



Tutkimus mallipohjaiseen tuotantoon siirtymisestä

Anssi Hämäläinen

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2015
Kone- ja tuotantotekniikka
Modernit
tuotantojärjestelmät

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka
Modernit tuotantojärjestelmät

HÄMÄLÄINEN, ANSSI:

Tutkimus mallipohjaiseen tuotantoon siirtymisestä

Opinnäytetyö 41 sivua, joista liitteitä 3 sivua (liitteet luottamuksellisia)
Huhtikuu 2015

Työn tarkoituksena oli kartoittaa nykytilanne ja tutkia tarvittavat toimenpiteet Sandvik Mining and Construction Oy:n maanpäällisten laitteiden osakokoonpanon paperisten kokoonpanokuvien siirtämiseksi sähköiseen muotoon. Lisäksi oli tarkoituksena kartoittaa mitä toimenpiteitä tarvitaan, että tulevaisuudessa päästäisiin käyttämään pelkkiä JT-malleja. Tämä työ oli jatkoa Sami Törrösen aikaisemmin tekemään diplomityöhön, jossa kartoitettiin tuotetiedon kulkua tehtaalla ja annettiin muutamia kehitysehdotuksia sen parantamiseksi. Opinnäytetyössä keskityttiin tarkastelemaan yrityksessä käytössä olevia PDM- (Teamcenter) ja tuotannonohjausjärjestelmiä (Lean Systems). Työssä kartoitettiin miten osakokoonpanossa kokoonpanokuvia tällä hetkellä käytetään ja mitkä ovat suurimmat ongelmat ja haasteet kuvien käytössä. Kartoitusta paljasti, että kokoonpanossa käytettiin edelleen paljon paperikopioita ja niihin manuaalisesti kirjattuja lisätietoja. Tärkeimpänä syynä paperikopioiden käyttöön on kokoonpanossa kirjatun kommentti- ja palautetiedon puuttuminen sähköisistä kuvista.

Kartoituksen jälkeen päätettiin muodostaa yhdestä osakokoonpanossa tehtävästä komponentista JT-malli. JT-mallilla tarkoitetaan kevennettyä 3D CAD -kuvaa, johon on lisätty myös asennusta helpottavaa tietoa, kuten esimerkiksi kiristysmomenteja ja liimausohjeita. Tavoitteena oli selvittää, onko kokoonpanoon tuotettava JT-malli riittävä valmiin tuotteen tekemiselle. Mallinnuksen aikana tulleiden palautteiden perusteella saatiin muokattua JT-mallin siihen muotoon, että myös uusi asentaja voi tehdä kyseisen kokoonpanon. Suurin ongelma sähköisen järjestelmän käytölle on asentajien ohjelmistokoulutuksen puute.

Lopputuloksena todettiin, että on ensisijaisen tärkeää luoda suunnittelulle ohjeistus, jonka perusteella kokoonpanokuvat yhtenäistyvät ja niistä löytyy kokoonpanolle tarpeellinen tieto. Tämä onnistuu vain, jos suunnittelu ja asentajat tekevät yhteistyötä jo laitteen protovaiheessa, sillä protovaiheen on helpompi tuottaa tarvittava PMI-tieto lopullista tuotantoversiota varten, ja mahdolliset muutokset saadaan korjattua jo ennen tuotteen ottamista sarjatuotantoon. Yrityksen on myös helpotettava tuotteen korjausehdotusprosessia, jotta JT-mallit olisivat aina ajan tasalla.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Mechanical and Production Engineering
Modern Production Systems

ANSSI HÄMÄLÄINEN:
Research How to Change to Model Based Manufacturing

Bachelor's thesis 41 pages, appendices 3 page (appendices are confidential)
April 2015

Purpose of this bachelor's thesis was to map out status quo and to research necessary actions what needs to be done if Sandvik mining and construction AB wants to start using JT-models in production. In this Bachelor's thesis I concentrated in searching ways to use company's PDM and ERP software more efficiently and what needs to be done to start using JT-models in production.

The theoretical part of this thesis opens up the software's that is used by the company and what else can be done with them. It also tells few good to know things about JT-models and what can be implemented with them. This study was carried out as a project where a JT-model was made out of one assembly. These results suggest that production is possible to be done using only JT-models.

The findings indicate that the company has all the necessary tools to start making JT-models to be used by the production cells. Further research is required to make solid instructions to engineers how the JT-models should be implemented and what kind of information is going to be need in them so that the assemblers have all the necessary information in them.

Key words: research of pdm capabilities, jt-models, paperless manufacturing

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Tutkimuksen taustat.....	6
1.2	Työn tavoitteet ja rajausta.....	7
1.3	Yrityksen esittely.....	8
2	Nykytila osakokoonpanossa.....	9
2.1	Kokoonpanotyön työvaiheet.....	9
2.2	Tuotetiedon hallinta ja käytössä olevat järjestelmät.....	10
2.2.1	PDM.....	10
2.2.2	Teamcenter.....	11
2.3	Tuotannonohjaus.....	13
2.3.1	ERP.....	13
2.3.2	Lean.....	14
3	Tavoitteet ja tulevaisuus.....	15
3.1	Vaihtoehtojen pohdinta.....	16
3.1.1	1. Vaihtoehto.....	16
3.1.2	2. Vaihtoehto.....	17
3.1.3	Lopullinen valinta.....	18
3.1.4	Ilmenneet ongelmat ja niiden mahdolliset ratkaisut.....	19
3.2	CAD ja PDM-ohjelmistot ja kokoonpanoa hyödyntävät lisäominaisuudet.....	22
3.2.1	NX.....	22
3.2.2	Active Workspace.....	24
3.2.3	Teamcenter EWI.....	27
4	Lopputulokset.....	28
4.1	Kehitystä vaativat kohteet paperittoman tuotannon mahdollistamiseksi.....	30
4.1.1	Suunnittelun standardityöohjeistus.....	30
4.1.2	Järjestelmien käyttökoulutus.....	30
4.1.3	PMI-tiedon lisäys.....	31
4.1.4	Korjausehdotus prosessin muutokset.....	35
5	POHDINTA.....	36
	LÄHTEET.....	41
	LIITTEET.....	Error! Bookmark not defined.
	Liite 1. Nykyinen tiedonkulku osakokoonpanon kannalta.....	Error! Bookmark not defined.
	Liite 2. Tilannepalavereiden aiheet ja ajankohdat.....	Error! Bookmark not defined.

ERITYISSANASTO tai LYHENTEET JA TERMIT (valitse jompikumpi)

PDM (PLM)	Product Data Management, tuotetiedonhallinta
SOP	Standard Operation Procedure, standardityöohje
ERP	Enterprise Resource Planning, toiminnanohjausjärjestelmä
ID-koodi	Tunnistekoodi
BOM	Bill Of Materials, osaluettelo
MBOM	Manufacturing Bill of Materials, valmistusrakenne
EBOM	Engineering Bill of Materials, suunnittelurakenne
SBOM	Service Bill of Materials, huollon tuoterakenne
LEAN SYSTEMS	Sandvikilla käytössä oleva toiminnanohjausjärjestelmä
Teamcenter	Sandvikilla käytössä oleva tuotetiedonhallintajärjestelmä
EWI	Electronic Work Instruction, sähköinen työohje
PR	Problem Report, ongelmaraportti
PMI	Product manufacturing information, Tuotteen valmistamista auttava tieto
JT-malli	Kevennetty 3D CAD malli

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen taustat

Yrity maailmassa on käytössä monenlaisia tuotetiedonhallintajärjestelmiä sekä eri käsityksiä siitä, miten niitä tulisi hyödyntää. Usein ongelmana voi olla ohjelmistojen puutteellinen käyttökoulutus. Tämä johtaa siihen, että niiden käyttämistä ei nähdä tarpeelliseksi tai niiden käytön aloittaminen tuntuu vaikealta, vaikka ne monesti helpottaisivatkin työntekijöiden päivittäisiä toimia.

Suomen kalliit työvoimakustannukset sekä korkea hintataso ovat johtaneet siihen, että yritysten on pakko tehostaa toimintojaan. Varsinkin globaaleilla yrityksillä on suuri tarve kustannustehokkuuteen. Tämä edellyttää sitä, että kaikki työtä nopeuttava kehitys on hyödynnettävä.

Jo monia vuosia teollisuuden kokoonpanotyö on tehty erilaisten kokoonpanokuvien, osaluetteloiden ja valokuvien avulla. Suurimmassa osassa yrityksiä kyseinen tieto on vielä käytössä paperisena. Mikäli tieto on saatavilla sähköisesti tietojärjestelmästä, on sen hyödyntäminen vaikeaa ja paikkansapitävyys kyseenalaista. Myös kuvien ja osaluetteloiden päivittäminen on työlästä ja aikaa vievää. Päivittämisen vaikeus johtaa yleensä siihen, että kuvia käyttävät asentajat merkitsevät päivittyvät osat ja asennusohjeet suoraan vanhoihin paperikuviin. Tämä käytäntö johtaa monesti siihen, että esimerkiksi varaosiksi menevät komponentit ovat vääränlaisia, sillä paperikuviin muutettu tieto ei ole päivittynyt varaosalistoihin tai -kuviin.

Kohdeyrityksessä ohjeistuksentuottamisprosessi ei ole poikkeus. Yrityksessä on käytössä PDM- sekä ERP-järjestelmät, joiden kautta tietoa haetaan, mutta kyseisten järjestelmien käyttäminen on asentajille vaikeaa ja aikaavievää. Tämä johtaa siihen, että tietoa etsitään muista helpommin saatavilla olevista lähteistä, kuten esimerkiksi muilta asentajilta tai vanhoihin paperikuviin tehdyistä merkinnöistä. Nämä tiedot eivät kuitenkaan aina pidä paikkaansa, sillä eri kansioissa voi olla monta saman kokoonpanon kuvaa joissa on eri merkinnät. Tiedon päivittäminen moneen eri paikkaan on myös työlästä ja se koetaan vaikeaksi johtaen siihen, että pahimmassa tapauksessa kuvakansioissa ja järjestelmissä oleva tieto on väärää, eivätkä tiedot vastaa toisiaan.

1.2 Työn tavoitteet ja rajaus

Tämä opinnäytetyö käsittelee tuotetiedon käytön nykytilaa ja kartoituksen pohjalta tehtäviä parannusehdotuksia sekä työntekijöiden ohjeistusta Sandvik Mining and Construction Oy:n maanpäällisten poralaitteiden osakokoonpanossa.

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia ja kuvata toimintatapa, jolla vähennetään osakokoonpanossa käytettäviä paperikuvia ja kokoonpanokansioita, sekä ohjataan osaston työntekijät käyttämään yrityksestä löytyvää tuotetiedonhallintaohjelmistoa nykyistä helpommin ja tehokkaammin. Tavoitteena on myös kartoittaa mahdolliset tulevaisuuden näkymät, kuten JT-mallien käyttö uusilla laitteilla vanhojen 2D-kuvien sijaan, sekä kartoittaa, miten kuvien päivitystarpeet sekä muun palautetiedon siirtäminen asentajilta suunnittelijoille voidaan tehdä nykyistä helpommaksi ja huomattavasti nopeammaksi. Työssäni kerron myös, mitä yrityksen tulee seuraavaksi tehdä, jotta tulevaisuudessa saadaan tuotettua ehjiä JT-malleja tuotannon käyttöön.

Työn painopisteenä on löytää ratkaisu osakokoonpanon kokoonpanokuvien käytön sekä päivittämisen helpottamiseksi. Työssä kartoitetaan eri vaihtoehtoja käytössä olevien järjestelmien parantamiseksi sekä mahdolliset uudet ohjelmistot, jotka helpottaisivat kokoonpanokuvien käyttöä sekä niissä olevan SOP-tiedon päivittämistä. Kuvaan työssäni muutamaa vaihtoehtoista ratkaisumallia kokoonpanokuvien sähköistämiseen siten, että niiden tietosisältö ja ylläpidettävyys on asentajien toivomalla tasolla. Yhdessä yrityksen kanssa valittiin toinen ratkaisumalli tulevan toteutuksen perustaksi. Valitusta vaihtoehdosta toteutettiin proto, jonka tavoitteet ja tulokset on kirjattu työssäni.

1.3 Yrityksen esittely

Sandvik Ab on kaivosteollisuuden laitteita, työkaluja, keraamisia materiaaleja sekä erikoismetalliseoksia valmistava korkean teknologian konserni. Sandvik on perustettu Ruotsin Sandvikenissa vuonna 1862 Göran Fredrik Göranssonin toimesta. Sandvikin strategia on tuottaa korkealaatuisia ja asiakasarvoa lisääviä ratkaisuja.

Sandvik Ab:ssa työskenteli vuonna 2014 maailmanlaajuisesti n. 47000 ihmistä lähes 130:ssä maassa. Liikevaihtoa konsernilla kertyi noin 9 mrd. euroa. Yritys on jakautunut viidelle eri liiketoiminta-alueelle: Sandvik Mining, Sandvik Machining Solutions, Sandvik Materials Technology, Sandvik Construction sekä Sandvik Venture.

Sandvik Mining and Construction Oy jaettiin kahteen eri liiketoiminta-alueeseen vuoden 2012 alussa. Tämä työ on tehty Sandvik Mining and Construction Oy:n maanpäällisten poralaitteiden osakokoonpanossa Tampereen tehtaalla. Tampereen tehtaalla valmistetaan myös maanalaisia kallioporolaitteita. Maanpäällisten laitteiden puoli tuottaa sekä maanrakennukseen että maan päälliseen kaivosteollisuuteen soveltuvia kallioporolaitteita. Kuvassa 1 esiintyy DX800-laite eli Ranger (kuva 1) (Sandvik 2015)



Kuva 1: Sandvik DX800 maanpäällinen kallioporauslaite (Sandvik 2015)

2 Nykytila osakokoonpanossa

2.1 Kokoonpanotyön työvaiheet

Osakokoonpanossa työt aloitetaan valitsemalla seuraava työ kuormituslistasta. Mikäli työ on ns. vaihetyö, eli työ, joka tehdään jollekin tietylle vaiheelle tuotantolinjalla, valitaan työ työnjohdon tuomasta erillisestä listasta. Työstä tulostetaan paperinen työkortti, jossa ilmoitetaan esimerkiksi halutun työn työnnumero, kokoonpanon valmistusmäärä sekä nimikekoodi. Nimikekoodin perusteella asentaja etsii kuvan joko Teamcenteristä tai vanhoista kuvakansioista.

Kuvakansioiden suuri käyttöaste johtuu siitä, että asentajat kokevat kansioissa olevien kuvien olevan paremmin ajan tasalla, koska niihin on merkitty kynällä erilaisia SOP-tietoja. Merkintöjä ei usein ole päivitetty tai ilmoitettu suunnitteluun, mistä johtuen Teamcenterissä olevat kuvat eivät ole ajan tasalla. Teamcenterin vähäinen käyttö ei johdu asentajien haluttomuudesta käyttää ohjelmistoa. Teamcenteristä on osakokoonpanossa käytössä ohjelmiston selainpohjainen Thin Client versio. Kyseisen version toiminnallisuus ja käyttövarmuus on kuitenkin puutteellinen ja sen käyttökoulutus osakokoonpanossa on ollut vähäistä. Tämä vaikeuttaa osaltaan ohjelman käytön omaksumista.

Kuvien etsimisen jälkeen asentaja tekee työn valmiiksi. Mikäli asentaja ei pysty osapuutteen takia valmistamaan tuotetta loppuun, merkitsee hän Leaniin työlle osapuutteen. Työn valmistuminen kirjataan ensiksi Jotbar-ohjelmaan työnkirjauksena, jonka jälkeen työn keräilylista ja itse työ kuitataan valmiiksi Leanissa. Lopuksi työkortti kuitataan valmiiksi ja laitetaan valmiiden töiden lokeroon. Liitteestä 1 löytyy kaavio yrityksen nykyisestä tuotannon tiedonkulusta. Liitteet ovat luottamuksellisia.

2.2 Tuotetiedon hallinta ja käytössä olevat järjestelmät

2.2.1 PDM

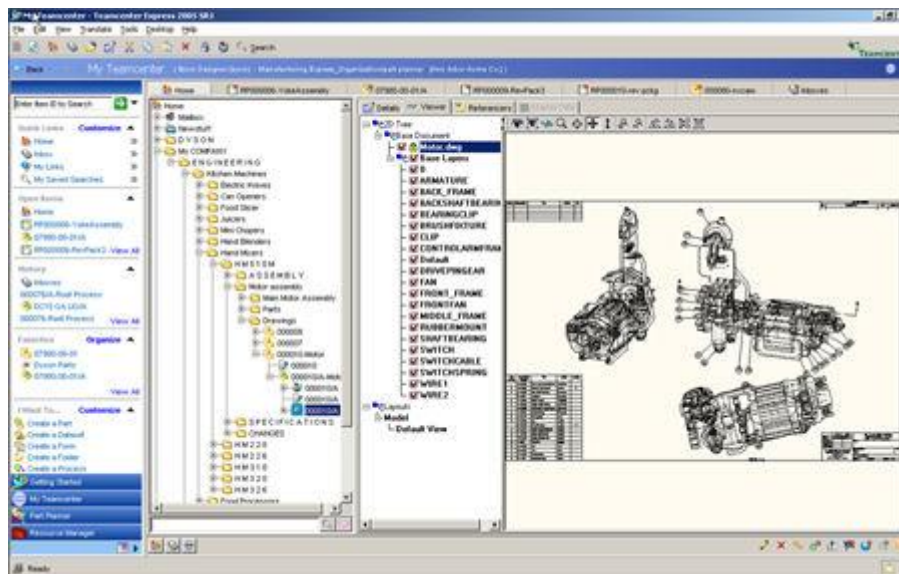
PDM eli Product Data Management tarkoittaa tuotetiedonhallintaa. PDM-järjestelmällä pyritään helpottamaan ja selkeyttämään yrityksessä käytettävän tuotetiedon hyväksikäyttöä ja ylläpitoa. Järjestelmä kokoaa kaiken tai suuren osan yrityksessä käytettävästä tuotetiedosta yhteen paikkaan. Tällä pyritään aikaansaamaan se, että tuotannossa käytettävä tieto, kuten kuvat ja SOP-tieto, ovat helposti saatavilla ja samalla myös helposti päivitettävissä.

Tuotetiedonhallinta tarkoittaa tuotetiedon ja valmistukseen liittyvien prosessien hallintaa siihen tarkoitettulla ohjelmistolla. ”Tuotetieto puolestaan voidaan nähdä liiketoimintakriittisenä informaationa, joka määrittelee tuotteen siinä laajuudessa, kuin se markkinoille saattamisen näkökulmasta on välttämätöntä.” (Ideal, 2015)

Yleisintä tuotetietoa ovat nimikkeet, tuoterakenteet, erilaiset CAD-mallit sekä niiden dokumentit. Tietokantana PDM-järjestelmä parantaa yrityksen sisäistä kommunikaatiota sekä tiedon ja käytäntöjen standardisuutta. PDM-järjestelmä myös parantaa laatua, nopeuttaa tuotannon läpimenoaikoja sekä nopeuttaa päätöksentekoa. (Ideal, 2015)

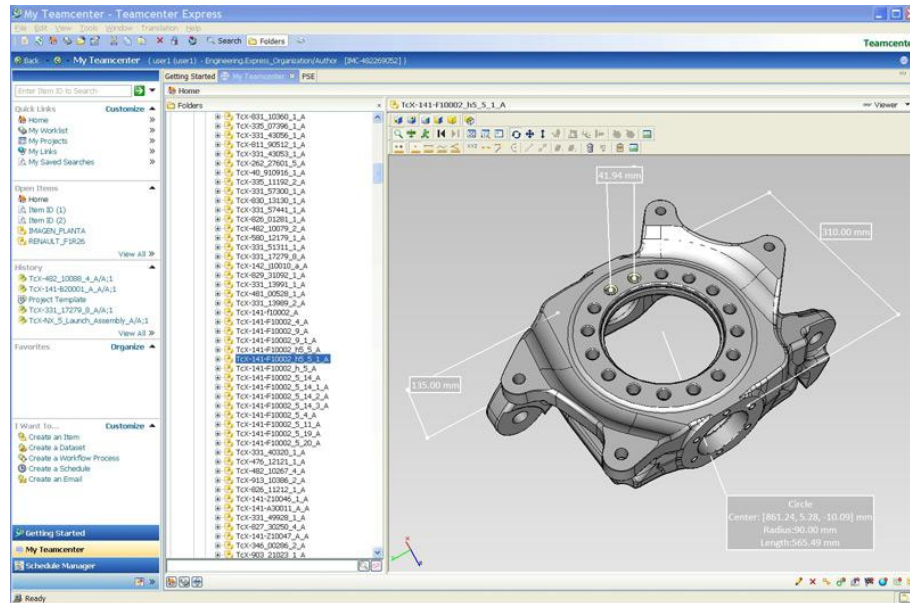
2.2.2 Teamcenter

Teamcenter on yksi maailmalla eniten käytetyistä tuotetiedonhallintajärjestelmistä, jossa pystytään helposti jakamaan tuotteiden kokoonpanokuvia, osaluetteloita sekä muita dokumentteja. Järjestelmällä pyritään parantamaan yritykse, joka osa-alueen kannattavuutta standardisoimalla yrityksen työnkulkua aina suunnittelusta työpajan lattialle saakka.



Kuva 2: Teamcenterin käyttöliittymä (Caddigest, 2015)

Teamcenterin suunnitteluprosessin hallintaratkaisut auttavat yritystä käyttämään maailmanlaajuisia suunnittelutiimejä tuomalla kaikkien organisaatiohaarojensa tuotetiedon yhteen järjestelmään. Järjestelmän avulla pystytään hallinnoimaan sekä päivittämään suunnittelutietoa ja automatisoimaan päivitysten hyväksyminen ja lopulta vahvistaminen. Teamcenterin parhaita ominaisuuksia on sen tuki kaikille yleisimmille CAD-ohjelmistoille, joten CAD-tiedostojen kääntäminen ei ole ohjelmalla tarpeen. Teamcenter myös muuttaa CAD-tiedostot automaattisesti JT-tiedostoiksi helpottaen huomattavasti suunnittelijoiden työtä.



Kuva 3: JT-kuvien esitys Teamcenterissä (ISAP, 2015)

Teamcenter tuo yrityksen dokumentit nykyaikaiseen PLM-järjestelmään pitämällä dokumentit sekä muun sisällön ajan tasalla. Järjestelmä tarjoaa myös sisäisesti Microsoft Office -työkalut, joten jo valmiiden dokumenttien työstäminen onnistuu myös itse järjestelmän sisällä. Teamcenter vähentää huomattavasti työntekijöiden työkuormaa tuottamalla tarkkoja, korkealaatuisia dokumentteja, jotka on räätälöity markkina-alueen, kielen tai itse tuotteen mukaan. Järjestelmässä tämän tiedon saattaminen myös muille organisaatioille on tehty helpoksi, sillä Teamcenteriin tehtävät päivitykset näkyvät kaikille mantereesta riippumatta.

Teamcenter auttaa myös BOM-tiedon tuottamista, sillä se saa osaluettelon suoraan CAD-tiedostoon tehdyistä osista. Teamcenter tuottaa tarkan, selkeän sekä tietyille osastolle räätälöidyn osaluettelon automaattisesti. Osaluettelon tekemisellä helpotetaan asentajien ja suunnittelijoiden työtä, sillä sen avulla on helppo katsoa, mikä osa tulee asentaa seuraavaksi tai mikä osa mahdollisesti kaippaa päivittämistä. Ilman osaluetteloita olisi mahdotonta tietää, mikä osa olisi kyseessä esimerkiksi vain katsomalla osan kuvaa. (Siemens 2015)

2.3 Tuotannonohjaus

2.3.1 ERP

Karkeasti sanottuna ERP tarkoittaa yrityksen avainliiketoimien niputtamista yhteen järjestelmään. Sillä pyritään automatisoimaan ja integroimaan esimerkiksi asiakastilaukset, tuotannon aikataulut, hankinnat, nimiketiedot ja niiden varastosaldot sekä taloudellinen tieto. ERP-järjestelmä eli toiminnanohjausjärjestelmä on yrityksissä käytettävä tietojärjestelmä, joka tuo yhteen yrityksen eri toiminnot. ERP-järjestelmään sisältyy esimerkiksi varastonhallinta, tuotannonohjaus sekä materiaalin ja muiden toimintojen hallinta.

ERP-järjestelmän tärkeys yritykselle on suuri, sillä sen avulla yritys pystyy hallinnoimaan yritykselle tärkeää tietoa yhden järjestelmän kautta. Tällä saadaan aikaan se, että monilla paikkakunnilla toimiva yritys pystyy helposti hallinnoimaan kaikkien eri organisaatioidensa toimintoja nopeasti ja vaivattomasti. Ilman toimivaa järjestelmää yrityksen toiminta olisi huomattavasti vaikeampaa ja eri toimipisteet joutuisivat kommunikoidaan keskenään jopa hyvin turhista asioista, kun ERP-järjestelmän avulla tarvittava tieto on helposti saatavilla.



Kuva 4: ERP-järjestelmän sisältö (Greenbacon, 2015)

2.3.2 Lean Systems

Lean on toiminnanohjausjärjestelmä eli ERP-järjestelmä, jonka on kehittänyt Tieto Oyj. Sandvik käyttää Leania tuotannonohjaukseen ja -suunnitteluun. Leanistä löytyy tiedot töiden rakenteista sekä osien nimiketiedot ja varastopaikat. Järjestelmällä voidaan ohjata myös projekteja, asiakaskohtaisten tuotteiden suunnittelua (laiteoptiot), vakio- ja massaräätälöitävien tuotteiden toimitusta, varaosatoimituksia sekä palveluja.

Leanin visuaalisen yksinkertaisuuden ansiosta oleellisen tiedon havaitseminen ja hankinta on erittäin helppoa. Luotettavan ja reaaliaikaisen tiedon käyttö on helppoa sekä yritykselle itselleen kuin myös kumppaneille. Lean yhdistää järjestelmänä kevyen ja helppokäyttöisen käyttöliittymän sekä samalla myös suuren määrän tietoa.

Tuotteen elinkaarensurannan avulla pystytään tutkimaan tuotteen todellista kannattavuutta. Tämän mahdollistaa se, että PLM-järjestelmän avulla pystytään tutkimaan tuotteen elinkaarta suunnittelusta aina huoltoon saakka. Seuranta voidaan myös järjestää aina takuukustannuksiin sekä huollon ja jälkimyynnin kautta saataviin tuloihin saakka. (Tieto Oy, 2015)

3 Tavoitteet ja tulevaisuus

Toivottavaa olisi, että tulevaisuudessa osakokoonpanossa käytettävät mallit ja piirustukset saataisiin suoraan Teamcenteristä tai Leanistä. PDM-tietokannan käyttö kuitenkin edellyttää, että siellä olevat kuvat ja kuvannot saadaan paremmin ja helpommin päivitettäviksi. Erillinen sovellus kuvien käsittelyyn osakokoonpanossa kartoitetaan. Tällä ratkaisulla asentajat voivat tehdä suunnittelijoiden tekemien kuvien päälle merkintöjä, jotka jäävät muistiin kuvatiedostoon ja olisivat näkyvissä myös seuraavalla kerralla tiedostoa avattaessa. Sovellus helpottaa asentajien tarvitsemien tietojen lisäämistä kuviin ilman aikaa vievää päivitysprosessia tai muutosehdotuksia.

Uuden toimintamallin käyttöönoton ongelmana on vanhojen paperikuvien ja niihin kirjoitetun tiedon paljous. Tästä johtuen uusi toimintamalli otetaan käyttöön vaiheittain uusilla laitteilla. Paperikuviin lisätyt tiedot voitaisiin helpoiten saada suunnittelun tietoon, kun ne skannattaisiin ja lähetettäisiin sitten suunnittelulle. Uuden toimintamallin käyttöönotossa tulee varmistaa myös ohjelmiston käyttövarmuus ja nopeus. Tämän hetken selaimella toimiva Teamcenter Thin Client versio vieroittaa käyttäjät hitaudellaan ja epävarmuudellaan.

Tulevaisuudessa tuotannon muuttaminen mallipohjaiseksi on tarpeellista, sillä sähköisten järjestelmien avulla tuotanto saadaan joustavammaksi ja nopeammaksi. Tehtäessä työt siinä järjestyksessä, missä ne on järjestelmässä ilmoitettu, vähentää osien myöhästymistä ja mahdolliset kiireelliset työt voidaan ilmoittaa järjestelmän kautta reaaliajassa. Osakokoonpanon tämän hetkisen toimintatavan sijasta olisi käytännöllisempää, että osastolle otettaisiin muutama uusi näyttöpäätte, joihin työjohto voisi tuottaa esimerkiksi vaihetyölistat sekä mahdolliset kiireelliset työt. Näyttöjen tuonnilla osastolle päästäisiin eroon osastolla käytettävistä työkorteista ja -listoista.

3.1 Vaihtoehtojen pohdinta

3.1.1 1. Vaihtoehto

Ensimmäinen ehdotus tilanteen parantamiseksi tuli osaston asentajilta, jotka ehdottivat sovellusta, johon asentajat voisivat kirjoittaa tietoa eräänlaisiin puhekupliin nykyisen kuulakärkikynän tapaan. Nämä tiedot näkyisivät sekä asentajille että suunnittelijoille kuvaa avatessa. Asentajien lisäämän tiedon perusteella suunnittelijat voisivat tehdä tarvittavat päivitykset itse kuvaan. Ohjelmistossa kuvan pitäisi olla eriytetty eri kerroksiin, eli asentajien tekemät kommentit olisivat omassa kerroksessa ja suunnittelijoiden kuva toisessa. Eri kerrosten avulla saataisiin tehtyä kuvien päivittäminen helpommaksi, sillä kun suunnittelija tekee muutoksen kuvaan, ei asentajien kommentit poistu vaikka kuvaa päivitetään. Tämä käytäntö mahdollistaisi myös sen, että kokoonpanoa helpottava tieto olisi saatavilla aina jokaisessa revisioissa. Tällä hetkellä merkintöjä tehdään vain yhteen kuvaan revisioeroja huomioimatta.

Sovellus helpottaisi myös varaosien tekemistä ja varaosatietojen ylläpitoa. Nykyisen käytännön ongelmana on se, että laitteeseen asennettu osa voi olla täysin erilainen kuin varaosatiedoissa oleva osa. Ero johtaa useasti ongelmiin varaosia vaihdettaessa, koska asennuksessa joudutaan käyttämään esimerkiksi vanhan osan liittimiä. Ehdotetulla sovelluksella saadaan myös tämän virheen mahdollisuus minimoitua, sillä varaosia tekevät asentajatkin näkisivät aina uusimmat kommentit kyseisten tuotteiden kuvista.

3.1.2 2. Vaihtoehto

Toinen mahdollinen ja jo osittain toimiva vaihtoehto vanhan käytännön parantamiseksi olisi se, että asentajat saisivat Leanin kautta käsiinsä kokoonpanokuvat ja niiden osaluettelot. Tämä käytäntö on kuitenkin mahdollinen vasta sitten, kun Teamcenterissä olevat kuvat ovat ajantasalla ja niistä löytyy tarpeeksi kokoonpanoa helpottavaa tietoa. Tällä hetkellä Leanin kautta on mahdollista hakea kuvat Teamcenteristä lukuun ottamatta osaluetteloita sekä osakokoonpanossa tehtävien vaihetöiden kuvia. Tämän vaihtoehdon avulla asentajat eivät myöskään voi tehdä tarvitsemiaan kommentteja kuviin. Tämä voi aiheuttaa sen, että asentajat palaavat takaisin vanhoihin tapoihinsa ja paperisiin kuvakansioihin. Leanin kautta saatavat kuvat olisi kuitenkin nopea toteuttaa, mikäli sen kautta olisi saatavilla myös osaluettelot ja kuvien päivitystarpeen ehdottaminen olisi helpompaa. Myös itse kuvien päivityksen tulisi olla nopeampaa, mikä vaatii suunnittelun työtapojen muutosta ja kuvien päivitystä heti korjausvirheilmoituksen ilmoittamisen jälkeen.

3.1.3 Lopullinen valinta

Ohjausryhmä valitsi toteutettavaksi ensimmäisen vaihtoehdon, jossa osakokoonpanon tarvitsemat mallit talletetaan ja haetaan Teamcenteristä. Samalla päätettiin toteuttaa pilottihanke, jossa yhdestä osakokoonpanosta tehdään suunnittelun toimesta JT-malli, johon lisätään asentajien tekemät PMI-tiedot. Kokoonpanoksi valikoitui hieman suuremmalla volyymillä tehtävä DI550-ilmasäiliö. Tämä kokoonpano valittiin siksi, että siinä ei ole liikaa osia uudelleenmallinnettavaksi, eikä kokoonpanon muokkaaminen vie liikaa aikaa. Piirustuksessa olevia merkintöjä on myös suhteellisen paljon, joten niiden avulla nähdään todellisuudessa, miten Teamcenteriin lisätyt PMI-tiedot toimivat tuotannon lattialla.

Pilotilla pyritään saamaan aikaan mahdolliset parannusehdotukset, joita tuotannon asentajilla on JT-kuvien toimivuuteen. On tärkeää, että itse kuvien käyttäjät pääsevät kommentoimaan ja kehittämään käyttämäänsä järjestelmää, jotta toteutuksesta saadaan mahdollisimman hyvin toimiva. Tämä edellyttää kuitenkin sitä, että tehtävät JT-mallit ovat ehjiä ja niistä saatavaa tietoa on tarpeeksi, sekä kehitysehdotusten tekeminen on mahdollisimman vaivatonta.

Pilotoinnin avulla nähdään aluksi, miten JT-mallien käyttö on mahdollista pienen kappaleen kokoonpanossa. Jatkossa JT-malleista voidaan räätälöidä koko tuotannossa käytettävä standardi. Pilotti luo suuntaviivat myös suunnittelulle, jotta jatkossa kokoonpanon tarvitsema lisäinformaatio on huomioitu jo suunnitteluvaiheessa. JT-mallien ja niissä olevan PMI-tiedon muodostaminen CAD-kuvista tulee olla mahdollisimman yksinkertaista. Yhtenä pilotin tarkoituksena on testata NX:n ominaisuus, jossa CAD-kuvista muodostetaan JT-mallit automaattisesti Teamcenteriin. Pilotti tuo esille myös tarvittavat asentajien koulutustarpeet uuden toimintatavan käyttöönottamiseksi. Samalla se varmistaa, että olemassa olevan ohjelmiston potentiaali käytetään mahdollisimman hyvin hyväksi.

3.1.4 Ilmenneet ongelmat ja niiden mahdolliset ratkaisut

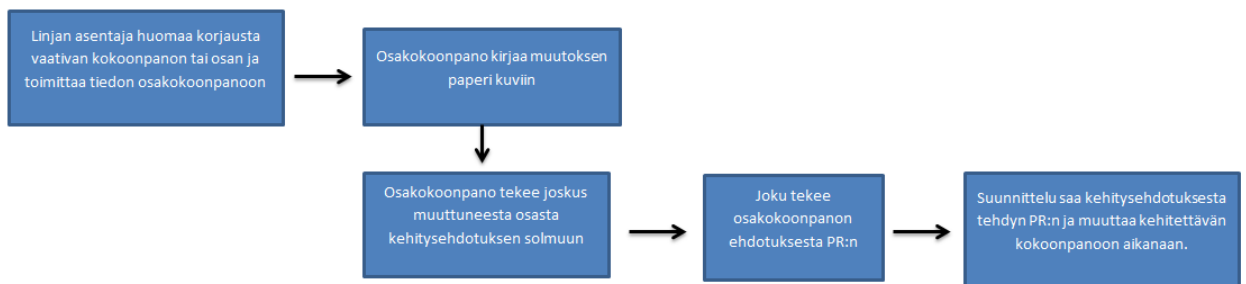
Suurin ja eniten lopputulokseen vaikuttava ongelma on käytössä olevien kuvien huono toteutus. Tällä hetkellä käytössä olevat kuvat on suunniteltu niin monessa vaiheessa sekä niin moneen eri tiedostoon, että niistä ei ole mahdollista tehdä ehjiä JT-malleja halutussa aikataulussa. Mikäli kohdeyritys haluaa jatkossa kehittää tuotantaan paperittomaksi, tulee sen ensin muuttaa suunnittelunsa työmallia. Tähän päästään sillä, että suunnittelulle tehdään yleinen ohjeistus siitä, miten uusien komponenttien suunnittelu tulee tehdä. Suunnittelun tulee tehdä tulevaisuudessa JT-mallit tuotannon kannalta niin, että kuvissa ei esiinny eri vaiherakenteella olevia osia, sillä niistä tehtävät JT-mallit on vaikeita ja hitaita toteuttaa. Uudempia laitteita suunniteltaessa tämä on jo saatu osittain toimimaan, mutta vieläkin ei ole laadittu yhteistä ohjetta mallien tuottamiseen.

2D-piirustuksien muuttaminen JT-malleiksi on vaikeaa, jos käytössä olevat kuvat on hajautettu moneen eri osaan vaikka kyseessä olisikin yksi kokoonpano. Tämä hajauttaminen johtuu suurimmaksi osaksi tuotteiden laiterakenteesta. Laiterakenteet on jaettu eri osioihin siten, että samaan osaan kokoonpannaan eri laiterakenteessa olevia komponentteja. Esimerkiksi osakokoonpanossa koottavassa öljynjäähdyttimessä on sekä öljynjäähdyttimen että ilmastoinnin osia, vaikka kyse on kerralla tehtävästä kokoonpanosta. Tämä tuottaa tulevaisuudessa suuren ongelman, mikäli kohdeyritys haluaa poistaa tuotannostaan paperikuvat edes osittain, sillä tällä hetkellä vanhojen laitteiden kuvista ei ole mahdollista tehdä JT-malleja aikaa vievästä prosessista johtuen.

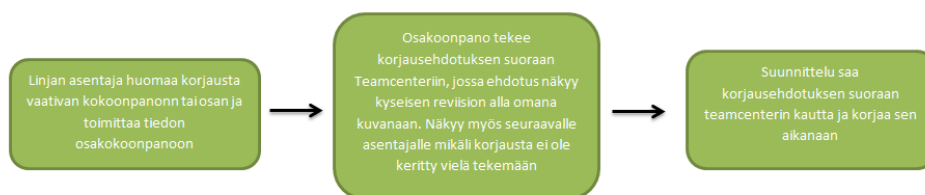
Yksi suuri ongelma on myös huono virheidenkorjausprosessi. Kohdeyrityksen tulisi eriyttää kokoonpanon kehitysehdotukset sekä korjausilmoitukset toisistaan. Asentajilla tulisi olla oikeudet tehdä korjausilmoitukset suoraan käytössä olevan järjestelmän kautta, sillä se nopeuttaisi virheiden korjausta. On huomattavasti tärkeämpää korjata jokin oleellisesti laitteen toimintaan vaikuttava osa, kuin kehittää nykyisen laitteen toimintaa osamuutoksella. Asentajien lähettämää korjausilmoitusta ei mielestäni tarvitse tarkastaa. Asentajat ovat tekemässä valmiin laitteen kokoonpanoa, ja jos jokin suunniteltu osa tai liitin ei toimi niin kuin on tarkoitettu, heidän on ratkaistava ongelma. Tämän ratkaisun he voivat kirjata suoraan korjausilmoitukseen. Tällä hetkellä korjausehdotukset ja kehitysehdotukset tehdään intranetistä löytyvän Solmu-tietokannan

avulla. Asentajan tekemä ehdotus tarkastetaan ja muokataan suunnittelussa ja siitä muodostetaan PR (Problem Report). Lopulliset muutokset suunnittelun kuviin tehdään PR:n pohjalta. Kyseinen käytäntö aiheuttaa sen, että kuviin tehtävien muutosten toteutus kestää pahimmassa tapauksessa useita kuukausia tai niitä ei tehdä lainkaan. Olisi helpompaa ja nopeampaa myös suunnittelulle, että korjausehdotukset tulisivat suoraan Teamcenterin kautta, jolloin korjattavan osan korjausehdotuksen voisi nopeasti katsoa suoraan kuvasta ja muutoksen tehdä välittömästi.

Yrityksen käytössä oleva Teamcenter sisältää Active Workspace -sovelluksen. Tämän sovelluksen avulla voidaan kokoonpanolle luoda oma työpöytä, johon kaikki tarvittava toiminnallisuus on koottu helposti saataville. Työpöydän sekä mobiili- ja tablet-tietokoneiden avulla voidaan nopeuttaa ja helpottaa järjestelmän käyttöä ja parantaa palautetiedon tuottamista järjestelmään.



KUVA 5: Tämänhetkinen korjausehdotuksentekoprosessi (itse tehty 10.3.2015)



KUVA 6: Parannusehdotus korjausehdotusten tekoon (itse tehty 10.3.2015)

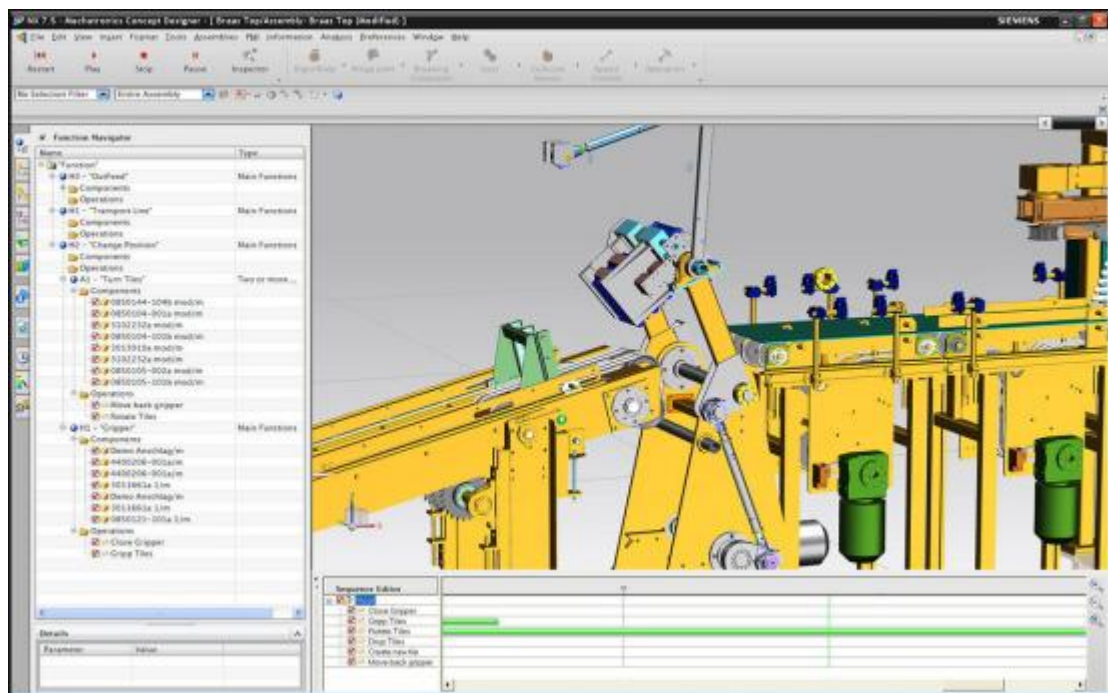
Ongelmana on myös vanhojen laitteiden alkuperäinen suunnitteluprosessi, johon ei ole aikanaan laadittu yhtenäisiä ohjeita kuvien toteuttamisesta eikä niihin sisällytettävistä tiedoista. Ohjeiden puuttuminen on johtanut siihen, että vanhojen laitteiden osien 3D-kuvista ei voida tehdä helposti JT-malleja tuotannon käyttöön. Uudempien laitteiden kanssa suunnittelu on tehty jo tuotannon näkökulmasta ja niistä pystytään tekemään JT-mallit helpommin. Suunnittelulle tulisi kuitenkin tehdä selvät ohjeet siitä, miten mallit tulee suunnitella ja mitä tietoa niihin pitää lisätä. Tulevaisuudessa malleihin lisättävä PMI-tieto tulee saada asentajilta jo proto-laitteita tehtäessä ja tässä vaiheessa suunnittelun sekä asentajien välinen kanssakäyminen on erittäin tärkeää. Asentajien kertoessa suunnittelulle jo tässä vaiheessa tarvitsemaansa asennustietoa, on se käytössä siten myös tuotannon myöhemmissä vaiheissa.

Vanhojen laitteiden osalta olisi helpoin ratkaisu, että käytössä olevien kuvien piirustukset sekä osaluettelot saataisiin suoraan Leanin kautta käyttöön. Asentajalle olisi helppo saada työtä valittaessa kuormituslistalta suoraan myös piirustukset tulostettua. Tämä vaihtoehto toimii jo kuvien osalta, mutta osaluetteloiden kanssa vaaditaan vielä räätälöintiä.

3.2 CAD ja PDM-ohjelmistot ja kokoonpanoa hyödyntävät lisäominaisuudet

3.2.1 NX

NX on Siemensin tekemä 3D CAD-ohjelmisto, joka on tällä hetkellä käytössä Sadvikilla. Se, että NX on Siemensin tekemä, takaa saumattoman yhteistyön myös Teamcenterin kanssa. NX:n avulla yritys voi tuottaa sekä 2D- että 3D-kuvia ja niiden ylläpitäminen on huomattavasti nopeampaa. NX on integroitu CAD/CAM/CAE-ohjelmisto ja sen avulla voidaan tuottaa kaikki tarvittava tieto yrityksen jokaisen tuotteen kaikille työvaiheille aina koneistuksesta kokoonpanoon. NX:n suurin etu muihin CAD-ohjelmistoihin verrattuna on sen ymmärtämien tiedostoformaattien määrä. Ohjelman avulla voidaan avata kaikki yleisimmät CAD/CAM-tiedostot, joten yrityksessä aikaisemmin käytössä olevien CAD ohjelmistojen kuvannot on helppo päivittää myös NX:llä.



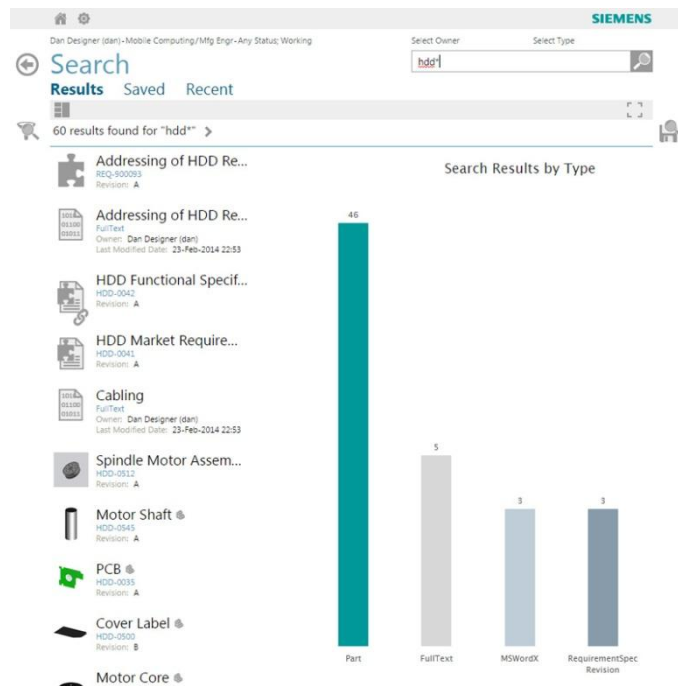
KUVA 7: NX:n käyttöliittymä (Raykurland, 2015)

Yksi käyttökelpoisimmista ominaisuuksista on, että ohjelman avulla voidaan lisätä kuviin jo suunnitteluvaiheessa osan asennusta helpottavaa tietoa kuten kiristysmomentteja, liimauksia sekä mahdollisia osien kiinnitysjärjestyksiä. Kuviin jo suunnitteluvaiheessa lisättävä PMI-tieto auttaa tuotannossa työskenteleviä työntekijöitä, sillä se nopeuttaa tarvittavien työkalujen hakemista ja mahdollistaa myös uusien työntekijöiden työnteon ilman suurempaa ohjausta. Tämä kuitenkin vaatii sen, että kuvissa oleva tieto on ajan tasalla ja oikeaa. Ohjeiden ilmoittaminen on siis tehtävä mahdollisimman helpoksi ja nopeaksi, jotta asentajat voivat uuden tiedon ilmaantuessa ilmoittaa siitä suunniteluun tai kuvien tietoja ylläpitävälle taholle.

3.2.2 Active Workspace

Active Workspace on Teamcenteriin luotu nykyaikaisempi ja helppokäyttöisempi käyttöliittymä. Kyseinen sovellus toimii Internet-selaimen kautta, joten itse ohjelmiston laitevaatimukset eivät ole niin korkeat kuin esimerkiksi vanhalla Teamcenterillä. Internet-selaimessa toimiva sovellus on myös helpompi jakaa tuotannon lattialle. Uusi käyttöliittymä on suunniteltu pääsääntöisesti mobiililaitteita silmälläpitäen ja siksi kyseinen ohjelma on helppokäyttöinen myös vanhalla tietokoneella.

Active Workspace kasvattaa yrityksen tuottavuutta entisestään nopeuttamalla työntekijöiden etsintäprosessia mahdollistamalla saumattoman pääsyn yrityksen PLM-tietoihin milloin ja missä työntekijä sitä haluaa. Active Workspace näyttää esimerkiksi asentajan tekemän haun tulokset visuaalisena pylväsdiagrammina, josta asentaja voi katsoa, montako hakutulosta löytyy esimerkiksi kuvantona osasta, teksitiedostona tai vaikka Word-dokumenttina.



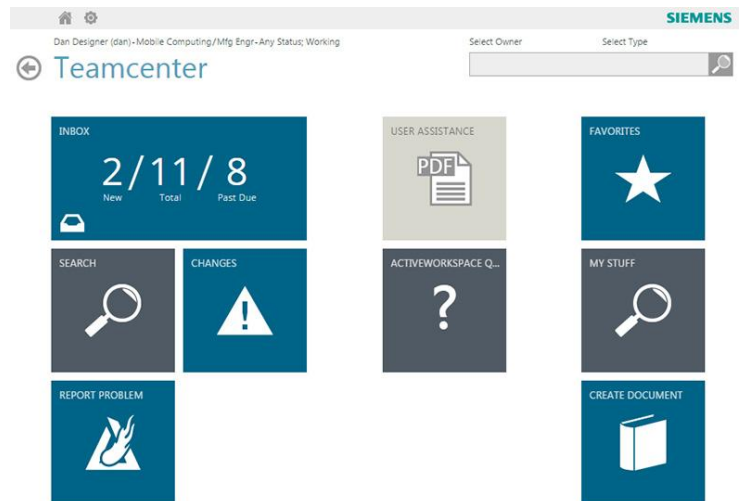
Kuva 8: Hakutulosten esitys tapa Active workspacessa. (Siemen activeworkspace, 2015)

Helpommin käsillä oleva tuotetieto suoraan JT-kuvista auttaa asentajaa sekä suunnittelijaa näkemään tarvittavat osat sekä mahdolliset päivitystarpeet helpommin. Active Workspacen käyttöliittymä myös parantaa kuvien käyttöä siten, että esimerkiksi asentaja voi halutessaan valita kuvasta minkä tahansa osan ja valitsemalla sen hän näkee kuvan vieressä olevasta listasta, mikä osa on kyseessä. Nykyään asentajan täytyy katsoa osan numero, jonka jälkeen hän voi vasta katsoa kyseisen osan ID-koodin kuvan erillisestä osaluettelosta. ID-koodin löydyttyä täytyy asentajan vielä katsoa osan sijainti ERP-järjestelmästä ja vasta sen jälkeen hän voi asentaa osan paikalleen. Active Workspaceseen voidaan liittää suoraan ERP-järjestelmästä löytyvä paikkatieto ja tällä nopeutetaan asennustyötä entisestään.



Kuva 9: Kuvien ja osaluettelon esittäminen Active Workspacessa (Siemens Active Workspace, 2015)

Myös kuvien muutosehdotusten sekä muun kuviin lisättävän tiedon tekeminen on helppoa Active Workspacessa, sillä ehdotuksen voi tehdä suoraan kyseisen kuvan kohdalla joko valitsemalla hiiren oikealla painikkeella tai asetuspainikkeen takaa "lähetä kehitysehdotus" -valinnan, johon asentaja voi kirjoittaa suoraan, mikä osa kaippaa päivittämistä ja miten sitä tulee päivittää. Ehdotuksen valmistuttua tieto siitä menee suoraan kyseistä osaa hallinnoivan suunnittelijan muutokset-ikkunaan eli ohjelman sisäiseen muutospyyntöpostilaatikkoon. Tieto ehdotuksesta voidaan lähettää myös suunnittelijan sähköpostiin. Tämän käytännön avulla nopeutetaan ja helpotetaan huomattavasti kehitysehdotusten tuottamista ja niihin vastaamista, mikä on monissa yrityksissä se suurin ja aikaa vievin ongelma.

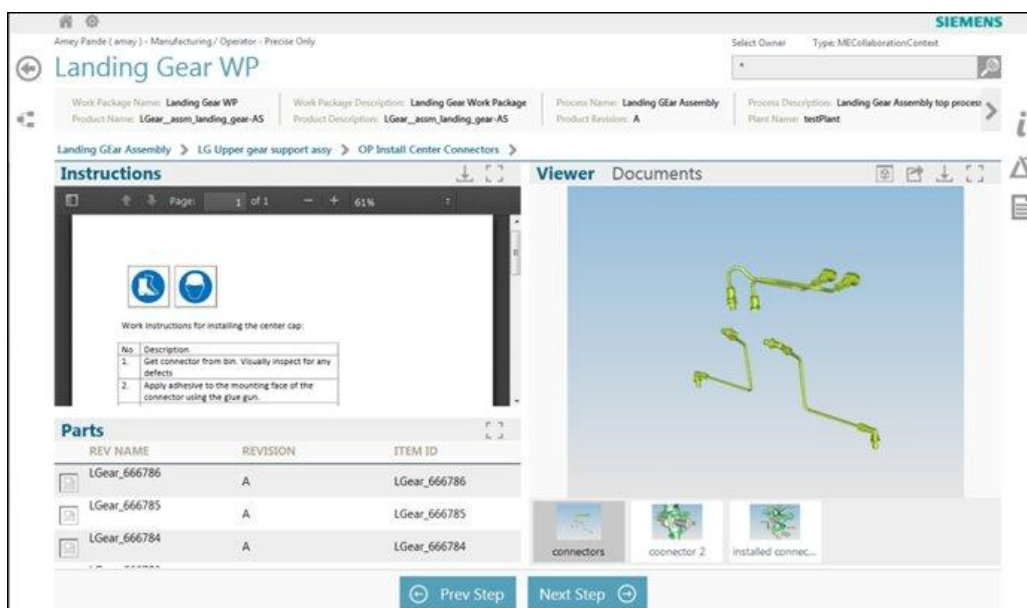


Kuva 10: Käyttöliittymän etusivu ja muutosehdotuslaatikko (Siemens Active Workspace, 2015)

3.2.3 Teamcenter EWI

Teamcenter EWI on Teamcenterin käyttäjille suunniteltu ohjelmistolisäosa, jonka avulla asentajat tai työohjetietokantaa ylläpitävät henkilöt voivat tuottaa työohjeita suoraan Teamcenteriin. Tällä ohjelmistolla päästään eroon yrityksissä käytettävistä erillisistä työohjetietokannoista ja helpotetaan työohjeiden ylläpitoa, saatavuutta sekä tulkitsemista. Helpot ja yksinkertaiset työohjeet sekä niiden helppo saatavuus suoraan yhden ohjelman kautta helpottavat asentajan työntekoa ja siten myös nopeuttavat tuotteen läpimenoaikaa. Itse EWI-ohjelmistolla pyritään yksinkertaistamaan yrityksen työohjeiden tekoa ja hallinnointia ja tässä onnistutaan helpoiten siten, että myös tehtävät työohjeet on luettavissa sekä päivitettävissä saman ohjelmiston kautta kuin mistä asentajat katsovat kokoonpanokuvansa.

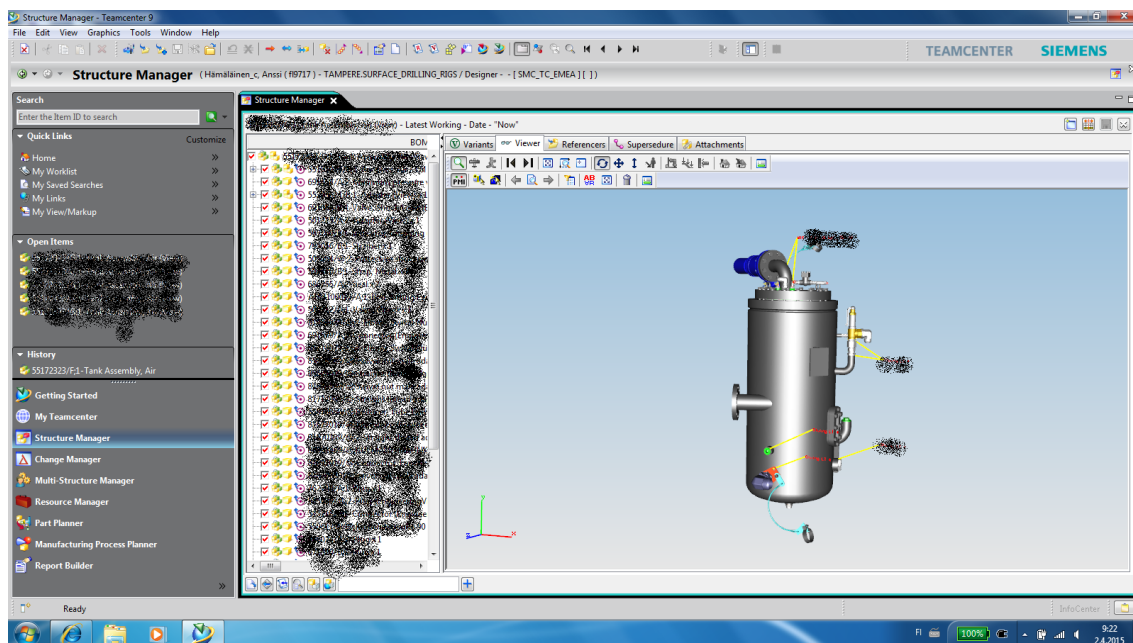
EWI-ohjelmisto toimii HTML5-ympäristössä eli Internet-selaimessa. Tämä ja ohjelmiston helppokäyttöinen käyttöliittymä takaavat ohjelmiston helpon käytön myös tehtaan lattialla työskenteleville asentajille. Asentajat pääsevät työohjeisiin helposti käsiksi vaikkapa tabletilla tai muulla kosketusnäytöllä, sillä EWI-järjestelmä on suunniteltu ja optimoitu kosketusnäytöllisille laitteille. EWI on yhteydessä suoraan Teamcenterin tietokantaan, joten jos osaan tehdään jokin päivitys, voidaan se heti päivittää myös tuotannon lattialle. (Siemens EWI, 2015)



Kuva 11. Työohjeiden näkymä Teamcenter-sovelluksessa (Siemens, 2015)

4 Lopputulokset

Lopputuloksena saimme kokeiluun kokoonpanon, josta suunnittelu valmisti JT-mallin osakokoonpanon käyttöön. Näiden mallien perusteella osakokoonpanon asentajat yrittävät valmistaa kyseisen kokoonpanon alusta loppuun saakka ja kommentoivat mallien toimivuutta. Jatkossa uudet JT-mallit pyritään tekemään suoraan protovaiheessa tulevien asennusohjeiden mukaan, jotta ne olisivat myös lopullisessa tuotannossa käytössä.



Kuva 12: JT-mallin näkyminen Teamcenterissä. (Tulostettu 2.4.2015)

On erittäin haastavaa lähteä muuttamaan kaikkia vanhoja piirustuksia JT-malleiksi niiden vaikean alkuperäissuunnittelun vuoksi. On kuitenkin hyvä tehdä aluksi esimerkki muutamasta kappaleesta, joiden perusteella tehdyistä JT-malleista voidaan luoda perusta tulevaisuudessa tehtäville kappaleille sekä niiden suunnittelulle. Tällä kokeilulla luodaan pohja tulevaisuuden kokoonpanotyölle Tampereen tehtaan osakokoonpanossa ja myös mahdollisesti koko tehtaalla.

JT-mallien käyttö tuotannossa on Suomessa vielä hyvin alkutekijöissään, mutta se tulee tulevaisuudessa olemaan suuri asia Suomessa tapahtuvalle kokoonpanotyölle. Kerrottuani kokeilusta asentajille, suhtautuivat he kokeiluun hyvin positiivisesti ja pitivät sitä erittäin hyvänä muutoksena kokoonpanoon. Ainoa asia, joka heitä

huolestutti, oli se, saadaanko malleihin lisättyä kaikki tarvittava tieto ja onko heidän mahdollista tulevaisuudessa lisätä niihin tietoa. Kerroin heille, että kommenttien lisäys onnistuu nykyisellä järjestelmällä ja sen avulla voidaan myös lähettää korjausehdotukset suoraan käytössä olevan järjestelmän kautta. Tämä vaatii kuitenkin työnjohdon hyväksynnän sille, että muutamat asentajat saavat ilmoittaa korjattavista kohdista suoraan järjestelmän kautta ilman erillistä tietojen paikkaansapitävyyden tarkastusta.

4.1 Kehitystä vaativat kohteet paperittoman tuotannon mahdollistamiseksi

4.1.1 Suunnittelun standardityöohjeistus

Yrityksen tulee luoda laitesuunnittelulle selvät standardityöohjeet, joiden perusteella tulevaisuudessa saataisiin luotua suoraan toimivat JT-mallit ja sisällytettyä niihin vaadittava PMI-tieto. Malleihin saatava tieto tulisi käytännössä saada jo uuden laitteen protovaiheessa, jonka jälkeen se sisällytettäisiin lopulliseen tuotantoon meneviin JT-malleihin. Standardityöohje tulee kuitenkin luoda koko organisaation laajuiseksi, eikä vain Constructionin organisaatioon. Olisi huomattavasti kannattavampaa, että saman yrityksen sisällä toimivat organisaatiot saataisiin suunnittelemaan tuotteensa yhdenmukaisesti. Olisi helpompaa luoda yksi ohje koko organisaatiolle, jonka perusteella suunniteltavat tuotteet olisivat yhdenmukaisia. Tämä helpottaisi siirtymistä eri organisaatioiden välillä ja siten vähentäisi opettamisen tarvetta koko yrityksessä.

JT-mallit vähentäisivät myös turhien 2D-kuvien luomista, sillä tuotannon kokoonpanoista ei tarvitsisi enää tehdä 2D-piirustuksia, vaan tuotanto voisi käyttää asennuksessa pelkästään JT-malleja. Tämä edellyttää kuitenkin sitä, että tuotetut mallit ovat kunnossa ja standardin mukaan tuotettuja. On myös hyvä muistaa, että ilman PMI-tietoa mallinnetut JT-mallit ovat vähintään yhtä hyviä kuin nykyisin käytössä olevat kuvat, elleivät jopa parempia.

4.1.2 Järjestelmien käyttökoulutus

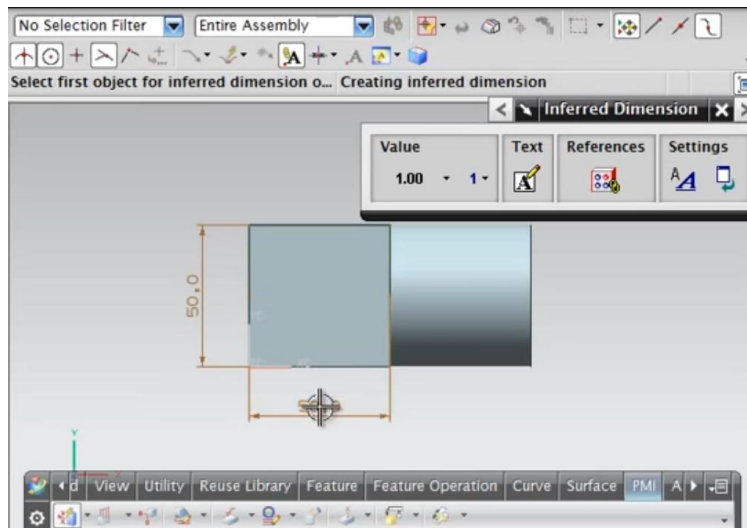
Osakokoonpanon asentajille tulee järjestää Teamcenter-koulutusta, jossa heille opetetaan, kuinka JT-malleja voidaan käyttää ja miten niissä olevaa tietoa voidaan lukea. Asentajat osaavat etsiä haluamansa kokoonpanon Teamcenteristä, mutta eivät saa esille siihen liittyvää JT-mallia. Kun nykyiset asentajat osaavat käyttää käytössä olevia järjestelmiä, voivat he helposti opettaa sen myös uusille asentajille. On kuitenkin hyödytöntä muuttaa paperikuvat sähköiseen järjestelemään, jos asentajat eivät osaa kunnolla käyttää sitä. Osaamattomuus luo niin suuren kynnyksen uuden ohjelmiston käyttöön, että asentajat saattavat jatkaa vanhojen kuvien käyttöä, vaikka haluaisivat käyttää sähköisestä järjestelmästä löytyviä malleja ja piirustuksia.

4.1.3 PMI-tiedon lisäys

JT-malleihin tuleva PMI-tieto tulee sisällyttää malleihin jo protovaiheessa. Tämä nopeuttaa tuotteen tuomista lopulliseen kokoonpanoon ja nopeuttaa sen läpimenoaikaa. Protovaiheessa tarvittavaa asennusta helpottavaa tietoa tarvitaan myös lopullisessa kokoonpanossa ja on huomattavasti nopeampaa saada tieto malleihin ennen kuin tuote julkaistaan lopulliseen kokoonpanoon.

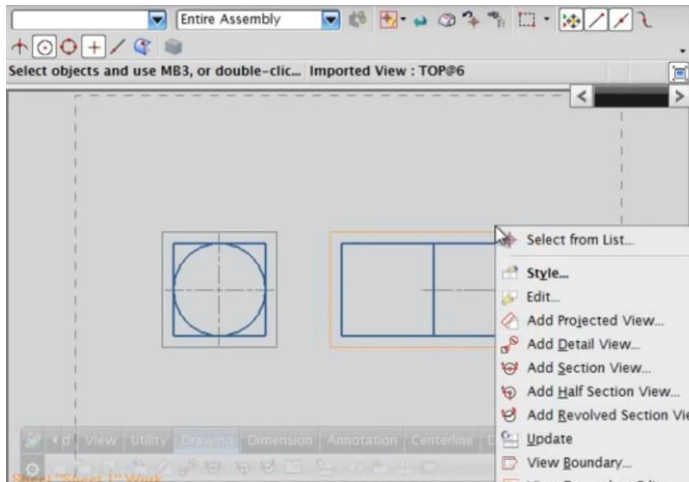
PMI-tiedon tärkeys ja sen tarve näkyy helpoiten vanhoihin paperikuviin tehdyistä merkinnöistä. Tällä hetkellä asentajat tekevät korjaukset suoraan vanhoihin paperikuviin tai sitten pitävät ne omassa päässänsä. Kun JT-malleihin tuleva PMI-tieto saataisiin tuotettua malleihin jo protovaiheessa, vähentyisi merkintöjen tekemisen tarve lopullisessa tuotannossa huomattavasti.

3D-malliin luodun PMI-tiedon avulla pystytään tuottamaan helposti myös 2D-piirustuksia kokoonpanosta, jossa muutamaa asetusta muuttamalla saadaan 3D-mallissa oleva PMI-tieto näkyviin myös 2D-piirustuksessa. Tämä helpottaa suuresti JT-mallien ja 2D-piirustusten ylläpitoa.



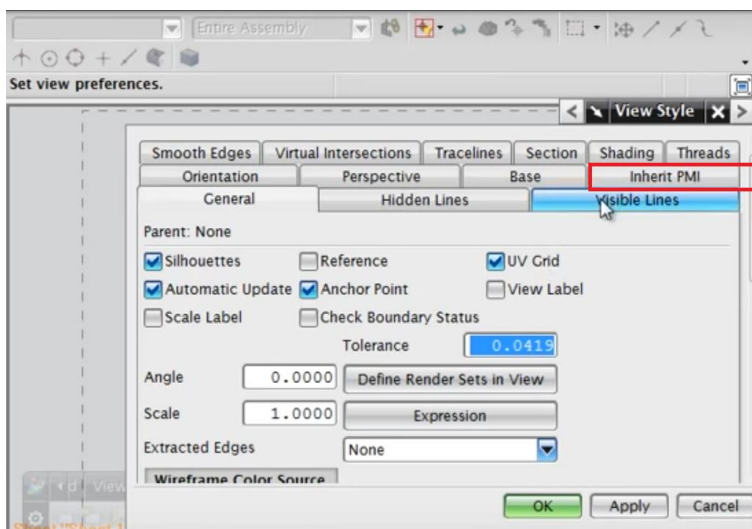
Kuva 13: Kuvankaappaus PMI-tiedon luonti NX:ssä (NX PMI Basic Tutorial , Youtube 2011)

Kun halutusta kappaleesta on piirretty 3D-malli ja siihen on lisätty haluttu PMI-tieto, tehdään siitä 2D piirustus. Tämän jälkeen painetaan hiiren oikeaa painiketta ja valitaan alla olevassa kuvassa näkyvä Style-kohta.



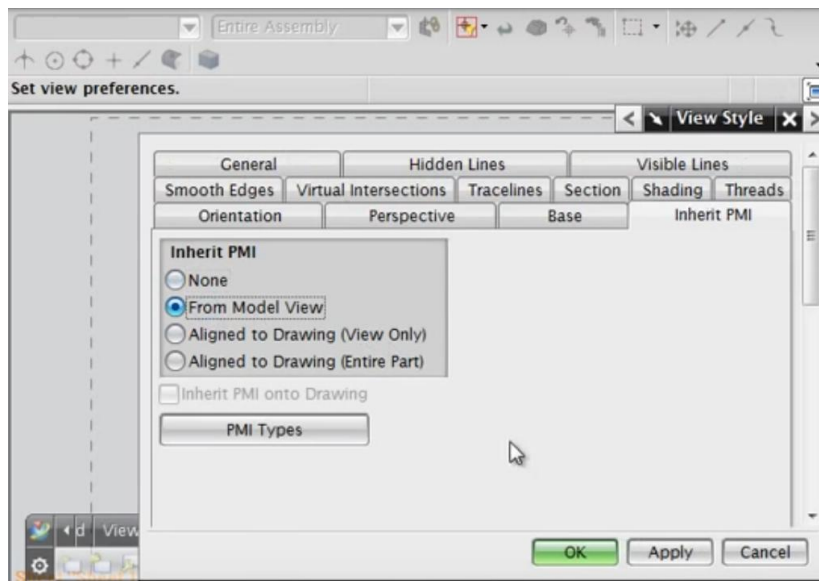
Kuva 14: Kuvankaappaus PMI-tiedon siirto 2D-kuvaan vaihe 1 (NX PMI Basic Tutorial, Youtube 2011)

Style-valikosta valitaan kohta ”Inherit PMI”, jolla saadaan näytettävän PMI-tiedon asetukset näkyviin.



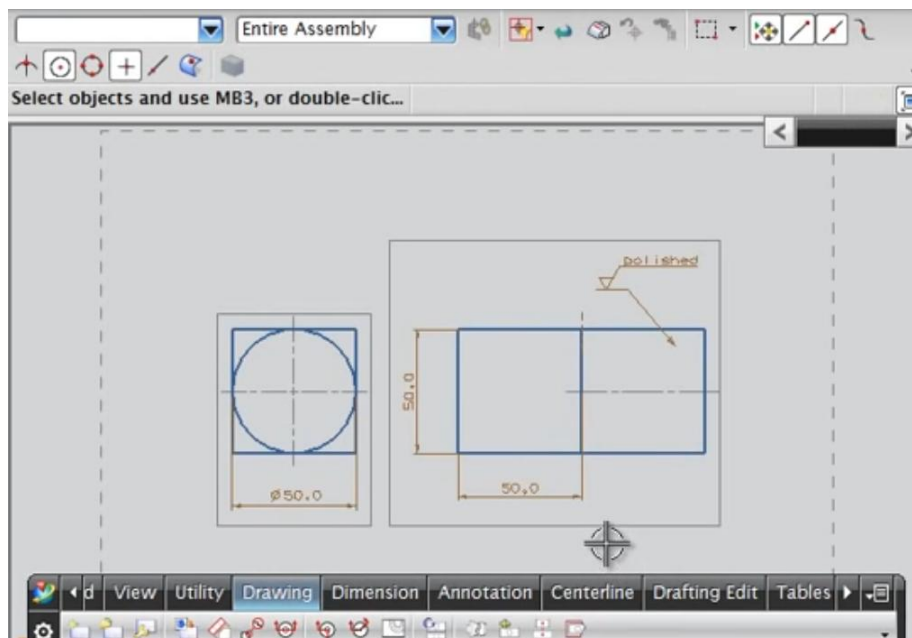
Kuva 15: Kuvankaappaus PMI-tiedon siirto 2D-kuvaan vaihe 2 (NX PMI Basic Tutorial, Youtube 2011)

PMI-tiedon asetuksista valitaan haluttu tyyli, jolla tieto näytetään 2D-piirustuksessa.



Kuva 16: Kuvankaappaus PMI-tiedon siirto 2D-kuvaan vaihe 3 (NX PMI Basic Tutorial, Youtube 2011)

Kun haluttu tyyli on valittu, ilmestyy PMI-tieto suoraan 2D-piirustukseen.



Kuva 17: Kuvankaappaus PMI-tieto näkyvillä 2D-piirustuksessa (NX PMI Basic Tutorial, Youtube 2011)

Kun PMI-tieto lisätään suoraan 3D-malliin, helpottaa se suunnittelijoiden työtä huomattavasti, sillä heidän ei enää tarvitse mitoittaa 2D-piirustuksia uudelleen. Tämä mahdollistaa myös sen, että kappaleiden osanumerot ja kaikki asennusta helpottava tieto saadaan näkyviin myös 2D-piirustuksissa.

4.1.4 Korjausehdotusprosessin muutokset

Kohdeyityksen tulisi muuttaa ja helpottaa tuotteista tehtävää korjausehdotusprosessia. Mielestäni olisi hyvä, että tuotannossa olisi muutama asentaja tai laadunvalvoja, joilla olisi oikeus tehdä PR suoraan Teamcenterin kautta käyttämällä malleista tai piirustuksesta otettua kuvankaappausta. Tällä helpotettaisiin ja nopeutettaisiin kuvien korjausprosessia huomattavasti. Kun linjan tai osakokoonpanon asentajalle tulisi tietoon korjattava kohta jossakin kokoonpanossa, voisi hän ilmoittaa siitä suoraan ennalta määrätylle henkilölle. Tämä henkilö keskustelisi asentajan kanssa siitä, miksi kyseinen korjaus pitäisi tehdä ja katsoisi Teamcenteristä oikean kuvannon ja korjaisi siihen tarvittavat muutokset.

5 POHDINTA

Johtopäätös työn pohjalta on se, että tällä hetkellä yrityksessä on käytössä jo kaikki tarvittavat työkalut siihen, että tuotanto voitaisiin muuttaa paperittomaksi muutaman vuoden sisällä. Tämä edellyttää kuitenkin sitä, että yritys on valmis investoimaan järjestelmien käyttökoulutuksiin ja on sitoutunut tekemään selvät ohjeet siitä, miten tulevaisuudessa kokoonpanot tulee mallintaa. Myös laitteiden proto-vaiheissa on käytävä enemmän keskustelua suunnittelun ja asentajien välillä, jotta tässä vaiheessa ilmenneet asennusta helpottavat tiedot saadaan lisättyä käytettäviin JT-malleihin ennen tuotteen tulemistä tuotantoon.

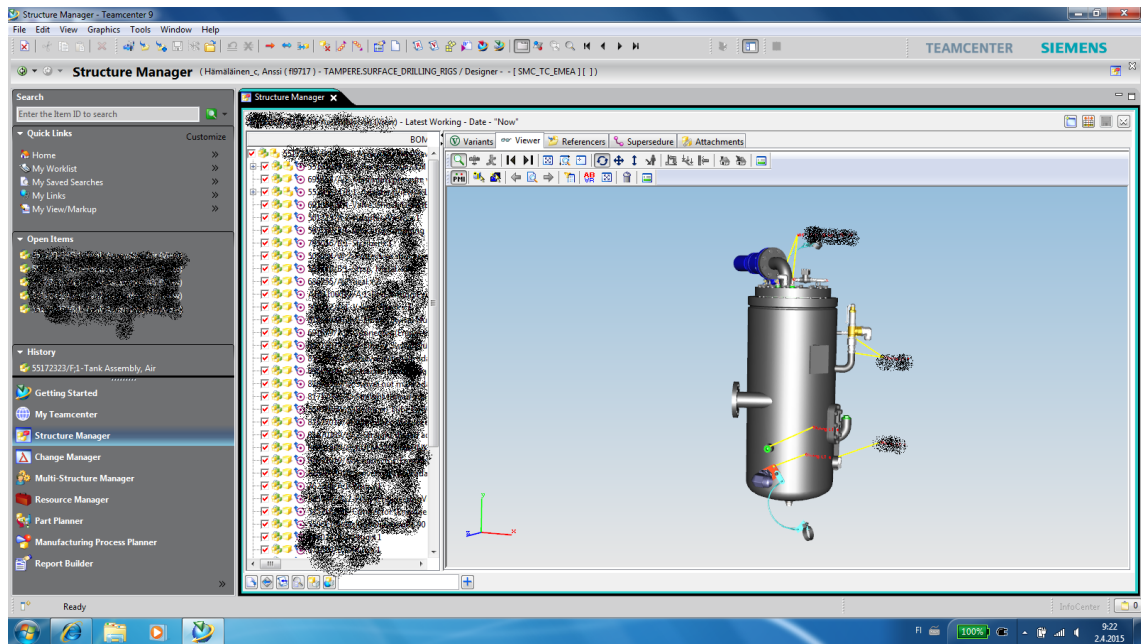
PMI-tiedon lisääminen jo proto-vaiheessa helpottaa myös lopullisen tuotantoversion tekemistä, sillä se tulee nopeuttamaan tuotannon läpäisy aika linjakokoonpanossa. On myös muistettava, että nykyiset paperikuvat eivät ole yhtään sen parempia kuin 3D-piirustuksista tehdyt JT-mallit ilman PMI-tietoa. JT-mallit helpottavat jo itsessään työntekoa, sillä niitä voi pyörittää miten haluaa näytöllä eikä siten ole tarvetta monelle eri kuvalle samasta kappaleesta. Tällä hetkellä ei kuitenkaan ole mahdollista tehdä toimivia JT-malleja vanhojen laitteiden kokoonpanoista, sillä niiden tuoterakenteen esitystapa on hyvin monimutkainen ja vaikka kyse olisikin kerralla tehtävästä kokoonpanosta, on se laiterakenteella jaettu moneen eri osaan. Tämä on johtanut siihen, että kaikki eri rakenteelle kuuluvat kuvat on mallinnettu erikseen, eikä niitä voida ajan puutteen vuoksi yhdistää toimivaksi JT-malliksi.

TAULUKKO 1. SWOT-analyysi JT-mallien käytöstä

<p>Vahvuudet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tuotannon nopeutuminen - Suunnittelu prosessin helpottuminen (2D-piirustusten tarpeen väheneminen) - Helpottaa asentajien työtä - Poistaa kuvakansioiden kuvien päivitystarpeen - Vähentää tulostuksen määrää tuotannossa - Poistaa tarpeen kirjoittaa lisätietoja paperikuviin (korjausehdus tehdään järjestelmän kautta) - Käytössä on aina uusin malli tehtävästä kokoonpanosta tai asennuksesta. - Myös Varaosia tehdessä on käytössä aina uusimmat ja PMI-tietoa sisältävät mallit kokoonpanoista. - Tuottaa säästöjä yritykselle 	<p>Heikkoudet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ei varsinaisesti helpota suunnittelun työtä, sillä 2D-piirustuksiin menevä aika vain siirtyy nyt JT-malleihin. - Tarvitsee koulutusta käytössä oleviin järjestelmiin, jotta käytäntö vakiintuu - vie aluksi aikaa, jotta saadaan tehtyä toimivat JT-mallit tuotantoon - Alku kustannukset (kuvien tuottamisen aikaa vievästä prosessista johtuen)
<p>Mahdollisuudet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Parantaa yrityksen kilpailukykyä - Nopeuttaa tuotannon läpimenoaikoja ja täten tekee yrityksen maineesta paremman - Helpottaa yrityksen eri organisaatioiden välistä tuotantoa (mikäli mallien teolle on tehty standardityöohjeet) 	<p>Uhat</p> <ul style="list-style-type: none"> - JT-mallien tarkuudesta johtuvat yritys salaisuuksien kopiointit alihankkijoiden toimesta (torjuttavissa määrittelemällä alihankkijoille erilaiset käyttöoikeudet)

Mikäli yritys haluaa poistaa paperikuvat käytöstä tulevaisuudessa, on sen muutettava laiterakenteiden esitystapaa siten, että yksi kokoonpano voidaan mallintaa yhteen kuvaan. Uusimmilla laitteilla laiterakenne onkin muokattu siten, että se soveltuu parhaiten tuotannon töitä ajatellen ja siksi uusimmista laitteista on mahdollista tehdä JT-mallit hyvinkin nopeasti. Nykytilanteessa Tampereen tehtaalla kuitenkin valmistetaan huomattavasti enemmän vanhempia laitteita ja siten ne joudutaan tulevaisuudessakin tekemään vanhojen 2D-piirustusten avulla. On kuitenkin eri asia, voidaanko ne tehdä sähköisten 2D-piirustusten avulla, jos kuvat vain saadaan päivitettyä ja mahdollisesti toimimaan myös mobiililaitteilla.

Pilottikokeilun avulla saimme tuotettua tuotannon käyttöön yhdestä kokoonpanosta esimerkkimallin, jonka avulla asentajat voivat tehdä tuotteen alusta loppuun saakka. JT-malli kuitenkin sisältää tällä hetkellä vain välttämättömät tiedot kokoonpanon tekemiselle, mutta tulevaisuudessa tehtävät mallit sisältävät kaiken tarvittavan tiedon. Tiedon määrä riippuu kuitenkin siitä, kuinka hyvin asentajat ja suunnittelijat keskustelevat toistensa kanssa koneen proto-vaiheessa.



Kuva 19: Lopullinen PMI-tietoa sisältävä JT-malli. (Tulostettu 2.4.2015)

Opinnäytetyössä ilmenneet ongelmat ja niiden ratkaisuehdotukset ovat tässä taloustilanteessa nopeimmat ja helpoimmat toteuttaa. Olisi kuitenkin hyvä jo aloittaa muidenkin mahdollisuuksien kartoittaminen ja saada hyvät suunnitelmat valmiiksi tulevaisuutta ajatellen. Haluaisin nähdä tulevaisuudessa työskentelyä mobiililaitteiden avulla JT-malleista. Tähän pääsemiseksi tarvitaan kuitenkin selkeät ohjeet sekä suunnittelulle että tuotannolle. On mahdotonta toteuttaa täysin paperitonta tuotantoa, mikäli suunnistelu ja tuotanto eivät keskustele toistensa kanssa. Tällä hetkellä asia johtuu siitä, että muutos- ja korjausehdotusten teko on hyvinkin vaikeaa ja se tehdään erillisen järjestelmän kautta. Mielestäni olisi järkevämpää, että tuotannossa olisi muutama valittu asentaja, jotka saisivat tehdä nämä ilmoitukset suoraan Teamcenter-järjestelmän kautta. Tämä nopeuttaisi kuvien päivittämisprosessia ja helpottaisi myös asentajien työtä.

Käytössä olevien ohjelmistojen potentiaalista tulisi ottaa kaikki irti. Mielestäni on huomattavasti helpompaa ottaa korjausta vaativasta kuvasta kuvakaappaus (screenshot) ja kirjoittaa viite nuolen avulla korjausta vaativaa kohtaan, kuin yrittää sanallisesti selvittää, mikä kohta korjausta vaatii. Tähän pääseminen vaatii yritykseltä ainoastaan muutaman henkilön nimeämistä kyseiseen tehtävään ja heidän kouluttamistaan Teamcenterin käyttöön.

Opinnäytetyön yhteydessä löydettiin useita kehitystä vaativia kohtia tuotannon ja suunnittelun toiminnasta, jotka vaikuttavat oleellisesti tämän hetkiseen tuotantoprosessiin ja erityisesti sen vaikeuteen. Suurimmaksi ongelmaksi muodostui vanhojen kuvien vaikea suunnittelu ja laitteiden kankea laiterakenne, joka ei mahdollista samaan kokoonpanoon kuuluvien osien mallintamista JT-malleiksi. Tämä johtuu siitä, että kyseiset kuvat on mallinnettu niin monessa eri osassa ja niiden muuttaminen ehjiksi JT-malleiksi veisi hyvin paljon aikaa. Saatiin myös etsittyä hyviä kehityskohteita tulevaisuuden varalle, joista isoimpana pidän Teamcenteriin saatavaa Active Workspace lisäosaa. Paperittomaan tuotantoon päästään tekemällä selkeät ohjeet komponenttien suunnitteluprosessille ja selvittämällä, mitä tietoa asentajat tarvitsevat JT-malleihin. Tämä onnistuu helpoiten proto-vaiheessa asentajien ja suunnittelun yhteistyöllä.

LÄHTEET

CADdigest, 2015, CADdigest julkinen kotisivu. Tulostettu 9.3.2015. Saatavissa:
http://www.caddigest.com/subjects/nx/select/cadcamnet_teamcenter.htm

Greenbacon, 2015, Greenbacon julkinen kotisivu. Tulostettu 7.3.2015. Saatavissa:
<http://www.greenbeacon.com/GreenBeaconWebsite/Microsoft-CRM-ERP-Solutions/EnterpriseResourcePlanningERP.aspx>

Ideal, 2015, Ideal tuotetiedonhallinta. Viitattu 26.2.2015. Saatavissa
:<http://www.ideal.fi/fi/tuotteet/product-data-management/>

Inflow-tech, 2015, Inflow-tech julkinen kotisivu. Tulostettu 4.3.2015. Saatavissa
:http://blog.inflow-tech.com/inflow/inflow_pdmworks_enterprise_information/

ISAP, 2015, ISAP julkinen kotisivu. Tulostettu 9.3.2015. Saatavissa:
<http://www.isap.de/plm/teamcenter-express/tcx-functions/?L=1>

PLM group, 2015, PLM group julkinen kotisivu. Viitattu 20.2.2015. Saatavissa:
<http://plmgroup.fi/Tuotteet/PortalPLM.aspx>

PLM Group, 2015, PLM Group SolidWorks 3D-CAD, Viitattu 4.3.2015. Saatavissa
:<http://plmgroup.fi/Tuotteet/SolidWorks3DCAD.aspx>

PLM Group, 2015, PLM Group tuotetiedonhallinta, Viitattua 4.3.2015. Saatavissa:
<http://plmgroup.fi/Tuotteet/PDMTuotetiedonhallinta.aspx>

Raykurland, 2015, julkinen blogi. Tulostettu 25.2.2015. Saatavissa
:<https://raykurland.files.wordpress.com/2010/09/siemens-mcd01.jpg>

Sandvik, 2015, Sandvik julkinen kotisivu. Viitattu 20.2.2015. Saatavissa:
<http://www.sandvik.com/en/about-us/our-company/>

Sandvik, 2015, Sandvik julkinen sivu.Tulostettu: 24.3.2015. Saatavissa: <http://www.securityplus.sandvik.com/surface-drills/>.

Siemens active workspace, 2015, Siemens active workspace.Tulostettu 26.2.2015. Saatavissa: http://www.plm.automation.siemens.com/en_us/products/teamcenter/active-workspace/#lightview-close

Siemens EWI, 2015, Siemens EWI software. Viitattu 25.2.2015. Saatavissa:<http://community.plm.automation.siemens.com/t5/Tecnomatix-News/Introduction-of-the-Electronic-Work-Instructions-EWI-solution-on/ba-p/1755>

Siemens, 2015, Siemens PLM software teamcenter.Viitattu 26.2.2015. Saatavissa: http://www.plm.automation.siemens.com/en_us/products/teamcenter/

Siemens, 2015, Siemens software EWI. Tulostettu 25.2.2015. Saatavissa: <http://plmsource.industrysoftware.automation.siemens.com/wp-content/uploads/2014/04/EWI-2.11.jpg>

Tieto, 2015, Tieto julkinen kotisivu.Viitattu 17.2.2015. Saatavissa: <http://www.tieto.fi/toimialat/valmistava-teollisuus/lean-system-suomalaisen-teollisuuden-tarpeisiin-suunniteltu-erp>

NX PMI Basic Tutorial. Kuvankaappaus NX opetusvideosta. Youtube 2011. Katsottu 2.4.2015. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=IWBS2JIEwI>