 3D-suunnitteluohjelmien käytöstä. PDMS on myös kaiken lisäksi toiminnaltaan sekä käyttöliittymältään hyvin erilainen kuin monet muut 3D-suunnitteluohjelmat. (Järvelä sähköposti 13.6.2012.)

Ohjelman tehokas hyödyntäminen vaatisi myös varsinaisten suunnittelijoiden lisäksi yhden administrator-henkilön tai ainakin sellaisen suunnittelijan, jolla olisi aikaa ja joka ennen kaikkea omaisi riittävän ammattitaidon, jotta voisi toimia myös administratorina. Tämän henkilön tehtävänä olisi luoda ohjelmaan tarvittavia projektien pohjia sekä huolehtia muun muassa tietokannasta ja sen ajantasaisuudesta. Myös mallien ylläpito sekä ohjelmasta ja sen toiminnasta huolehtiminen olisi kyseisen henkilön vastuulla. Tämä administrator-henkilön sekä useamman suunnittelijan tarve, koska pelkästään yksi tai kaksi suunnittelijaa ei oikeastaan pysty vielä hyödyntämään kunnolla PDMS:ää ja sen ominaisuuksia, muodostuvat ongelmaksi oikeastaan vain pienissä suunnittelutoimistoissa, kuten esimerkiksi UPM Rauman projektipalvelussa. (Järvelä sähköposti 13.6.2012 ; Syrjänen & Peltopuro 2012.)

Edellä mainittujen vaatimusten lisäksi tulee ottaa huomioon myös se, että PDMS sekä oikeastaan kaikki muutkin tehdassuunnitteluohjelmat, Autodesk Plant 3D:tä lukuun ottamatta, ovat tietokantapohjaisia ohjelmia, joten ne tarvitsisivat tietokantaansa varten oman serverin, jolle kaikki ohjelmaa käyttävät henkilöt pääsevät. Tietotekniikan kannalta serverin ja muiden PDMS:n käyttöönotosta aiheutuvien tietoteknisien tarpeiden toteuttaminen ei kuitenkaan ole kovinkaan vaikeaa ammattitaitoiselle IT-tukihenkilölle. (Järvelä sähköposti 13.6.2012 ; Syrjänen & Peltopuro 2012.)

5.3.2 Autodesk Plant 3D

Myös Autodesk:llä on tarjolla laitossuunnitteluun soveltuva ohjelma, Plant 3D. Tällä ohjelmalla pystyy toteuttamaan ainakin keskisuuria projekteja. PDMS:ään verrattuna Plant 3D on huomattavasti halvempi. Plant3D ei todennäköisesti tule korvaamaan ainakaan aivan lähiaikoina PDMS:ää käytetyimpänä 3D-tehdassuunnitteluohjelmana. Tämä jo siksi, että esimerkiksi suurimmat laitetoimittajat vaativat suunnittelua tehtäväksi nimenomaan käyttäen PDMS:ää. (Järvelä sähköposti 13.6.2012.)

Plant 3D:n ongelmaksi voidaan laskea myös se, että se on oikeastaan ainut tehdassuunnitteluohjelma, joka ei ole tietokantapohjainen. Plant 3D pohjautuu DWG tiedostoihin. Tämä muodostuu ongelmaksi suurissa projekteissa, koska yhtä DWG tiedostoa pystyy editoimaan vain yksi suunnittelija kerrallaan. Plant 3D:llä ei siis käytännössä oikein pysty suunnittelemaan samaa kohdetta usean suunnittelijan toimesta, jotka saattavat toimia vielä eri yritysten verkoista käsin. Pienemmissä projekteissa tämän voisi oikeastaan nähdä Plant 3D:n vahvuutena, koska Plant 3D:n tiedostopohjaisuus tekee siitä kevyemmän käyttää. (Syrjänen & Peltopuro 2012.)

Jos Plant 3D muuttuisi tulevaisuudessa tietokantapohjaiseksi, tämän jälkeen sitä voisi mahdollisesti käyttää myös suurissa globaaleissa projekteissa. Suunnittelutoimistot tuntuvat joka tapauksessa olevan Plant 3D:stä kiinnostuneita ja tulevat seuraamaan ohjelman kehitystä tulevaisuudessa. (Syrjänen & Peltopuro 2012 ; Järvelä sähköposti 13.6.2012.)

Sen lisäksi, että Plant 3D-ohjelman voi ostaa erikseen, se on myös osa Autodesk Plant Design Suite – pakettia. Tämä tarkoittaa, että käyttötarkoituksen mukaan on valittavana kolme eritasoista Plant Design Suite – pakettia. Nämä tasot ovat järjestyksessä kalleimmasta halvimpaan, Ultimate, Premium ja Standard. Näistä paketeista Plant 3D ohjelman sisältävät Premium ja Ultimate. Näissä paketeissa tulee mukana muitakin hyödyllisiä ohjelmia, kuten Inventor, P&ID ja Navisworks. Navisworks on projektien hallinta- ja katseluohjelma, jolla voi tehdä ilmaisella Navisworks Freedom versiolla katseltavia katselumalleja. Nämä katselumallit ovat erittäin hyvä tapa tarkastella projektia sekä sen etenemistä. (Autodeskin www-sivut 2012.)

Tällaisen kokonaisen ohjelmistopakettien hankinta tarjoaisi erittäin hyvät työkalut kaikenlaiseen suunnitteluun. Toisaalta näille uusille ohjelmille ei välttämättä kuitenkaan löytyisi käyttöä niin paljoa, että niitä kannattaisi ostaa edes ohjelmistopakettien osana. Tietysti kaikki riippuu lopulta tarjolla olevien Plant Design Suite pakettien hinnoista verrattuna pelkän Plant 3D:n sekä varmasti hyödyllisen Navisworks:n yhteishintaan nähden. (Hintatiedot Liitteessä 3.)

Plant 3D:n oppimiskynnys on matalampi kuin PDMS:ssä. Plant 3D:n käyttöliittymä muistuttaa jonkin verran AutoCAD:n käyttöliittymää, joka voidaan laskea eduksi, koska kaikki UPM:n suunnittelijat ovat käyttäneet AutoCAD:iä, joten sen käyttöliittymä on kaikille tuttu. Tämä ohjelma ei myöskään vaadi niin paljoa administratorityötä. Kuten on jo mainittu, toisin kuin PDMS, tämä ohjelma perustuu tavallisiin DWG tiedostoihin tietokannan sijaan, joka on melko suuri ongelma suurissa projekteissa. (Järvelä sähköposti 13.6.2012.)

Plant 3D:ssä on paljon hyvää ja se voisikin tavallaan olla varsin toimiva työkalu jo tuolloisenaan, mikäli olisi varmaa, ettei olisi tarvetta tehdä suuria projekteja, joissa osallisina on useita suunnittelijoita. Tämä tietysti tuntuisi nopeasti ajatellen melko mahdolliselta yhtälöltä, koska juuri suurien projektien takia 3D-suunnittelua ollaan mahdollisesti ottamassa käyttöön UPM:n Rauman tehtaalla. Ohjelman tiedostopohjaisuus asettaa rajoitteensa sen käyttöön tilanteissa, joissa useat suunnittelijat editoivat tehdasmallia samaan aikaan. Tällaisia tilanteita tulisi vastaan todennäköisesti suurissa projekteissa. Koska Plant 3D:ssä on omat rajoitteensa, en usko sen soveltuvan kovinkaan hyvin UPM:n Rauman paperitehtaan pääsääntöisesti käytettäväksi 3D-tehdassuunnitteluohjelmaksi, jolla tehtäisiin jatkossa kaikki suuremmatkin projektit.

Plant 3D voisi tulla kysymykseen UPM:n Rauman tehtaan 3D-tehdassuunnitteluohjelmistoksi, mikäli sillä pystyisi muokkaamaan esimerkiksi PDMS:llä tehtyjä malleja täysin ongelmitta, mutta ainakaan tällä hetkellä Plant 3D ei vielä pysty ainakaan kunnolla käsittelemään PDMS:llä tehtyä 3D-mallia. Tällöin sitä voisi käyttää työkaluna ylläpitävään suunnitteluun Rauman tehtaan omien suunnittelijoiden toimesta. Tällöin sen tiedostopohjaisuuskaan ei nousisi ongelmaksi.

5.4 Navisworks, katseluohjelma 3D-malleille

Autodesk Navisworks on projektienhallinta työkalu, josta on kolme eri versiota tai toisinsanottuna kolme eri ohjelmistomoduulia. Se täyttäisi myös kaikki 3D-mallien katseluohjelman kriteerit. Navisworks on melko helppo oppia. Esimerkiksi perus insinööri oppii ohjelman sujuvan käytön muutaman tunnin koulutuksen aikana. (Syrjänen & Peltopuro 2012 ; Profox:n www-sivut 2012.)

Navisworks ei myöskään vaadi minkään tietyn tiedostoformaatin käyttöä, vaan sillä voidaan muuttaa lähes kaikilla tunnetuilla cad-ohjelmilla tehtyjen mallien tiedostot Navisworks:n omaan NWD, NWF tai NWC – tiedostomuotoon. Tämä mahdollistaa Navisworks:n käytön myös PDMS:n sekä monen muun 3D-suunnitteluohjelman kanssa. (Profox:n www-sivut 2012.)

Cadmatic on tunnetuimmista ohjelmista oikeastaan ainut, jolla tehtyjä malleja ei pysty kääntämään Navisworks:n tukemaan muotoon. Cadmatic:illa on tähän tarkoitukseen kuitenkin oma eBrowser niminen katseluohjelma. Myös eBrowser:ista on olemassa ilmainen, pelkästään katseluun soveltuva versio. Tämän ilmaisen version lisäksi on myös lisensoitu maksullinen versio, joka vastaa periaatteessa Navisworks:n Simulate versiota. Tällä maksullisella versiolla pystyy tekemään esimerkiksi mittauksia sekä punakynämerkintöjä. (Järvelä sähköposti 13.6.2012 ; Syrjänen & Peltopuro 2012.)

Yhteensopivuus lähes kaikkien 3D-tehdassuunnitteluohjelmien kanssa on erittäin iso plussa ajatellen Navisworks:n käyttöä UPM:n Rauman paperitehtaalla. Tämän seurauksena isoissa projekteissa ulkopuoliset suunnittelutoimistot voisivat käyttää mallintamiseen haluamiaan ohjelmia, kunhan ne vain olisivat yhteensopivia Navisworks:n kanssa. Käytännössä kaikki muut 3D-suunnitteluohjelmat paitsi Elomatic Group:n Cadmatic kävisivät tällöin.

Mikäli päädyttäisiin Navisworks:n käyttöönottoon, UPM:n Rauman tehdas ei periaatteessa olisi riippuvainen minkään yhden tietyn 3D-suunnitteluohjelman käytöstä. Tässä mielessä Navisworks olisi varmasti hyvä valinta katselumallien tarkasteluun,

vaikkei UPM:n Rauman tehtaalle otettaisi käyttöön ollenkaan varsinaista 3D-suunnitteluohjelmaa.

Navisworks mahdollistaa myös aikataulujen liittämisen osaksi 3D-mallia ja sillä voi myös simuloida visuaalisesti työmaan etenemistä. Tällaista 3D-mallia, johon on liitetty aikataulutiedot, kutsutaan joissakin yhteyksissä 4D-malliksi. Tämä nimitys tulee siitä, että perinteiseen 3D-malliin on lisätty aikataulutiedot ikään kuin neljänneksi ulottuvuudeksi. (Profox:n www-sivut 2012.)

5.5 Navisworks:n eri versiot sekä niiden väliset erot

Navisworks Simulate on tarkoitettu henkilöille, jotka tekevät erilaisia esitysmateriaaleja projektista ja sen etenemisestä. Tällä versiolla saa tehtyä myös esimerkiksi punakynämerkintöjä, animaatioita ja leikkauksia. Myös erilaiset mittaukset onnistuvat tällä versiolla toisin kuin ilmaisella freedom versiolla. (Profox:n www-sivut 2012.)

Täysin ilmainen Freedom versio on tarkoitettu kaikille niille projektissa mukana olleille, joiden tarvitsee ainostaan katsella 3D-malleja sekä muiden niihin tekemiä merkintöjä. Freedom sisältää ainostaan peruskatseluominaisuudet ja sillä voi lukea ainostaan NWD-tiedostomuotoa, joten jonkun on aina tehtävä erikseen Manage versiolla niin sanottu katselumalli, joka on NWD-muodossa, jota sitten muut voivat tarkastella tällä maksuttomalla Freedom versiolla. (Profox:n www-sivut 2012.)

Navisworks Manage on työkalu projektikoordinaattoreille sekä projektipäälliköille. Tämä versio sisältää muuten samat toiminnot kuin Simulate, mutta siihen on lisätty vielä joitain ominaisuuksia, kuten törmäystarkastelu sekä kyky tehdä malleista Navisworks:n ilmaiselle Freedom versiolle soveltuvia katselumalleja. Navisworks:n törmäystarkastelu on helppokäyttöinen ja nopea, mutta ei kuitenkaan aivan yhtä hyvä ja monipuolinen, kuin useimpien 3D-suunnitteluohjelmien, kuten esimerkiksi PDMS:n törmäystarkastelut. (Syrjänen & Peltopuro 2012 ; Profox:n www-sivut 2012.)

Navisworks:n törmäystarkastelu ei myöskään vaadi, että tarkasteltavat mallit olisivat suunniteltu samalla 3D-suunnitteluohjelmalla, vaan se pystyy käsittelemään samanaikaisesti eri ohjelmilla tehtyjä malleja. Tämä on hyvä ominaisuus siinä mielessä, että esimerkiksi laitetoimittajien tekemät mallit ovat todennäköisesti mallinnettu jollakin eri ohjelmalla kuin tehdasmalli. (Profox:n www-sivut 2012.)

UPM:n Rauman tehtaan tilanteessa Manage versiota ei välttämättä edes tarvitsisi hankkia omaksi. Projekteissa ulkopuoliset suunnittelutoimistot käyttäisivät Manage versiota katselumallien tekemiseen ja tämän jälkeen toimittaisivat katselumallit. Rauman tehtaalle riittäisivät tässä tilanteessa Simulate ja Freedom versiot. Simulate version ominaisuudet ovat kuitenkin aika lähellä Manage version vastaavia ominaisuuksia, lukuun ottamatta kykyä luoda NWD katselumalleja. Toisena suurena erona Manage version ja Simulate version välillä on se, että Manage versiossa on törmäystarkastelu, joka saattaisi joissain tapauksissa olla hyödyllinen työkalu, joten yhden Manage lisenssin hankkimista tulisi ainakin harkita. Törmäystarkastelu tosin on kuitenkin enemmän suunnitteluvaiheen työkalu, joten sen suorittaminen kuuluu enemmänkin suunnittelutoimistoille. Simulate versio olisi kuitenkin riittävä monessa erilaisessa tilanteessa. Sillä pystyy kuitenkin tekemään esimerkiksi erilaisia mittauksia sekä tämän lisäksi myös korjausmerkinnät onnistuvat sillä.

5.6 Yhteensopivuudet eri 3D-suunnitteluohjelmien kesken

Eri ohjelmilla tehtyjen mallien keskinäinen yhteensopivuus on pääsääntöisesti melko heikkoa. Tulevaisuudessa tosin on yhteensopivuus ongelmiin tulossa mahdollisesti helpotusta, kun ISO 15926 - standardisointi tulee yhdenmukaistamaan 3D-suunnittelua. Tässä standardisoinnissa on mukana kaikki suurimmat 3D-tehdassuunnittelun alalla toimivat ohjelmistojen tarjoajat. (Syrjänen & Peltopuro 2012.)

Tällä hetkellä pelkästään jo kahden eri yrityksen PDMS:t eivät välttämättä toimi yhteen täysin loogisesti. Mikäli kahden eri yrityksen PDMS:n kirjastot ja ympäristöt eivät ole yhteisiä ja sitä kautta poikkeavat toisistaan ne eivät välttämättä ole käytännössä yhteensopivia. Tällaisissa tilanteissa voidaan törmätä siihen, että mallissa on-

kin oikeasta komponentin nimestä huolimatta eri komponentti, kuin oli tarkoitettu. Tällaisiin tilanteisiin voi törmätä mikäli tiedostonnimet eri tietokannoissa ovat samannimisiä, vaikka niiden sisältö olisikin eri. Myös muita yhteensopivuusongelmia saattaa esiintyä kahden tai useamman eri PDMS:n välillä, mikäli niiden ympäristöt eivät ole yhteensopivia. (Syrjänen & Peltopuro 2012.)

Mikäli taas tuodaan PDMS:ään sen hyväksymään DGN -muotoon muutettu, alun perin toisella ohjelmalla mallinnettu laite tai kone, se tulee lähes aina ainoastaan yhtenä kappaleena, vaikka se olisi alun perin koostunut kymmenistä eri osista. Tämän seurauksena 3D-mallista häviää kaikki äly sekä sen muokattavuus häviää käytännössä kokonaan. Jokin toinen tiedostoformaatti saattaa taas tulla eräänlaisena pintamallina, jolloin sitä voi muokata edes vähän. Tässä tapauksessa tämän tyyppinen malli olisi kuitenkin erittäin raskas käsitellä tietokoneella, koska sen pinta koostuu valtavasta määrästä polygoneja. Vastaavanlaisiin yhteensopivuusongelmiin törmää myös malleja toiseen suuntaan siirrettäessä. (Järvelä sähköposti 13.6.2012 ; Peltopuro sähköposti 28.6.2012.)

Edellä mainituista yhteensopivuusongelmista johtuen UPM:n käyttöön valittavan 3D-suunnitteluohjelman tulisi olla sellainen, että se olisi laajalti käytössä eri suunnittelutoimistoissa. Täten voitaisiin varmistaa, että mallia pystyttäisiin käsittelemään nimenomaan samalla ohjelmalla jolla se on alun perin mallinnettu, jolloin yhteensopivuusongelmilta vältyttäisiin.

5.7 Vanhojen 2D-piirustusten hyödyntäminen

Vanhoja 2D-kuvia pystytään yleisesti ottaen hyödyntämään jonkin verran 3D-suunnittelussa. Esimerkiksi jos on olemassa 2D-layout ja mallinnetaan sama 3D:ksi, niin 2D-kuva voidaan laittaa pohjaksi ja mallintaa sen päälle. Täten saadaan varmistettua, että koneet tulevat oikeisiin paikkoihin myös 3D-layoutiin, olettaen tietysti, että käytettävät 2D-piirustukset ovat tarkkoja. Periaatteessa pystyttäisiin myös toimimaan siten, että käytetään 2D-piirustuksia, joihin kuitenkin on tuotu 3D-mallinnettuja osioita. Käytännössä tämä tarkoittaisi, että jos jokin alue tehtaasta olisi

jostain syystä mallinnettu 3D:ksi, niin tämän 3D-mallin voisi yhdistää vanhan 2D-piirustuksen kanssa. (Järvelä sähköposti 13.6.2012 ; Syrjänen & Peltopuro 2012.)

PDMS:llä mallinnettaessa voidaan hyödynnettävyyttä parantaa myös tekemällä joko itse tai ostamalla ulkopuolisilta erilaisia apuohjelmia, joilla 2D-kuvista saadaan entistä enemmän apua. Esimerkiksi CTS Engtec Oy:llä on omatekemiä apuohjelmia, joista Järvelän mukaan voisi olla apua 2D-piirustusten parempaan hyödyntämiseen. (Järvelä sähköposti 13.6.2012.)

Plant 3D:llä taas pystytään hyödyntämään hyvin muiden Autodesk:n tarjoamien ohjelmien ominaisuuksia. Esimerkiksi Inventorilla tehtyjä 3D-malleja voidaan hyödyntää Plant3D:tä käytettäessä. Se, että Plant3D käyttää samaa DWG tiedostoformaattia kuin lähes kaikki muutkin Autodeskin ohjelmat, parantaa vanhojen AutoCad ohjelmilla tehtyjen 2D-kuvien hyödynnettävyyttä entisestään. (Autodesk:n www-sivut 2012.)

5.8 Ohjelmien kustannusten vertailu

Aveva PDMS:n ja Autodesk Plant3D:n sekä Autodesk Navisworks:n hintatiedot ovat liitteinä olevissa tarjouksissa. Kaikki tarjouksissa mainitut hinnat ovat niin sanottuja listahintoja, joten ne eivät ole lopullisia kauppahintoja.

Liite 3 sisältää Autodesk:n tuotteiden hintatiedot. Liite 4 sisältää Aveva PDMS:n hintatiedot. Liite 5 sisältää esimerkkejä erilaisista Autodesk:n tuotteiden käyttöön liittyvistä koulutuksista ja niiden kustannuksista. Liite 6 sisältää tietoa ohjelmien hinnoista sekä niiden keskinäisistä suhteista.

5.9 Ohjelmien elinkaaret ja tulevaisuuden näkymät

Lähiaikoina ei ole odotettavissa mitään todella suuria muutoksia 3D-tehdassuunnittelun saralla. Nykyisten toimijoiden lisäksi markkinoille ei näillä näkymin ole tulossa kokonaan uusia toimijoita. Nykyisiä ohjelmia kehitetään edelleen ja niihin tulee kokoajan uusia ominaisuuksia. PDMS tulee todennäköisesti olemaan

erittäin hyvä vaihtoehto vielä pitkään. Myös Autodesk, suunnitteluohjelmistojen osaajana, tulee todennäköisesti nousemaan mukaan kilpailuun PDMS:n kanssa, mikäli Autodesk onnistuisi kehittämään ohjelmaa paremmaksi. Autodesk Plant 3D:n kohdalla tosin on aina sellainen riski, että he lopettavat Plant 3D:n kannattamattomana, mikäli sen markkinat eivät lähtisi kehittymään haluttuun suuntaan. Autodesk voisi tehdä näin, koska he eivät suurena monelle eri alalle tuotteita valmistavana ohjelmistotalona ole riippuvaisia ainoastaan yhdestä tuotteesta, toisin kuin esimerkiksi Aveva, joka nojaa käytännössä lähes täysin PDMS:ään. (Syrjänen & Peltopuro 2012.)

Myös jo mainittu tiedostopohjaisuus pitäisi ainakin Pöyry Finland Oy:n edustajien mukaan saada poistettua ja muuttaa ohjelma tietokantapohjaiseksi, jotta suurien projektien toteuttaminen onnistuisi sillä tulevaisuudessa. Toisaalta, mikäli ohjelma kehittyy jatkossa, sekä muuttuu tietokantapohjaiseksi tai mahdollistaa suurien globaalien projektien toteuttamisen jollain muulla tavalla, se voi tulevaisuudessa muodostua erittäin hyväksi ohjelmaksi (Syrjänen & Peltopuro 2012.)

Kuten kappaleessa 4.3 jo käytiin läpi, niin Aveva:n ja Autodesk:n lisäksi muillakin ohjelmistotaloilla on omat tehdassuunnitteluohjelmansa, mutta tällä hetkellä PDMS sekä varauksin Plant 3D tuntuisivat kuitenkin olevan parhaat vaihtoehdot, ainakin tänä päivänä ja kaikkien lähteitteni mukaan myös tulevaisuudessa.

Tulevaisuuden osalta kaikki isot toimijat ovat ilmoittaneet olevansa mukana ISO 15926 -standardisoinnissa. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että eri ohjelmilla tehtyjen mallien tiedot tulisivat tulevaisuudessa olemaan samaan standardiin perustuvassa neutraalissa tiedostomuodossa. Tämä helpottaisi suunnattomasti mallien siirtelyä eri ohjelmien välillä ja saattaisi mahdollistaa myös eri ohjelmien ristiin käytön samaa mallia käsiteltäessä. Tästä seuraisi, että mallien ylläpito voitaisiin toteuttaa eri ohjelmalla, kuin millä ne olisivat alun perin mallinnettu (Syrjänen & Peltopuro 2012.)

Tämä ISO 15926 -standardisointi ei kuitenkaan ole kaikilta osin valmis, joten se ei ainakaan vielä lähitulevaisuudessa tule ratkaisemaan älykkään 3D-tiedonsiirron ongelmia. Jo tällä hetkellä voidaan kuitenkin projektikohtaisesti siirtää tietoa lähes ISO 15926 -standardin mukaisesti XmpLant:illa eri 3D-suunnitteluohjelmien välillä. Tä-

mä tosin vaatii konsultointia sekä tapauskohtaista räätälöintiä, joten tämä ei ole mikään yksinkertainen toimenpide. (Syrjänen & Peltopuro 2012.)

Mielestäni tämä ISO 15926 -standardisointi sekä sen kehittyminen on asia, joka tulisi ottaa huomioon suunnitteluohjelmaa valittaessa. Mikäli tämä standardisointi tulisi tulevaisuudessa kehittymään niin, että se mahdollistaisi esimerkiksi PDMS:llä tehtyjen mallien editoimisen kevyemmällä Plant 3D:llä, tästä voisi olla paljon hyötyä UPM:n Rauman tehtaalla.

Aina on olemassa myös se vaihtoehto, että joku nykyisistä tehdassuunnittelun alalla toimivista ohjelmistotaloista, tai sitten joku aivan uusi toimija, keksii jonkun aivan uuden lähestymistavan 3D-tehdassuunnitteluun. Tarkoitan tässä tapauksessa jotain aivan totaalisesti uutta ja innovatiivista tapaa, jolla itse tehdassuunnittelu toteutettaisiin tai jotain aivan täysin uutta käyttöliittymää millä tavoin ohjelmaa käytettäisiin. Vielä ei ole näkyvissä mitään tällaista suurta isoa kehitysaskelta, mutta toisaalta kun kyse on tietokoneohjelmista, niin muutos voi tulla nopeastikin. (Syrjänen & Peltopuro 2012.)

Yksi kehityssuunta, jota on jo käytetty ja tullaan jatkossa käyttämään enemmän, on Building Information Model, suomeksi käännettynä rakennusten tietomallintaminen. BIM tarjoaa paljon enemmän tietoja kyseessä olevasta kohteesta, kuin ainoastaan perinteiset geometriset sekä mekaaniset tiedot. Tarkoituksena on, että mallissa on tietoa kaikille osapuolille, jotka osallistuvat projektiin. BIM-mallissa on otettu huomioon kaikki rakentamiseen sekä koneisiin ja laitteisiin käytettävät materiaalit, niiden määrät sekä kaikki muut tiedot, mitä vain on saatavilla. Tarkkojen materiaalien laatu- ja määrätietojen ansiosta materiaalilistojen tekeminen onnistuu helposti ja tarkasti. Tämä parantaa kustannusarvioiden tekemisen nopeutta sekä niiden tarkkuutta. BIM-malli sisältävää yleensä myös aikataulutietoja, jotka taas helpottavat projektin etenemisen seuraamista. (Järvelä sähköposti 13.6.2012 ; Helsingin yliopiston www-sivut 2012.)

Erilaiset pilvipalvelut tulevat tulevaisuudessa myös 3D-suunnitteluun. Oikeastaan ne ovat joissain määrin mukana jo tänä päivänä. Tulevaisuudessa tiedostojen tallentaminen yritysten omille servereille tai suunnittelijoiden omille tietokoneille tulee vä-

hentymään tai jopa loppumaan kokonaan. Tällöin mallit olisivat tallennettuna pilveen, joka taas helpottaisi niiden käyttöä varsinkin globaaleissa suurissa projekteissa. Ongelmana pilvipalveluiden käyttöön siirtymisessä on se, etteivät tällä hetkellä käytössä olevat 3D-suunnitteluohjelmat pysty hyödyntämään tehokkaasti pilvipalveluiden mahdollisuuksia ainakaan vielä toistaiseksi. (Järvelä sähköposti 13.6.2012 ; Hynnä sähköposti 25.6.2012 ; Syrjänen & Peltopuro 2012.)

6 3D-SUUNNITTELUUN SIIRTYMISESTÄ SAATAVAT HYÖDYT SEKÄ MAHDOLLISET HAASTEET

6.1 3D-suunnittelun hyödyt

Suurissa projekteissa, esimerkiksi kokonaan uuden laitoksen suunnittelussa, 3D-suunnittelusta saatavat hyödyt ovat kaikkein merkittävimpiä. Ylläpitävässä suunnittelussa, eli kaikenlaisissa pienissä suunnittelutöissä, 3D-suunnittelusta saatavat hyödyt eivät ole niin merkittäviä, kuin tehtäessä suuria projekteja. Yleisesti ottaen voidaan sanoa 3D-mallin antavan 2D-piirustusta paremman käsityksen suunnitellusta kohteesta sekä sen toiminnasta, oli kyse sitten suuresta laitoksesta tai pienestä yksittäisestä koneenosasta.

Hyvän käsityksen 3D-suunnittelun käytön eduista tehdassuunnittelussa saa seuraavan esimerkin kautta. Pöyry Finland Oy käyttää erilaisia tunnuslukuja arvioidessaan jälkikäteen omien projektinsa menestystä. Näiden lukujen valossa voidaan hieman kärjistetysti sanoa, että heidän parhaiten onnistunut 2D-suunnittelulla toteutettu tehdassuunnitteluprojekti oli ainoastaan yhtä hyvä kuin heidän huonoin 3D-suunnittelulla toteutettu vastaavan kaltainen projektinsa (Syrjänen & Peltopuro 2012.) Tästä esimerkistä voi päätellä, että 3D-suunnitteluun siirtymisestä saatavat hyödyt ovat todella merkittäviä.

Jos ajatellaan kokonaisen tehtaan suunnittelua, antaa 3D-malli paljon paremman käsityksen laitoksesta. Myös muutokset ja korjaukset ovat tehtävissä nopeammin kuin

perinteisessä 2D-suunnittelussa. Ajan säästön lisäksi 3D-suunnittelun etuna on vielä sekin, että tehty muutos on helppo nähdä ja mahdollisesti muuttaa lisää.

3D:nä tehty layout näyttää myös korkeussuunnan, jolloin nähdään myös tasojen välinen tila, toisin kuin 2D-tasopiirustuksissa, joissa korkeussuunta puuttuu. 3D-malli mahdollistaa myös virtuaalisen läpikävelyn, joka on erinomainen työkalu, kun halutaan joko tutustua laitokseen ja sen toimintaan itse tai esitellä suunniteltua laitosta muille. Hyvä 3D-malli mahdollistaa myös tuotannon ja kunnossapidon työntekijöiden perehdyttämisen laitokseen ja sen toimintaan paljon ennen itse laitoksen valmistumista. Nämä asiat kävivät ilmi muille UPM:n paperitehtaille teettämäni kyselyn vastauksista.

Myös putkistosuunnittelu helpottuu tarkemman mallin sekä törmäystarkastelun myötä. 3D-malli helpottaa putkien sijaintien ja tilan tarpeen hahmottamista, koska mallia voidaan tarkastella kaikista suunnista sekä pyörittellä vapaasti tietokoneen ruudulla. Putkistoista saadaan myös isometriset piirustukset muutamalla hiiren napin painalluksella. Malliin voidaan määrittää liikkuvien osien liikeradat sekä muut vastaavat tiedot, jolloin ohjelmalla voi suorittaa törmäystarkastelun. Tällä törmäystarkastelulla saadaan selville jo suunnitteluvaiheessa mahdolliset ongelmakohtat, joissa laitteiden osat osuvat toisiinsa tai vaihtoehtoisesti putkistoihin tai muihin rakenteisiin. Myös kaikenlaiset päällekkäisyydet suunnittelussa saadaan paljastettua jo törmäystarkastelussa. Esimerkiksi jos ilmanvaihdosta vastaava alihankkija on suunnitellut ilmanvaihtoputkistoa jonkun toisen toimittajan höyryputkistojen kanssa samaan kohtaan, tällaiset päällekkäisyydet näkyvät törmäystarkastelussa kun eri mallit laitetaan yhteen. (Syrjänen & Peltopuro, J. 2012.)

3D-suunnitteluohjelmista löytyvät lujuuslaskentaominaisuudet auttaisivat suunnittelijaa rakenteiden suunnittelussa. Tällä hetkellä lähes kaikki lujuuslaskennat teetetään ulkopuolisilla. Useimmilla 3D-suunnitteluohjelmilla voisi helposti ja nopeasti laskea rakenteiden kestävyuden ja mitoittaa esimerkiksi teräspalkit tarvittavan suuruisiksi suunnittelun ohessa. Myös oikeiden materiaalien valinta helpottuu, koska ohjelma osaa ottaa materiaalit sekä niiden ominaisuudet huomioon lujuuslaskennassa.

Kun eri osien materiaalit ja ainevahvuudet ovat määritelty, ohjelmalla saadaan automaattisesti luotua materiaaliluettelo. Materiaaliluettelo kertoo tarkasti kuinka paljon esimerkiksi jotain tiettyä putkikokoa on mallissa. Tämä sama koskee myös esimerkiksi teräspalkkeja ja muita rakenteita. Automaattisen materiaaliluettelon ansiosta materiaalikustannusten laskeminen nopeutuu ja tuloksista saadaan tarkempia. Myös esimerkiksi putkien hitsauksesta sekä muista asennustöistä aiheutuvat kulut saadaan määriteltyä tarkemmin ja ennen kaikkea helpommin, koska saadaan esimerkiksi hitsaussaumojen tarkka määrä hetkessä selville.

Näiden hyötyjen lisäksi projektien etenemisen seuranta on helpompaa, kun käytössä on 3D-malli. Tällöin voidaan luoda katselumalleja, joissa on mukana myös kyseisen projektin aikataulutietoja, joista projektissa mukana olevat henkilöt voivat helposti seurata projektin etenemistä sekä tehdä muutoksia tai vain tarkastella ja kommentoida niitä.

6.2 3D-suunnitteluun siirtymisestä mahdollisesti aiheutuvat haasteet

3D-suunnittelun siirtymisestä ei periaatteessa olisi odotettavissa mitään suuria ylityspääsemättömiä vaikeuksia. Tietysti aina kun otetaan käyttöön uusia ohjelmia tai järjestelmiä niin on mahdollista, että haasteita tulee vastaan. Tietysti PDMS:n käyttöönottoon sisältyy enemmän haasteita kuin Plant 3D:n käyttöönottoon. Tämä siksi, että PDMS on monimutkaisempi ohjelma ja se vaatii myös enemmän administratorityötä sekä muita valmisteluja ennen käyttöönottoa. Myös henkilöstön koulutustarve tulisi olemaan suurempi PDMS:ään siirryttäessä, koska ohjelma on yleisesti vaikeampi käyttää. (Järvelä sähköposti 13.6.2012.)

Erään saksalaisen UPM:n tehtaan teknisen johtajan mukaan, yksi tärkeimmistä huomioonotettavista asioista on mallien ylläpidon toteuttaminen. Useimmilla UPM:n paperitehtailla ongelmana on se, että kun projekti on tehty, sen jälkeen kukaan ei enää huolehdi 3D-mallien päivittämisestä. Tästä seuraa, että malli vanhenee eikä ole enää ajan tasalla, jolloin sitä ei voi enää oikein hyödyntää. Tämä sama ongelma herätti myös keskustelua Pöyry Finland Oy:llä, eikä tämä ole pelkästään UPM:n paperi-

tehtaiden ongelma, vaan ihan yleinen haaste kaikilla aloilla. (Syrjänen & Peltopuro 2012.)

Huomion arvoinen asia on myös 3D-malleista tehtävien 2D-piirustusten päivittäminen ja editoiminen. Kun tehdään 3D-mallista 2D-piirustus, tulee ottaa huomioon, että se on periaatteessa vain 2D-näkymä halutusta kohdasta ja suunnasta. Tästä seuraa, että sen muokkaaminen myöhemmin 2D-suunnitteluohjelmalla, kuten esimerkiksi AutoCAD:llä, on erittäin haastavaa. Tällaisissa 2D-näkymissä on tavallaan vain yksi kerros, eli jos jotain poistetaan kuvasta, niin sen takaa ei paljastu objektin takana oikeasti sijaitseva laite tai muu kohde, vaan kyseessä oleva kohde jää ikään kuin tyhjäksi. Tätä voisi verrata tavalliseen käsin piirrettyyn piirustukseen, jonka muokattavuus on samaa luokkaa kuin tällaisen 2D-näkymän muokattavuus AutoCAD:iä käyttäen. Tällaisen 2D-näkymän muokattavuutta AutoCAD:llä vaikeuttaa todella paljon myös se, ettei AutoCAD osaa käsitellä kuvassa olevia viivoja kunnolla. Se ei esimerkiksi tunnista viivan päitä tai muita pisteitä. (Syrjänen & Peltopuro 2012.)

Nämä edellä mainitut haasteet vaikuttaisivat oikeastaan vain sellaisessa tilanteessa, jossa ulkopuolinen suunnittelutoimisto toimittaisi 3D-malleista käännetyt 2D-piirustukset ja myöhemmin yritettäisiin muokata näitä piirustuksia esimerkiksi juuri AutoCAD:llä. Tämä on asia joka ei tulisi koskemaan UPM:n Rauman tehdasta, mikäli hankittaisiin oma 3D-ohjelma tai teetetäisiin 3D-mallin ylläpito jollakin suunnittelutoimistolla, sen sijaan että yritettäisiin tulla toimeen muokkaamalla 3D-mallista tuotettuja 2D-piirustuksia. (Syrjänen & Peltopuro 2012.)

6.3 Tietotekniset haasteet

3D-suunnitteluun siirryttäessä omat vaatimuksensa asettaisivat myös ohjelmien laitteistovaatimukset tietokoneille. Vaikka ohjelmien minimivaatimukset järjestelmälle eivät ole mitenkään erityisen vaativia, niin ohjelmien sulava toiminta vaatisi kuitenkin minimivaatimuksia enemmän konetehoa.

Tällä hetkellä suurin osa tehtaalla olevista tietokoneista on seuraavanlaisia: Lenovo ThinkCentre M58, joissa prosessorina on Core(TM)2 Duo CPU E7500 @ 2.93GHz

ja keskusmuistia löytyy 4GB. Huomion arvoista on myös se, että nykyiset tietokoneet ovat lähes kaikki 32 bittisiä, joten niihin ei voi laittaa enempää muistia kuin mitä niissä nyt tällä hetkellä jo on. Todennäköisesti olisi tarpeen siirtyä 64-bittisten järjestelmien käyttöön, jolloin saataisiin asennettua lisää keskusmuistia. 64-bittisiin järjestelmiin siirtymisestä voisi ainakin periaatteessa aiheutua joitain ongelmia. (Valtonen sähköposti 29.6.2012.) En kuitenkaan usko näiden ongelmien olevan kovinkaan merkittäviä, mikäli sellaisia edes ilmenisi. Haastattelin myös erästä UPM:n Rauman tehtaan mekaanista suunnittelijaa, jolla on käytössään 64-bittinen käyttöjärjestelmä, eikä hänellä ole ollut mitään ongelmia esimerkiksi ohjelmien toimivuuden suhteen.

Mielestäni sujuvan ja nopean 3D-mallintamisen ehdoton edellytys on tarpeeksi tehokas tietokone, jolla mallin käsittely onnistuu nykimättä ja erilaiset komennot tapahtuvat nopeasti, ilman pitkiä latausaikoja.

6.3.1 Dokumenttien hallintajärjestelmä

Tällä hetkellä UPM:n tiedostojenhallintajärjestelmä, jossa siis ovat kaikki piirustukset ja muut vastaavat dokumentit, sisältyy GlobalONE:een, joka on UPM:n tarpeisiin muokattu SAP:iin perustuva järjestelmä. Kaikki UPM:n paperitehtaat kuuluvat GlobalONE järjestelmään. GlobalONE on tuotannon, varaston, hankinnan, suunnittelun ja kunnossapidon yhteinen toimintaympäristö. (UPM-intranet 2012a)

Uskoisin GlobalONE:n toimivan 3D-mallien kanssa yhteen tai ainakin sen olevan mahdollista järkevillä kustannuksilla. Esimerkiksi niin sanottu tietojen linkitys pitäisi onnistua, ainakin teoriassa. Tämä linkitys tarkoittaa sitä, että kun malli on auki Navisworks:ssä ja halutaan saada jostain pumpusta tai muusta laitteesta tietoa, niin klikattaisiin pumppua 3D-mallissa ja avattaisiin linkki. Tämän jälkeen GlobalONE avaisi linkissä olevan sijainnin, josta aukeaisi kyseisen pumpun laitetiedot tai vaihtoehtoisesti esimerkiksi tehdashierarkia kyseisen pumpun kohdalta. Tämä olisi luultavasti toteutettavissa oleva järjestely, josta olisi myös paljon hyötyä 3D-malleja käsiteltäessä. (Nurmi 2012.)

Mikäli tällainen linkittäminen ei onnistuisi, pitäisi selvittää ensin itse, että mikä pumpu on kyseessä. Tämän jälkeen pitäisi etsiä kyseisen pumpun laitetiedot manuaalisesti GlobalONE:sta. Tällä hetkellä, kun käytetään 2D-suunnittelua, toimitaan periaatteessa juuri näin.

6.3.2 Tietokannan järjestäminen

Itse 3D-mallit ja niihin liittyvät tiedostot olisivat taas niille varatulla serverillä, tässä tapauksessa todennäköisesti virtuaalisella serverillä. Tällöin muutossuunnitteluun osallistuvat ulkopuoliset suunnittelutoimistot pääsisivät editoimaan sitä omilta päätteilään käsin UPM Gate:n kautta. UPM Gate on nimensä mukaisesti portti, jonka kautta ulkopuoliset tahot saavat yhteyden UPM:n Citrix-serveriin. Citrix on eräänlainen etäkäyttöohjelma, joka mahdollistaa ulkopuolisten käyttää UPM:n Rauman tehtaahan ohjelmia ja tiedostoja. Citrix:iä käytettäessä verkon yli siirtyy käytännössä ainoastaan UPM:n Rauman paperitehtaalla olevan tietokoneen kuvaruudun näkymä, eli käytettävä tietokone itsessään on fyysisesti kokoajan Raumalla. Täten 3D-malli pysyisi kokoajan UPM:n Rauman paperitehtaan serverillä. (Valtonen sähköposti 29.6.2012.)

Mikäli taas lähdetäisiin siitä, että mallia editoisivat ainoastaan UPM:n Rauman tehtaahan omat suunnittelijat sekä tehtaalla vakituisesti työskentelevät suunnittelukonsultit, silloin tietokannalle sekä 3D-mallille riittäisi ihan perinteinen verkkokovalevy. Uskoisin, että verkkokovalevyn käyttö tietokannan tallennussijaintina olisi todennäköisesti helpoin tapa niin tietoteknisesti, kuin myös ohjelman käytön helppouden kannalta.

Citrix:iä ja UPM Gate:a käytettäessä on kuitenkin yksi ongelma. 3D-malli olisi tällöin kokoajan UPM:n Rauman tehtaahan omalla serverillä, joten suunnittelutoimistot käyttäisivät tästä johtuen UPM:n Rauman tehtaahan ohjelmia sekä lisenssejä. Tämä muodostuisi haasteeksi varsinkin suurempia suunnittelutöitä tehtäessä, joissa olisi samanaikaisesti mukana useita suunnittelijoita. Suunnittelutoimistot eivät tässä tilanteessa pystyisi käyttämään omia lisenssejään. Mikäli UPM:n Rauman tehtaalla ei olisi suunnittelijoiden määrään nähden riittävästi lisenssejä tai niitä ei haluttaisi antaa

ulkopuolisten käyttöön, pitäisi 3D-malli tai ainakin osa siitä siirtää mallin editoinnin ajaksi suunnittelutoimiston omalle serverille. (Valtonen sähköposti 29.6.2012.)

Suurissa projekteissa saattaisi kuitenkin olla joka tapauksessa parempi, että malli olisi suunnittelutoimiston omassa verkossa, jolloin suunnittelutoimisto hoitaisi kaikkien mukana olevien yritysten pääsyn serverille käsittelemään mallia. Suunnittelutoimistoilla on kuitenkin jo valmiiksi olemassa hyvät ja toimivat systeemit toteuttaa tällaisia järjestelyjä, joilla yritykset ympäri maailman voivat työskennellä samanaikaisesti saman mallin parissa, koska tällaiset etäyhteyttä käyttämällä tehtävät suuret, useamman yrityksen yhteiset projektit ovat arkipäivää suurille suunnittelutoimistoille.

7 MAHDOLLISET RATKAISUT

Yhteenvedona voisi todeta, että tällä hetkellä Aveva PDMS näyttäisi olevan selvästi eniten käytetty ohjelma 3D-laitossuunnittelussa. Myös tulevaisuus näyttää PDMS kannalta valoisalta. Työssä on käynyt ilmi myös se, että Aveva PDMS on tällä hetkellä useiden lähteiden mukaan paras vaihtoehto 3D-tehdassuunnitteluohjelmaksi. Toisaalta PDMS on myös kaikista kallein, kun otetaan huomioon kokonaisuus, eli lisenssien hinnat, tarvittavat koulutukset sekä muut kulut.

Vaikka Aveva PDMS vaikuttaisi tällä hetkellä olevan paras vaihtoehto, välttämättä näin ei kuitenkaan ole enää siinä vaiheessa kun ohjelmaa oltaisiin hankkimassa. Koska kyse on tietokoneohjelmista, kehitys voi olla erittäin nopeaa ja esimerkiksi Autodesk Plant 3D tai jokin muu 3D-tehdassuunnitteluohjelma saattaa onnistua nousemaan PDMS:n tasolle tai ainakin lähelle sitä. Tästä syystä hankintavaiheessa tulisi kartoittaa ainakin pintapuolisesti eri vaihtoehdot uudestaan ja selvittää niissä mahdollisesti tapahtuneet muutokset.

Mikäli päätös tehtäisiin nyt ja UPM:n Rauman tehdas ottaisi PDMS:n käyttöön, silloin pitäisi myös lisätä sopimukseen tarvittavat pykälät, joilla vaadittaisiin suunnittelutoimistoja tekemään suunnittelu nimenomaan PDMS:llä. Tällaisilla sopimuspykä-

lillä voisi periaatteessa yhtenäistää koko UPM:n konsernin, tai ainakin paperiliiketoiminnanalan toimintatapoja, jolloin voitaisiin päästä tilanteeseen, jossa kaikki UPM:n tilaamat suunnittelu-urakat olisivat tehtynä PDMS:llä. Tosin tällä hetkellä iso osa projekteista tehdään PDMS:ää käyttäen jo muutenkin.

Mikäli kaikki suuret UPM:n projektit tehtäisiin käyttäen PDMS:ää, niin voisi ajatella lisenssien hankkimista siten, että ne olisivat yhteisiä koko konsernin kesken. Mikäli tällaiseen tilanteeseen päästäisiin, itse lisenssien hinnat eivät olisikaan enään niin merkittävässä osassa. Tällä tavalla lisensseille kertyisi varmasti enemmän käyttöä, kuin pelkästään Rauman tehtaalla olisi, joten lisenssien omaksi ostaminen siten, että ne olisivat koko konsernin yhteisiä verkkolisenssejä, voisi olla järkevin vaihtoehto tässä tilanteessa.

Mikäli lisenssi hankittaisiin vain yhden tehtaan käyttöön, tässä tapauksessa vain UPM:n Rauman paperitehtaalle, järkevin vaihtoehto olisi todennäköisesti PDMS:n käyttöön perustuva laskutus, eli ostettaisiin erityisiä Tokeneita, joilla voi käyttää ohjelmaa todelliseen käyttöön perustuvalla laskutuksella. Tällöin lisenssien kokonaisuusmäärä voisi vaihdella, koska Tokenit ovat joustavia ja ne ”kuluvat” nopeammin jos käytetään samanaikaisesti esimerkiksi kolmea PDMS yhden sijaan. Tämä olisi erittäin joustava tapa ja mikäli ohjelmaa käytettäisiin vaihtelevasti, tämä tapa olisi todennäköisesti edullisin.

Sopimuspykäliin tulisi myös sisällyttää, että suunnittelutoimiston tekemä 3D-malli tulisi kokonaisuudessaan UPM:n omaisuudeksi projektin jälkeen. Tämä mahdollistaisi eri suunnittelutoimistojen kilpailutuksen tilanteessa, jossa malliin pitäisi tehdä päivityksiä. Mikäli malli ja sen niin sanottu ympäristö eivät olisi kokonaisuudessaan UPM:n omaisuutta, niin muutokset pitäisi ainakin periaatteessa teettää aina samalla suunnittelutoimistolla, missä se on alun perin tehty. Tässä tilanteessa mallin mallintaneella suunnittelutoimistolla olisi käytännössä mahdollisuus hinnoitella päivitysten teko sekä muut mahdolliset malliin tehtävät toimenpiteet kohtuuttoman kalliiksi, koska UPM:llä ei olisi periaatteessa mahdollista kilpailuttaa suunnittelutoimistoja, koska malli sekä sen ympäristö olisivat ainakin osittain kyseisen suunnittelutoimiston omaisuutta. Tästä syystä olisi erittäin tärkeää saada sopimusehdot laadittua sellaisiksi, että malli olisi kokonaisuudessaan UPM:n omaisuutta. Yleensä ottaen mallin

omistuksessa on kuitenkin joitain rajoitteita suunnittelutoimiston puolelta. Tällaisia ovat esimerkiksi mallin käyttötarkoitus, eli mallia saisi käyttää ainoastaan kyseessä olevan kohteen ylläpitävään suunnitteluun. Myös mallissa olevien tietojen luovuttamista kolmansille osapuolille olisi todennäköisesti rajoitettu. Puhtaasti suunnittelu- toimistojen kannalta paras vaihtoehto olisi tietysti se, että malli olisi heidän omaisuuttaan ja suunnittelutoimisto toimittaisi asiakkailleen ainoastaan katselumalleja (Syrjänen & Peltopuro 2012). Tämän seurauksena asiakas joutuisi käytännössä sitoutumaan yhden ainoan suunnittelutoimiston käyttöön myöhemmin mallia päivitettäessä sekä kyseistä mallia muutosprojekteissa käytettäessä (Nurmi 2012).

7.1 3D-mallien ylläpidon toteuttaminen itse

Ensimmäinen vaihtoehto olisi tietysti hankkia Aveva PDMS lisenssi tai useampia lisensejä UPM:n Rauman tehtaalle. Lisenssit voi hankkia joko ostamalla tai eri tavoin vuokraamalla. Toki joku muu 3D-suunnitteluohjelma kävisi myös tähän tarkoitukseen ainakin periaatteessa, mutta tämän hetkisten tietojen perusteella PDMS näyttäisi olevan paras vaihtoehto 3D-tehdassuunnitteluun. Mikäli yhteensopivuus ongelmia eri ohjelmien kesken ei esiintyisi, niin Autodesk Plant 3D voisi olla erinomainen työkalu ulkopuolisten suunnittelutoimistojen tekemien mallien ylläpitoon sekä pieniin muutossuunnitteluprojekteihin. Mutta tässä törmättäisiin kuitenkin siihen ongelmaan, ettei Plant 3D tue esimerkiksi PDMS:llä tehtyjä malleja ainakaan aidosti (Syrjänen & Peltopuro 2012).

Ehkä jopa vain yksi PDMS-lisenssi sekä vain yksi sen käytön hyvin osaava suunnittelija voisivat periaatteessa riittää ainakin pienempiin uusintaprojekteihin ja niistä seuraaviin mallin päivitystarpeisiin. Mikäli näin toimittaisiin, ainakin aluksi voitaisiin toteuttaa varsinainen suunnittelu edelleen 2D-AutoCAD:iä käyttäen ja kun suunnittelu on valmis, niin ainoastaan siirtää muutokset 3D-malliin. Tällä tavalla toimies- sa kaikilta suunnittelijoilta ei vaadittaisi heti 3D-suunnittelu osaamista, vaan he voisivat jatkaa suunnittelua 2D:nä. Tässä tilanteessa ei tarvittaisi myöskään niin montaa PDMS lisenssiä, jolloin 3D-suunnittelun käyttöön siirtymisestä ei aiheutuisi niin suuria kustannuksia.

Mikäli toimittaisiin niin kuin ylempänä on mainittu, UPM:n Rauman tehtaan suunnittelija tai suunnittelijat mallintaisivat ainakin pienemmät muutokset malliin itse. Suuremmat suunnittelu-urakat toteutettaisiin kuitenkin myös jatkossa ulkopuolisilla suunnittelutoimistoilla, koska UPM:n Rauman tehtaalla ei ole tarvittavia henkilöstö-resursseja suuriin suunnittelu-urakoihin.

PDMS:n lisäksi tulisi hankkia myös Autodesk Navisworks katseluohjelma oikeastaan kaikille projektien parissa työskenteleville. Tämä ei sinällään muodostuisi ongelmaksi, koska Navisworks Freedom on ilmainen. Freedom versioiden lisäksi tarvitsisi ostaa ainakin yksi Navisworks Manage versio, jolla saisi tehtyä katselumallit Freedom version käyttäjille. Näillä versioilla tultaisiin varmasti jo toimeen, mutta silti voisi olla hyödyllistä hankkia jonkin verran Navisworks Simulate versioita, joilla esimerkiksi suunnittelijat ja muut projektin parissa työskentelevät voisivat suorittaa mittauksia sekä punakynä merkintöjä.

Mikäli tähän lähdetäisiin, niin olisi varmasti myös tarvetta hankkia koulutusta Navisworks:n käyttöön tietysti unohtamatta sitä, että ainakin yhdelle, mielellään useammalle, pitäisi hankkia koulutus PDMS:n käyttöä varten. Vaikka periaatteessa yhden ihmisen kouluttaminen PDMS:n käyttöön riittäisikin, pitää ottaa huomioon, että aina on mahdollisuus, että tämä henkilö lähtisi muualle töihin. Tällaisia tapauksia varten ei olisi kovinkaan hyvä asia, jos kaikki PDMS:n ja sen käyttöön liittyvä tieto ja taito olisivat ainoastaan yhden ihmisen varassa. Myös sellainen voisi nousta ongelmaksi, että mikäli tälle henkilölle tai vaihtoehtoisesti henkilöille, joilla olisi taito käyttää PDMS:ä, ei olisikaan tarpeeksi paljon siihen liittyviä työtehtäviä, niin heidän taitonsa eivät välttämättä pysyisi yllä, tai eivät ainakaan kehittyisi riittävästi. (Nurmi 2012.)

Tästä vaihtoehdosta koituisi tietysti melko paljon kuluja verrattuna muihin vaihtoehtoihin, mutta näillä eväillä pystyttäisiin projektin jälkeen ylläpitämään 3D-mallia ja sitä kautta varmistamaan mallin ajantasaisuus myös jatkossa, jolloin malli pysyisi käyttökelpoisena.

Oman haasteensa asettaisi myös esimerkiksi PDMS:n vaatiman järjestelmän pystytys. Ennen kuin ohjelma voitaisiin ottaa käyttöön, tarvitsisi sille luoda tarvittavat puitteet, kuten esimerkiksi serveri sekä tietokanta. Tämän lisäksi tarvittaisiin myös paljon muuta valmistelua, ennen kuin ohjelma olisi niin sanotusti käyttövalmiudessa. Tämä olisi administrator-henkilön työtä, mutta mikäli sellaista henkilöä ei olisi palkattuna, niin käyttöönottovaiheessa kyseisen henkilön vastuualueelle kuuluvat työtehtävät pitäisi ostaa joltain ulkopuoliselta suunnittelutoimistolta, kuten esimerkiksi CTS Engtec Oy:ltä tai Pöyry Finland Oy:ltä. Tietysti järjestelmän käyttöönottoapua tarjoavia yrityksiä on muitakin, esimerkiksi suunnitteluohjelmien myyntiyritykset, joilta saisi ostettua myös henkilöstön koulutusta, jota tulnaisiin tarvitsemaan joka tapauksessa mikäli otettaisiin käyttöön uusia ohjelmia. Myöhemmin tulisi myös selvittää olisiko tarvetta ostaa ulkopuolisilta myös järjestelmän ylläpito. Tällöin PDMS pysyisi aina ajan tasalla ja tarvittaessa saisi apua erilaisiin ongelmiin. Jos UPM:n Rauman tehtaalla ei olisi omaa administrator-henkilöä, niin tällaisen ylläpitopalvelun ostaminen ulkopuolisilta voisi olla toimiva ratkaisu.

Uskoisin, että parhaaseen lopputulokseen päästäisiin, mikäli kyseiset palvelut ostettaisiin joka tapauksessa ainakin osittain ulkopuolisilta. Jos kuitenkin lähdettäisiin UPM:n Rauman tehtaalla omin resurssein pystyttämään järjestelmää alusta asti, niin todennäköisesti se olisi erittäin työlästä ja erilaisiin ongelmiin tulnaisiin varmasti törmäämään. Mikäli taas käytettäisiin ulkopuolisia ammattilaisia, jotka ovat ennenkin tehneet kyseisen työn ja omaavat sitä kautta kokemusta asiasta, tulnaisiin todennäköisemmin välttämään yllättäviä ongelmia.

7.2 3D-mallien ylläpidon ulkoistaminen

Toinen ratkaisu olisi luopua kokonaan ajatuksesta ostaa tai vuokrata PDMS UPM:n Rauman tehtaalle. Tässä tapauksessa mallin ylläpito sekä muutokset teetetäisiin ulkopuolisessa suunnittelutoimistossa. Tällöin Rauman tehtaalle tarvitsisi hankkia ainoastaan tarpeellinen määrä Navisworks Simulate versioita, joilla suunnittelutoimistoilta saatujen katselumallien käsittely onnistuisi. Tietysti tämän lisäksi tarvitsisi hankkia ilmainen Navisworks Freedom versio oikeastaan kaikille, jotta jokainen pystyisi tarvittaessa ainakin katsomaan mallia.

Mikäli näin toimittaisiin ja itse 3D-malli olisi UPM:n Rauman tehtaan omaisuutta, muutoksia tehtäessä, ne merkattaisiin Navisworks Simulate versiolla katselumalliin (Syrjänen & Peltopuro 2012). Merkkaaminen tarkoittaisi tässä tapauksessa niin sanottua ”punakynäystä”, eli malliin merkattaisiin kohta mihin muutos on tehty ja mitä on muutettu, niin perusteellisesti kuin Navisworks:llä vain pystyy. Navisworks:n millään versiolla ei voi mallintaa katselumalliin mitään tehtyjä muutoksia, ei edes yksinkertaistetusti, niin tästä syystä selventävänä dokumenttina, ainakin isompia muutoksia tehtäessä, voisi käyttää esimerkiksi kyseisistä muutoksista tehtyjä 2D-piirustuksia tai jotain muita selventäviä dokumentteja. Koska UPM:n Rauman tehtaalla käytettäisiin tässä tapauksessa jatkossakin 2D-AutoCAD:iä muutossuunnitteluun, niin muutokset tulisivat dokumentoitua joka tapauksessa 2D-piirustuksiksi, joten näitä voisi helposti käyttää selventävinä dokumentteina aina silloin, kun muutoksia on kertynyt sen verran, että 3D-mallin päivitys on ajankohtaista. Esimerkiksi yhden pienemmän muutoksen päivittäminen 3D-malliin ei välttämättä olisi vielä järkevää, vaan voisi olla parempi kerätä muutoksia pidemmältä ajalta ja päivittää sitten ne kaikki kerralla malliin.

Tämän tyyppinen ratkaisu, jossa muutosten tekeminen 3D-malliin olisi ulkoistettu jollekin suunnittelutoimistolle, voisi toimia paljon paremmin, mikäli Rauman tehtaalla olisi ainakin yksi henkilö, joka ymmärtäisi edes jonkin verran PDMS:stä sekä siitä, miten se käytännössä toimii. Tämän henkilön olisi hyvä olla ajan tasalla Rauman tehtaalla tehtävistä muutoksista. Tämä henkilö tulisi toimimaan tavallaan yhteyshenkilönä Rauman tehtaan ja suunnittelutoimiston välillä ja varmistaisi, että suunnittelu-toimisto tekisi malliin tehtävät muutokset oikein (Nurmi 2012).

Tämä olisi varmasti kaiken kaikkiaan halvin vaihtoehto toteuttaa 3D-suunnittelun käyttöön siirtyminen UPM:n Rauman tehtaalla, koska Navisworks itsessään on melko helppokäyttöinen ja sen peruskäytön oppimiseen riittäisi yhden päivän koulutus (Syrjänen, T. Peltopuro, J. 2012). Sen lisenssit ovat myös melko edullisia verrattuna 3D-suunnitteluohjelmien hintoihin. Uskon, että edellä mainitulla tavalla toimittaessa, tehdyistä 3D-malleista saataisiin paljon hyötyä ja lisäksi niiden ylläpito onnistuisi suhteellisen hyvin.

Nämä vaihtoehdot olivat hyvin pintapuolisesti esiteltyjä, mutta niistä saa jonkinlaisen kuvan siitä, miten 3D-mallien päivittäminen olisi mahdollista toteuttaa, mikäli 3D-tehdassuunnittelun käyttöön siirryttäisiin. Tietysti valittavia ohjelmia ja varsinkin niiden lisenssien määriä tulisi miettiä tapauskohtaisesti, kun on selvillä niiden todellinen käyttötarve. Tarve olisi myös selvittää ulkopuolisten tarjoamien palvelujen tarkkoja hintoja punnittaessa halvinta vaihtoehtoa saada hankittua ohjelmisto-osaamista UPM:n Rauman tehtaalle 3D-suunnittelun käyttöön siirryttäessä.

7.3 3D-suunnittelun käyttöönotto

Kun päätös 3D-suunnittelun käyttöönottoa koskien on tehty, niin pitäisi vielä miettiä, miten 3D-suunnittelua lähdettäisiin ottamaan käyttöön. Nurmen mukaan ei voida vain hankkia UPM:n Rauman tehtaalle 3D-suunnitteluohjelmistoa ja tämän jälkeen toteuttaa kaikki suunnittelu 3D-suunnitteluohjelmalla. Tämän takia tarvitsisi miettiä mahdollisia tulevaisuuden tilanteita, joiden yhteydessä siirtyminen 3D-suunnittelun käyttöön olisi järkevää.

7.3.1 3D-suunnittelun käyttöönotto uuden laitoksen rakentamisen yhteydessä

3D-suunnittelun käyttöön voitaisiin siirtyä esimerkiksi suuren projektin yhteydessä. Mikäli UPM:n Rauman tehtaalle tehtäisiin tulevaisuudessa jokin kokonaan uusi laitos, niin tällaisen projektin yhteydessä voisi olla hyvä hetki siirtyä 3D-suunnittelun käyttöön. (Nurmi 2012). Oikeastaan voisi sanoa, että mikäli tällainen projekti tulisi Rauman tehtaalle, olisi käytännössä pakko siirtyä 3D-suunnittelun käyttöön ainakin joissain määrin. Tämä tarkoittaisi joko 3D-suunnitteluohjelman tai ainakin katseluohjelmien hankkimista, jotta 3D-mallia saataisiin pidettyä ajan tasalla projektin päätyttyä. Mikäli mitään valmiuksia 3D-mallin käsittelyyn ei olisi, 3D-mallia ei pystyttäisi ylläpitämään, joten se muuttuisi ajan mittaan hyödyttömäksi. Jo pelkästään tämän takia 3D-suunnitteluun siirtyminen tällaisen projektin yhteydessä olisi tärkeää. Tämän lisäksi projektin valmistuttua UPM:n Rauman tehtaalla voitaisiin tehdä kaikki suunnittelu kyseisellä alueella 3D-suunnittelua käyttäen, koska alueesta olisi tällöin valmis 3D-malli suunnittelun pohjana.

Mielestäni uuden laitoksen rakentamisprojektin yhteydessä saatava 3D-malli olisi UPM:n Rauman tehtaalla kannalta ehdottomasti helpoin tapa siirtyä 3D-suunnittelun käyttöön, koska silloin saataisiin valmis 3D-malli kokonaisuudesta. Tällaisessa tilanteessa ei myöskään tarvitsisi todennäköisesti niin paljoa valmistelemaa työtä itse 3D-suunnitteluohjelman käyttöönoton kanssa, koska 3D-malli ympäristöineen olisi tehty valmiiksi suunnittelutoimiston toimesta.

Tietysti tässä vaihtoehdossa on sellainen ongelma, että tällaisen suuren projektin kautta 3D-suunnittelun käyttöön siirtyminen vaatisi kuitenkin ensin jonkin uuden laitoksen rakentamista UPM:n Rauman tehtaalle. Toisaalta taas voidaan pohtia, että mikäli mitään uutta laitosta ei olisi tulossa, niin tarvitsisiko 3D-suunnittelua ylipäänsä ottaa käyttöön.

7.3.2 3D-suunnittelun käyttöönotto laserkeilausten avulla

Toinen vaihtoehto ottaa 3D-suunnittelu käyttöön UPM:n Rauman tehtaalla, olisi lähteä tekemään 3D-laserkeilauksia (Nurmi 2012). Tässä tilanteessa pitäisi miettiä erittäin tarkkaan mitä alueita ja kuinka laajasti niitä lähdetäisiin keilaamaan, jotta saataisiin suunnittelutyön kannalta tärkeimmät alueet keilattua. Myös keilausten laajuutta tulisi miettiä tarkkaan, jotta keilattu alue olisi riittävän laaja. Tämän lisäksi tulisi miettiä, mitä tehdään keilausten tuloksena syntyneelle pistepilvelle. Niin kuin aiemmin on jo käsitelty, niin pistepilven voisi jättää sellaiseksi, mallintaa osittain tai teettää kokonaan älykkääksi 3D-malliksi.

Omasta mielestäni järkevin ratkaisu laserkeilausten tekemisen suhteen voisi olla se, että keilattaisiin kerralla laajempi alue ja säästettäisiin kustannuksissa jättämällä mallintaminen tekemättä. Uskoisin pelkän pistepilven olevan riittävä 3D-suunnittelun mahdollistamiseksi. Aina on tietysti myös se vaihtoehto, että mikäli pelkkä pistepilvi ei joissain tilanteissa riittäisikään, niin mallinnettaisiin tarpeen mukaan älykästä 3D-mallia pistepilven päälle, ennen varsinaisen suunnittelun aloittamista, helpottamaan itse suunnittelua.

7.3.3 3D-suunnittelun käyttöönotto laajan uusintaprojektin yhteydessä

Kolmantena vaihtoehtona olisi, että UPM:n Rauman tehtaalle tulisi jossain vaiheessa jokin suuri uusintaprojekti, jonka yhteydessä voisi myös harkita 3D-suunnitteluun siirtymistä. Mikäli uusintaprojekti olisi tarpeeksi suuri, niin sen suunnittelu tultaisiin todennäköisesti joka tapauksessa tekemään 3D-suunnittelua käyttäen jonkin suunnittelutoimiston toimesta. Tällöin voisi olettaa, että suunnittelutoimisto suorittaisi ainakin jonkin verran laserkeilauksia mahdollistaakseen 3D-suunnittelun käytön kyseisessä projektissa. Tässäkin tilanteessa saataisiin projektin lopputuloksena ainakin jonkinlainen 3D-malli tai pistepilvi.

Tällaisessa tilanteessa voisi ainakin miettiä, että projektin yhteydessä suoritettaisiin myös laajempia laserkeilauksia. Uskoisin, että laserkeilausten tekeminen tulisi suhteessa edullisemmaksi tällaisessa tilanteessa, jossa käynnissä olevan projektin takia tarvittavat laitteet sekä niitä käyttävät ammattilaiset olisivat jo valmiiksi paikalla.

8 TYÖN LOPPUTULOKSET

Kuten tässä opinnäytetyössä esitetyistä tiedoista voi päätellä, 3D-suunnittelu on tiettyissä tilanteissa erittäin hyödyllinen. Kun lähdetään miettimään 3D-suunnittelun soveltuvuutta nimenomaan UPM:n Rauman paperitehtaalle, väistämättä törmätään muutamiin haasteisiin.

8.1 Kustannukset

Ensimmäisenä ongelmana törmätään kustannusten suuruuteen. Vaikka oletettaisiin, että 3D-malli saataisiin jonkin uuden laitoksen rakentamisprojektin yhteydessä, jolloin itse 3D-mallin teettämisestä ei periaatteessa aiheutuisi mitään ylimääräisiä kustannuksia. Tässäkin tapauksessa 3D-suunnitteluun siirtymisestä aiheutuvat kustannukset tulisivat olemaan erittäin suuret. Tietysti kustannukset kasvaisivat vielä suuremmiksi, mikäli jouduttaisiin itse teettämään 3D-laserkeilauksia sekä tämän jälkeen

mallintamaan pistepilvestä älykäs 3D-malli. Oletetaan kuitenkin, että alettaisiin ylläpitää jonkin projektin yhteydessä saatua 3D-mallia. Tällaisessa tilanteessa UPM:n Rauman tehtaalle ei aiheutuisi lisäkustannuksia 3D-mallin teettämisestä, koska projektin suunnittelu tehtäisiin joka tapauksessa 3D-suunnittelua käyttäen.

Kun uuden laitoksen 3D-malli olisi saatu Rauman tehtaalle ja otettaisiin 3D-suunnittelu käyttöön, jouduttaisiin hankkimaan tarpeellinen määrä 3D-suunnitteluohjelman, sekä myös jonkin katseluohjelman lisenssejä. Käsityksen pelkäämään ohjelmien hankinnasta aiheutuvista kustannuksista saa liitteistä (Liite 3 ja Liite 4).

Lisenssien hankintahintojen ja muiden lisensseistä aiheutuvien kustannuksien lisäksi suunnitteluohjelman käyttö vaatisi joko uusien 3D-suunnittelun käytön osaavien suunnittelijoiden palkkaamista tai vaihtoehtoisesti ainakin kalliiden koulutusten järjestämistä nykyisille suunnittelijoille. Koulutusten hintoja on liitteessä (Liite 5). Todennäköisesti lisätyövoiman hankkiminen olisi näistä vaihtoehdoista parempi, koska silloin 3D-suunnitteluohjelmaa pystyttäisiin käyttämään tehokkaasti alusta asti.

Kun ohjelmat, sekä tarvittavat henkilöstöresurssit olisivat hankittu, niin törmättäisiin seuraavaan ongelmaan. Koska UPM:n Rauman tehtaalla käytettäisiin edelleen perinteistä 2D-suunnittelua, uuden laitoksen alueella tapahtuvaa suunnittelua lukuun ottamatta, nykyisistä AutoCAD lisensseistä ei voitaisi luopua kokonaan tai edes vähentää niiden määrää. Tästä johtuen ei saataisi minkäänlaisia säästöjä nykyisten AutoCAD lisenssien aiheuttamista kustannuksista. Ohjelmien lisensseistä aiheutuvat kustannukset tulisivat moninkertaisiksi nykyiseen tilanteeseen verrattuna, koska 3D-suunnitteluohjelmien lisenssit ovat todella paljon kalliimpia, kuin 2D-suunnitteluohjelmien lisenssit.

Mikäli taas lähdetäisiin 3D-lasekeilausten kautta ottamaan 3D-suunnittelua käyttöön, lienee sanomattakin selvää, että kustannukset tulisivat nousemaan vielä erittäin paljon suuremmiksi. En usko, että laserkeilausten avulla siirtyminen olisi mitenkään taloudellisesti perusteltua UPM:n Rauman tehtaalla tai muilla vastaavanlaisilla tehtailla, joista ei ole olemassa edes osittaista 3D-mallia.

8.2 Suunnittelun toteuttaminen käytössä olevaan 3D-malliin

Kustannusten lisäksi mietityttää 3D-suunnitteluohjelmien, esimerkiksi PDMS:n soveltuminen UPM:n Rauman tehtaan Projektipalvelu osaston käyttötarpeisiin. Projektipalvelun suunnittelijoiden työajasta varsinaiseen piirtämiseen kuuluu arviolta ainoastaan noin 20%. Suunnittelijat tekevät varsinaisen piirtämisen lisäksi paljon muuta, kuten laskevat kustannusten laskentaa, pumppujen mitoituksen laskentaa sekä esimerkiksi asennusten valvontaa. Yleisimmät suunnittelutyöt ovat myös melko pieniä ja nopeita. Tyypillinen suunnittelijan työ voisi olla esimerkiksi 10 metrin pituisen putken lisääminen tehtaalle tai jonkin pienemmän muutoksen tekeminen olemassa olevaan putkistoon.

PDMS ei myöskään pystyisi korvaamaan AutoCAD:n käyttöä kokonaan Projektipalvelu osastolla. PDMS:llä ei pystyisi suunnittelemaan esimerkiksi jonkin anturin tai pumpun kiinnitintä tai muuta vastaavanlaista pientä kohdetta sekä tekemään siitä kunnollisia työpiirustuksia. Tästä syystä uskoisin, että UPM:n Rauman tehtaalla olisi joka tapauksessa tarvetta jollekin muulle 3D-suunnitteluohjelmalle PDMS:n lisäksi, mikäli tarkoituksena olisi luopua 2D-suunnittelun käytöstä kokonaan. Tällainen PDMS:n rinnalla käytettävä ohjelma voisi olla esimerkiksi Autodesk Inventor tai Dassault Systemes:n SolidWorks tai CATIA. Jonkin toisen 3D-suunnitteluohjelman käyttö PDMS:n rinnalla lisäisi jälleen kustannuksia.

Koska itse suunnittelua on niin vähän ja yleensä puhutaan vain pienen mittakaavan muutossuunnittelusta, niin herää seuraava kysymys: Vähentäisikö 3D-suunnitteluun siirtyminen suunnittelusta aiheutuvia kustannuksia niin paljon, että kasvavat ohjelmisto- sekä muut kustannukset olisivat perusteltuja? Tietysti 3D-suunnitteluun siirtymisestä voitaisiin saada muitakin säästöjä, kuin pelkästään suunnittelun nopeutumisen seurauksena saatavat säästöt. Säästöjä voitaisiin mahdollisesti saada esimerkiksi asennustöiden nopeutumisen seurauksena. Asennustyöt saattaisivat ainakin periaatteessa edetä nopeammin, jos asennuspiirustukset olisivat 3D-kuvina, jolloin ne tarjoaisivat visuaalisesti paremman informaation asennettavista osista niiden asennuspaikoista.

Vaikka 3D-suunnitteluun siirtymisestä saataisiinkin säästöjä tehokkaamman suunnittelun, kuin nopeampien asennustöiden seurauksena, en kuitenkaan usko saatavien säästöjen kattavan kuin pienen osan 3D-suunnittelun käyttöönotosta aiheutuvista kustannuksista. En usko, että edes lisenssien hintojen noususta seuraavia kustannuksia saataisiin katettua 3D-suunnitteluun siirtymisestä saatavilla säästöillä. Tähän kun lisätään vielä jo mainitut henkilöstön kouluttamisesta tai lisäämisestä aiheutuvat kustannukset, niin päädytään sellaiseen tilanteeseen, että 3D-suunnitteluun siirtyminen ei tulisi olemaan taloudellisesti kannattavaa.

Jos taas toimittaisiin siten, että käytettäisiin 2D-suunnittelua myös uuden laitoksen kohdalla ja suunnittelutoimisto vastaisi muutosten päivittämisestä 3D-malliin, niin tässä on omat ongelmansa, esimerkiksi 3D-mallin ylläpidosta aiheutuisi jälleen lisää kustannuksia. Tärkeimpänä kysymyksenä näkisin kuitenkin sen, että saavutettaisiin-ko ajantasaisen 3D-mallin avulla niin merkittäviä hyötyjä, kuitenkin edelleen 2D-suunnittelua käytettäessä, että 3D-mallin ylläpidosta aiheutuvat kustannukset olisivat perusteltuja? Epäilen tätä vahvasti.

8.3 Loppupäätelmät

3D-suunnittelusta saatavat hyödyt ovat kiistattomia silloin, kun puhutaan esimerkiksi kokonaan uuden laitoksen suunnittelemisesta. Jos taas kyseessä olisi UPM:n Rauman tehtaan kaltainen 2D:nä suunniteltu tehdas, niin näkisin 3D-suunnittelusta saatavien hyötyjen jäävän melko pieniksi suhteessa 3D-suunnittelun käyttöön siirtymisestä aiheutuviin kustannuksiin.

Mielestäni olisi kaksi erilaista kaikin puolin järkevää tapaa siirtyä 3D-suunnitteluohjelman käyttöön UPM:n Rauman tehtaalla. Ensimmäinen tapa olisi koko konsernin yhteinen sopimus esimerkiksi PDMS:n lisensseistä. Käytännössä tämä tarkoittaisi konsernin yhteisiä PDMS:n CALM Token hankintoja. Näitä Tokeneita jokainen UPM:n tehdas voisi sitten käyttää oman käyttötarpeensa mukaan. Tällöin voitaisiin tehdaskohtaisten kustannusten suhteen päästä sellaiselle tasolle, että 3D-suunnittelun käyttö voisi olla myös taloudellisesti perusteltua. Sekä Nurmen, että

Reilaman mukaan tällainen järjestely tuskin olisi mahdollinen, ainakaan lähitulevaisuudessa.

Toinen vaihtoehto olisi mielestäni eri 3D-suunnitteluohjelmien riittävä yhdenmukaisuus esimerkiksi ISO 15926 -standardisoinnin kautta. Mikäli olisi jokin tarpeeksi edullinen, helppo ja nopea 3D-suunnitteluohjelma, jolla ylläpitävän suunnittelun toteuttaminen esimerkiksi PDMS:llä tehtyyn malliin onnistuisi ilman yhteensopivuusongelmia, niin se voisi ratkoa ainakin osan ongelmista. Tässä tilanteessa voisi olla perusteltua siirtyä uuden laitoksen kohdalla kokonaan 3D-suunnittelun käyttöön. Tämä ei kuitenkaan poistaisi ongelmia vanhojen olemassa olevien kohteiden kohdalla, koska laserkeilauksia tarvitsisi kuitenkin edelleen tehdä 3D-suunnittelun siirtymisen mahdollistamiseksi vanhoilla olemassa olevilla tehtaan alueilla. Tietysti laserkeilaukset tulevat kokoajan halvemmiksi, mutta todennäköisesti niiden kustannukset tulevat pysymään suhteellisen korkeina myös tulevaisuudessa.

Ennen kuin ainakin jompikumpi yllämainituista asioista toteutuu, niin mielestäni UPM:n Rauman tehtaan olisi järkevintä käyttää myös jatkossa 2D-AutoCAD:iä suunnitteluohjelmana. Jos uutta laitosta lähdetäisiin rakentamaan Raumalle, niin nykyisillä tiedoilla voisi olla järkevintä yrittää saada mahdollisimman hyvät 2D-piirustukset uudesta laitoksesta ja käyttää 2D-AutoCAD:iä suunnitteluohjelmana myös kyseisen laitoksen alueella ylläpitävää suunnittelua tehtäessä. Tässä tilanteessa 2D-piirustukset tarkoittaisivat nimenomaan 3D-mallista tehtyjä 2D-näkymiä, koska suunnittelu tehtäisiin joka tapauksessa 3D:nä.

LÄHTEET

Autodeskin www-sivut. Navisworks tuotteet. Viitattu 12.6.2012.
<http://www.autodesk.co.uk/adsk/servlet/pc/index?siteID=452932&id=15190757>

Helsingin yliopiston www-sivut. BIM-mallintaminen. Viitattu 15.5.2012.
<http://www.helsinki.fi/cradle/bim/>

Hynnä, S. Osastopäällikkö, Sweco Industry Oy 25.6.2012. Vastaanottaja: markus.piiipponen@upm.com. Lähetetty 25.6.2012 klo 12.53. Viitattu 25.6.2012.

Järvelä, J. Senior Manager, CTS Engtec Oy. Vastaanottaja: markus.piiipponen@upm.com Lähetetty 13.6.2012 klo 10.36. Viitattu 13.6.2012.

Leica-geosystems:n www-sivut. 3D-keilauksiin käytettävä kamera. Viitattu 3.7.2012.
http://www.leica-geosystems.us/en/News-Archive-2006_80959.htm?id=1247

Nurmi, M. Manager, Project Services, UPM Rauma. Henkilökohtainen tiedonanto. Raumalla 14.6.2012.

Peltopuro, J. Manager, Plant Design Technologies. Pöyry Finland Oy. Vastaanottaja: markus.piiipponen@upm.com. Lähetetty 28.6.2012 klo 10.29. Viitattu 28.6.2012

Profox:n www-sivut. Ohjelmistoesite Prosessiteollisuus. Viitattu 18.6.2012
http://www.profox.com/navisworks_fin.html

Reilama, J. Project Engineer, Project Services, UPM Rauma. Nurmi, M. Manager, Project Services, UPM Rauma. Peni, J. Senior Engineer, Mechanical, Technology Design and Engineering Oy. Henkilökohtainen tiedonanto, Raumalla 27.4.2012.

Syrjänen, T. Vice President, Design Technologies. Pöyry Finland Oy. Peltopuro, J. Manager, Plant Design Technologies. Pöyry Finland Oy. Henkilökohtainen tiedonanto, Vantaalla 28.6.2012.

UPM intranet 2012a. GlobalONE esittely. Viitattu 15.7.2012. Yrityksen sisäinen dokumentti.

UPM intranet 2012b, Yritysesittely Rauma 2012. Viitattu 23.5.2012. Yrityksen sisäinen dokumentti.

Valtonen, E. Senior IT Expert, Field Services Rauma. Vastaanottaja markus.piiipponen@upm.com. Lähetetty 29.6.2012 klo 15.46. Viitattu 3.7.2012

LIITELUETTELO

LIITE 1. Suomenkieliset kysymykset muille UPM:n paperitehtaille

LIITE 2. Englanninkieliset kysymykset muille UPM:n paperitehtaille

LIITE 3. Tarjous Autodeskin Plant 3D:stä sekä muista tuotteista

LIITE 4. Tarjous Aveva PDMS:stä

LIITE 5. Autodesk:n ohjelmien koulutusten hinnasto

LIITE 6. Ohjelmien hintojen vertailu

LIITE 1.

SUOMENKIELISET KYSYMYKSET MUILLE UPM:N PAPERITEHTAILLE

1. Mitä ohjelmia käytätte tällä hetkellä tehdassuunnittelussa?
2. Onko tehtaallanne käytössä tällä hetkellä mitään 3D-suunnitteluohjelmistoa?
 - a. Mikäli on, niin mikä ohjelmisto ja mihin käytätte sitä?
 - b. Miksi on päädytty juuri tähän ohjelmaan?
 - c. Kuinka monta lisenssiä teillä on ja kuinka moni niitä käyttää?
 - d. Onko teillä jokin erillinen katselu ohjelmisto, jolla pystyy katsomaan kuvia ilman varsinaista 3D-ohjelmistoa? Ketkä käyttävät katseluohjelmistoa?
3. Jos teillä ei ole käytössä mitään 3D-ohjelmistoa niin onko suunnitelmissa ottaa käyttöön? Mitä ohjelmistovaihtoehtoja olette harkinneet? Mihin olette ajatelleet hyödyntää sitä?
4. Millaisia kokemuksia teillä on ollut 3D-suunnittelusta ja mitä teillä on tehty 3D:nä?
 - a. Millaisina näette 3D:stä saatavat edut?
 - b. Millaisiin vaikeuksiin olette törmänneet, liittyen 3D-suunnitteluun?
5. Millaisia tulevaisuuden suunnitelmia teillä on liittyen 3D-suunnitteluun?
6. Onko teillä tehty skannaamalla 3D-malleja/pistekuvia jo olemassa olevista laitteista?
 - a. Mitä on skannattu ja mistä syystä tähän toimenpiteeseen on päädytty?
7. Jos teillä on 3D-malleja käytössä, niin miten teillä on hoidettu niiden ylläpito?
 - a. Kuka niitä ylläpitää?
 - b. Millainen tiedostojenhallintajärjestelmä teillä on käytössä 3D-mallien hallinnassa?

LIITE 2.

ENGLANNINKIELISET KYSMYKSET MUILLE UPM:N PAPERITEHTAILLE

1. What designing programs you are using in factory designing?
2. Do you have any 3D-model programs?
 - a. What program you have and what you are designing with it?
 - b. Why you have chosen exactly this program?
 - c. How many licenses you have? How many persons are using them?
 - d. Do you have separate viewer to view models without original 3D-program? Who are using this program?
3. If you don't have any 3D- program in use, have you planned to adopt any program? What alternatives you have thought? How you have thought to asset 3D-designing?
4. What experiences you have had about 3D and what have you designed with 3D?
 - a. What kind of benefits you think you have had for 3D-designing?
 - b. Have you had any difficulties with 3D?
5. Do you have any future plans for 3D?
6. Have you done 3D-scannings about existing devices or areas?
7. If you have 3D-models in use, how you have managed the maintenance of parts and assemblies?
 - a. Who is administrator these models?
 - b. What kind of file managing system you have for managing 3D-models?

Loput liitteet poistettu.