

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Tutkintotyö

Harri Savolainen

UUTEEN KOKOONPANOKESKUKSEEN SIIRRETTÄVÄN LAITTEEN TUOTERAKENTEEN
PÄIVITYS

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 2008

DI Arto Jokihaara
Sandvik Mining and Construction Oy, valvojana ins. Juha Herckman

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

Modernit tuotantojärjestelmät

Harri Savolainen Uuteen kokoonpanokeskukseen siirrettävän laitteen tuoterakenteen päivitys

Tutkintotyö 42 sivua

Työn ohjaaja DI Arto Jokihaara

Työn teettäjä Sandvik Mining and Construction Oy, valvojana ins. Juha Herckman

Toukokuu 2008

Hakusanat tuoterakenne, tuotetieto, PDM, tuotetiedon hallinta

TIIVISTELMÄ

Tässä työssä tutkittiin Sandvik Mining and Construction Oy:n Tampereen tehtaassa Surface Construction -segmentin tuotteen, nykyiseltä nimeltään Sandvik DX ja vanhalta nimeltään Ranger, poravaunun valmistusrakennetta. Tutkinta toimi osittain uuteen kokoonpanokeskukseen siirtyvän tuotteen loppukokoonpanon materiaalinohjauksen tukena. Työssä tarkoituksena oli taulukoida kaikki valmistuksessa käytettävä materiaali ja päivittää taulukoinnin perusteella kallioporavaunun valmistusrakenne tuotetiedon hallintajärjestelmä Windchilliin. Rakenteen tutkinta kohdistettiin Sandvik DX700 -poravaunun letkutelalliseen malliin. Tutkimus toteutettiin tuotanto-ohjelmasta ennakkoon valitulla laitteella erillisessä paikkakokoonpanopaikassa lähes normaalissa valmistusajassa, muun tuotannon tästä häiriintymättä. Tutkimus käsittää kaikki loppukokoonpanon työvaiheet, viimeistelyn ja pakkauksen. Tutkimuksen tuloksena saatiin päivitetty osaluettelot ja kokoonpanopiirustukset, sekä Excel-taulukkopohja tulevia rakennepäivitysprojekteja varten. Tuloksia käytettiin lisäksi konttien pakkauksessa tarkistuslistana.

Tuotantoon siirretyn tuotteen dokumentointi ei pääty valmistuksen alkaessa ja ns. ramp up -vaiheen päättyessä. Tuote saattaa elinkaarensa aikana muuttua joiltakin osiltaan oleellisestikin ja saada uusia lisävarusteita ja ominaisuuksia. Tässä vaiheessa tuotetiedon ylläpito korostuu ja tietojen päivitys tulee ajankohtaiseksi. Pahimmassa tapauksessa puutteellinen tuotetieto aiheuttaa tuotannollisia ongelmia ja laadun heikkenemistä.

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Mechanical and Production Engineering

Modern Production Systems

Savolainen, Harri Updating the product structure of Sandvik DX700 drillrig

Engineering Thesis Pages 42

Thesis Supervisor Arto Jokihaara (M.sc)

Comissioning company Sandvik Mining and Construction Oy. Supervisor: Engineer Juha Herckman

May 2008

Keywords product structure, product data, PDM, product data management

ABSTRACT

The topic of this thesis was to research the product structure of Sandvik DX700 drillrig. The purpose of this study is to make reliable Bill of Materials for helping the picking phase to pick demanded items to containers and update the product data in Sandvik Mining and Construction Oy PDM system.

The results of this thesis are updated assembly pictures with translated assembly instructions and BOM.

ALKUSANAT

Tämä tutkintotyö on tehty Sandvik Mining and Construction Oy Tampereen tehtaan Surface Construction tuotannon kokoonpanokeskusten materiaalilogistiikan osaston toimeksiannosta. Työn tarkoituksena oli suorittaa tutkimus uuteen kokoonpanokeskukseen siirrettävälle telalustaiselle poravaunulle.

Haluan esittää kiitokseni haastavasta tutkintotyöaiheesta työtä tarjonneelle Juha Herckmanille sekä Saku Korhoselle ja Ahti Laitiselle neuvoista ja opastuksesta työn aikana. Lisäksi haluan kiittää kaikkia seurantalaitteen kokoonpanossa mukana olleita asentajia ja tutkintotyön ohjaajaa DI Arto Jokihaaraa rakentavasta palautteesta.

Tampereella 22.4.2008

Harri Savolainen

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT
ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO.....	4
TIIVISTELMÄ	4
LYHENTEIDEN JA MERKKIEN SANASTO.....	5
1 JOHDANTO	6
2 SANDVIK AB /3/.....	7
2.1 Sandvik Mining and Construction	9
2.2 Sandvik Mining and Construction Oy	9
2.3 Historia /3/.....	10
2.4 Tampereen tehtaан tuotteet	11
3 TUTKITTAVA LAITE.....	12
4 TYÖN TARKOITUS	13
5 TYÖN TAUSTAT	13
6 TEORIAA TUOTERAKENTEISTA	13
6.1 Tuoterakenne /1/	14
6.2 Nimikkeistö /1/.....	20
6.3 Tuotetiedon hallinta /1/	21
6.4. Nimikkeiden ja rakenteiden hallinta PDM-järjestelmässä.....	23
6.4.1 Tuoterakenteen konfigurointi /1/	23
6.4.2 Tuoterakenteiden ylläpito /1/	25
6.4.3 Nimikkeiden ja rakenteiden muutokset.....	27
7 TYÖN VAIHEET	28
7.1 Seurantalaitteen tutkimus	28
7.2 Tutkimustulosten kirjaaminen.....	29
7.3 Tutkimustulosten luotettavuus	30
8 TUTKIMUKSESSA KÄYTETTÄVÄ TAULUKKO.....	31
8.1 Taulukon vaatimukset	31
8.2 Taulukon ominaisuudet.....	31
9 TUTKIMUKSEN TULOKSET	32
9.1 Tutkimuksessa havaitut puutteet.....	32
9.2 Päivitetyt rakenteet.....	32
10 POHDINTAA TYÖN TAUSTOISTA	33
LÄHDELUETTELO.....	35

LYHENTEIDEN JA MERKKIEN SANASTO

DTH = Down The Hole, uppopora

GPS = Global positioning system, satelliittipaikannusjärjestelmä

TH = Top Hammer, päältä iskevä pora

CIS = Commonwealth of Independent States, IVY-maat

NCE = North and Central Europe, Pohjois- ja Keski-Eurooppa

SEM = South Europe Mediterranean, Etelä-Eurooppa ja Välimeren alue

PDM = Product Data Management, tuotetiedon hallinta

CNS = Construction, pintalaitevalmistus

UHM = Underground Hard Rock Mining, maanalaisten laitteiden valmistus

STEP = Standard for the Exchange of Product Model Data, standardi
tuotetiedon vaihtoon

ERP = Enterprice Resource Planning, toiminnanohjausjärjestelmä

CAD = Computer Aided Design, tietokoneavusteinen suunnittelu

CIM = Computer Integrated Manufacturing, tietokoneohjattu tuotanto

WEB = lyhenne WWW:stä World Wide Web

BOM = Bill of Materials, osaluettelo

1 JOHDANTO

Tämä tutkintotyö on tehty Sandvik Mining and Construction Oy Tampereen tehtaan Surface Construction -tuotannon kokoonpanokeskusten materiaalilogistiikan osaston toimeksiannosta.

Tämän tutkintotyön tarkoituksena on tutkia ja päivittää Sandvik DX 700-poravaunun tuoterakenne. Tavoitteena on saada ajantasainen ja tarkka osaluettelo poravaunun valmistuksessa käytettävistä osista ja materiaaleista ja korjata tarvittavat osaluettelot ja kokoonpanokuvat. Päivitettyjen osaluetteloiden pohjalta saadaan laadittua tarkistuslista lähetettävistä osista ja voidaan varmistaa materiaalin riittävyys tuotannon alkuvaiheissa. Työssä perehdytään rakenteen päivityksen prosessiin ja tuotetiedon ylläpitoon. Työn aikana laaditaan Excel-taulukkopohja vastaavanlaisia projekteja varten.

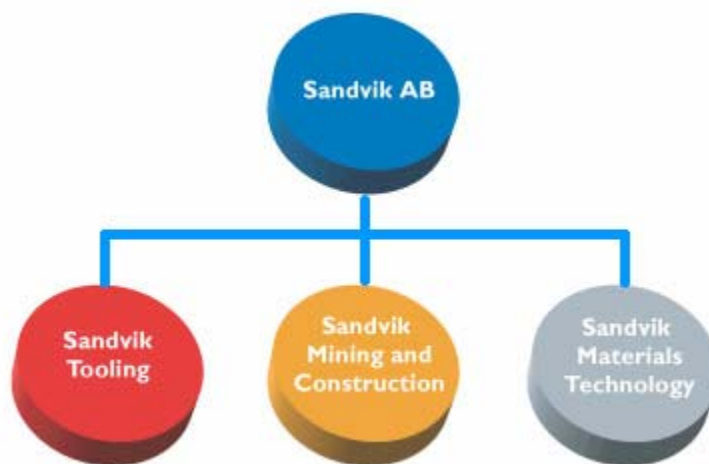
Työ on osa Surface Construction tuotannon kokoonpanokeskusten materiaalilogistiikkaorganisaation projektia, jossa kartoitetaan tuotannossa olevan tuotteen valmistuksen siirrossa uuteen kokoonpanokeskukseen huomioon otavat asiat ja valmistellaan materiaalien ohjaus ja kuljetusjärjestelyt.

Tutkintotyön kirjallinen osuus koostuu kolmesta osiosta. Ensimmäisessä osiossa tutustutaan Sandvik Ab -konserniin kuuluvan Sandvik Mining and Construction Oy:n toimialaan ja organisaatioon. Toisessa osiossa esitellään tutkittava laite ja kuvataan työn teettämisen taustoja ja nykytilannetta. Kolmannessa osiossa perehdytään tuoterakenteiden teoriaan, tuotetietojärjestelmään ja tuotetiedon hallintaan sekä paneudutaan tutkimuksen eri vaiheisiin ja tuloksiin.

2 SANDVIK AB /3/

Sandvik Ab on huipputekniikan konserni, jolla on johtava asema omilla toimialoillaan. Sandvik Ab:lla on toimintaa yli 130 maassa ja näissä työntekijöitä noin 47 000 henkilöä. Sandvik Ab:n toiminta perustuu ainutlaatuihin osaamiseen materiaaliteknologian saralla. Tämä on tuonut Sandvik Ab:lle johtavan aseman kolmella toiminnan ydinalueella, joita ovat Tooling, Mining and Construction ja Materials Technology.

Tooling käsittää työkalujen, työkalujenpitimien ja järjestelmien valmistuksen metallin koneistukseen. Mining and Construction valmistaa koneita, laitteita ja järjestelmiä kaikenlaiseen kiven käsittelyyn louhinnasta murskaamiseen ja lajitteluun sekä tarjoaa koulutus- ja tukitoimintoja asiakkailleen louhintaan ja maanrakennukseen sekä kaivostoimintaan. Materials Technology puolestaan valmistaa erikoisteräksistä metallituotteita, mm. ohutlevyjä, putkia, lankoja sekä tuotteita terveydenhoitoalalle, ja toimittaa sekä kehittää erilaisia kuljetin- ja laminointijärjestelmiä sekä laitteita. Yhdessä nämä kolme toimialaa muodostavat Sandvik-konsernin, joka on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1 Sandvik AB -konserni ja sen kolme liiketoimintayksikköä /3/

Sandvik AB sai alkunsa Ruotsin Sandvikenissa vuonna 1862, kun Högbo Stål & Jernwerks AB perustettiin. Perustajana toimi Göran Fredrik Göransson, joka oli teollisen terästuotannon edelläkävijöitä. Vuonna 1868 Sandvik nimenä rekisteröitiin, ja aina noista ajoista lähtien on yrityksen toiminta keskittynyt korkeaan laatuun, arvon lisäämiseen, tuotekehitykseen panostamiseen, hyviin ja läheisiin asiakassuhteisiin sekä vientiin. Tätä strategiaa Sandvik AB on noudattanut alkuajoistaan näihin päiviin saakka.

Aina alkuajoistaan, 1860-luvulta lähtien, on Sandvik AB:n tuotevalikoima käsittänyt teräsporien valmistuksen kiven poraamiseen. Tämä oli yhdessä veturien ja höyrylaivojen akselien valmistuksen kanssa tärkeimpiä toimialoja aikanaan. Vuonna 1972 yhtiön nimeksi muutettiin Sandvik AB, minkä jälkeen vuonna 1984 uusi hajautettu organisaatio emoyhtiönä, erillisine toimialoineen, alueellisine yhtiöineen ja huolto-yhtiöinä julkaistiin. Tämän jälkeen normaalin kasvun lisäksi Sandvik AB on vahvistunut yritysostoin, joista viimeisimpänä merkittävänä ostona 1997 Tampella Oy:n perillinen Tamrock Oy siirtyi Sandvikin omistukseen. Vuosi tämän jälkeen Sandvik AB järjesteli organisaatiotaan uudelleen, ja nykyiset kolme liiketoimintayksikköä Tooling, Mining and Construction ja Materials Technology syntyivät.

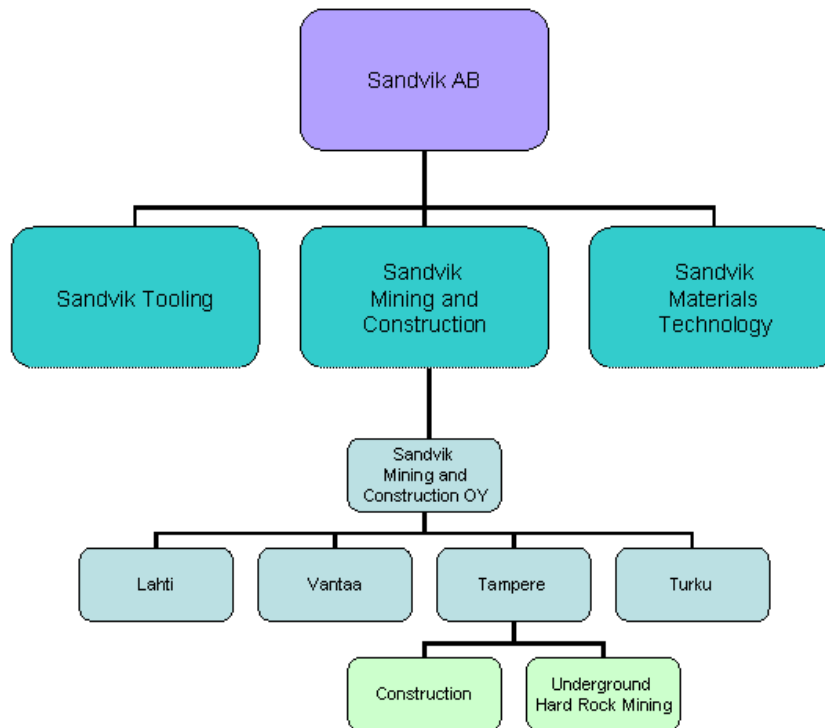
Lähes yhtä merkittävänä ostona kuin Tamrock Oy:n ostoa vuonna 1997 voidaan pitää vuonna 2007 tehtyä yritysostoa, jossa Fintec Crushing and Screening Ltd sekä Extec Screens and Crushers Ltd siirtyivät Sandvik AB-konserniin. Nämä murskaukseen ja lajitteluun erikoistuneet yritykset vahvistavat Sandvikin tuotetarjontaa Mining and Constructionin liiketoiminnan alalla.

2.1 Sandvik Mining and Construction

Sandvik Mining and Construction on yksi Sandvik AB:n kolmesta liiketoimintayksiköstä, ja se syntyi vuonna 1998 yhdistettäessä Tamrockin ja Sandvik Rock Toolsin toiminnot. Tällä hetkellä se käsittää viisi eri tuotesegmenttiä jotka ovat Mineral Exploration, Underground Soft Rock Mining, Surface Mining, Construction ja Underground Hard Rock Mining. Sandvik Mining and Constructionilla on yli 20 tehdasta ympäri maailman.

2.2 Sandvik Mining and Construction Oy

Sandvik Mining and Construction Oy eli vanhalta nimeltään Sandvik Tamrock Oy pitää sisällään Tampereella, Turussa ja Lahdessa toimivat tuotekehitys- ja tuotantoyksiköt sekä Sandvik Toolingin ja Sandvik Materials Technologyn Vantaalla toimivat yksiköt. Edellä mainittujen yksikköjen lisäksi yhtiöön kuuluu erillinen myyntiyhtiö Sandvik Mining and Construction Finland Oy, joka käsittää Suomessa toimivat myyntiregionayksiköt: IVY-maat (CIS), Suomi ja Pohjois-/Keski-Euroopan edustajamaat (NCE) sekä Etelä-Euroopan edustajamaat (SEM). Suomessa toimiva Sandvik Mining and Construction Oy kuuluu Sandvik Mining and Construction -liiketoimintayksikön alaisuuteen.



Kuva 2 Tampereen tehtaan Surface -tuotannon sijoittuminen Sandvik AB:n organisaatiossa

Sandvik Mining and Construction Oy:n tuotevalikoima on laaja, käsittäen työkalut louhinnasta poraamiseen, poravaunut sekä maanpäälliseen että maanalaiseen louhintaan ja rakentamiseen, laitteet rikotukseen ja kuljetukseen sekä kuljetusjärjestelmät. Näistä laitteista Tampereen tehtaalla valmistetaan pintaporavaunuja louhoksille, maa-urakoitsijoille ja kaivoksille sekä maanalaisia poravaunuja kaivoksille ja tunneliurakoitsijoille.

2.3 Historia /3/

Sandvik Mining and Construction Oy:n perusta ja perinteet pohjautuvat Tampella Oy:n paineilmatyökaluyksikköön, josta vuonna 1969 tuli itsenäinen divisioona nimeltään Tampella-Tamrock. Vuodesta 1953 Tampella valmisti kiviporakoneita, jotka olivat käsikäyttöisiä tai mekaanisella

syötöllä varustettuja ilmakäyttöisiä porakoneita. Vuonna 1967 Tampella julkisti ensimmäisen mekaanisten porauslaitteiden mallistonsa Paramaticin. Vuonna 1972 valmistui Tamrockin oma tuotantolaitos Tampereen Myllypuroon, missä se edelleenkin toimii. Tamrock julkisti vuonna 1978 ensimmäisen hydraulisen telaporavaunun Zoomtrack DHA:n. Tamrock jatkoi vahvaa tekemistä ja sai tunnustusta vuonna 1979, silloiselta presidentiltä Urho Kekkoselta, Presidentin vientipalkinnon muodossa. Kuin vakuudeksi tästä Tamrock toimitti vuonna 1981 enemmän (113 kpl) maanalaisia hydraulisia jumboja kuin mikään muu valmistaja ja nousi näin markkinajohtajaksi. Tamrock jatkoi kasvamista ja laajensi ja vahvisti osaamistaan mm. yritysostoin ja perustamalla tytäryhtiöitä. Vuonna 1989 Tamrockilla oli 18 tytäryhtiötä ja kolme alueellista pääkonttoria (Hong Kong, Wien ja Miami). Tamrockin liikevaihto oli kasvanut 1,2 miljardiin Suomen markkaan, ja henkilöstöä sillä oli 2400. Samana vuonna Tamrock aloitti yhteistyön ruotsalaisen kallionporauslaitevalmistajan Sandvik Rock Toolsin kanssa. Vahvistaakseen asemaansa maailman suurimpana ja erikoistuneimpana hydraulisen kivenporauskaluston valmistajana Tamrock osti Rammer Oy:n, maailmankuuluun riktuslaitevalmistajan vuonna 1995. Vuonna 1997 vahvan aseman ja aiemmin aloitetun yhteistyön pohjalta Sandvik AB hankki Tamrock Oy:n koko osakekannan. Tästä seurasi nimenmuutos Sandvik Tamrockiksi, ja vuonna 2006 se sai jatkoa Sandvik AB:n liiketoiminta- ja liikemarkkinastrategian mukaisesti, jossa eri yksiköiden nimet yhdenmukaistettiin, muutettiin Sandvik Tamrock Oy Sandvik Mining and Construction Oy:ksi.

2.4 Tampereen tehtaan tuotteet

Sandvik Mining and Construction Oy Tampereen tehtaalla valmistetaan CNS- ja UHM-tuotannon tuotteista seuraavia laitteita:

3 TUTKITTAVA LAITE

Tässä työssä tutkitaan CNS-tuotannossa valmistettavaa päältä iskevää TH poravaunua (tophammer drill rig) malliltaan Sandvik DX700 (kuva 3). Laite tunnetaan myös vanhalla nimellä Ranger 700RP. Tutkittava laite valittiin tuotanto-ohjelmasta, jonka rakenteena oli Kiinan oletusrakenne (rakennemalli 55095774).

Sandvik DX700 -malli sijoittuu kokonsa puolesta DX-malliston puoliväliin. Kaikki DX-mallin laitteet ovat ulkomitoiltaan samankokoisia. Mallin koko määrittäyty käytettävästä porakoneesta. DX-mallisto on laadukas ja hyvin varusteltu poravaunu, johon on saatavana myös hi-tec -varusteita kuten GPS-paikannusjärjestelmä ja laser-mittalaitteet.



Kuva 3 Tutkittava laite Sandvik DX700 /3/

Poravaunu toimii hydraulikalla, eli telasto, alusta, puomi, syöttölaite ja porakone sekä muut apulaitteet toimivat dieselmoottorin pyörittämien hydraulipumppujen tuottaman hydraulipaineen avulla. Paineilmaa laitteessa käytetään vain porakaluston voitelussa ja lisävarusteena saatavassa keskusrasvausjärjestelmässä, porareian huuhtelussa ja porauksessa syntyvän kivipölyn erottamisessa ja sidonnassa. Markkinoilta löytyy myös

paineilmakäyttöisiä laitteita, mm. Sandvikin oma DI-mallisto, joka edustaa DTH-tekniikkaa (down the hole), eli uppoporaustekniikkaa. Molemmissa tyypeissä on omat hyvät puolensa. Mainittakoon, että DTH- eli uppoporalaitteissa porareikä on suurempi ja pitkissä porauksissa reiän suoruus parempi. Tämä johtuu käytettävästä kalustosta ja tekniikasta, jossa pora kulkee porakruunun kanssa porareiässä, mutta toisaalta päältä iskevän etuna ovat huomattavasti pienempi melu ja energiataloudellisempi porausprosessi.

4 TYÖN TARKOITUS

Tämän tutkintotyön tarkoituksena on tutkia Sandvik DX700- poravaunun tuoterakennetta ja tehdä tarvittavat korjaukset ja päivitykset tuoterakenteeseen PDM-järjestelmä Windchilliin. Työn tavoitteena oli saada kirjattua kaikki tutkimuksen aikana laitteen valmistuksessa käytettävät osat ja tarvikkeet kappale- ja metrimäärineen muistiin sekä kirjata tulosten pohjalta oikeat kappalemäärät rakenteelle oikeisiin kokoonpanoihin ja kokoonpanokuvaan. Lisäksi kuvaan korjattiin tarvittaessa työohjeita ja käännettiin suomenkielinen työohje englanniksi.

5 TYÖN TAUSTAT

6 TEORIAA TUOTERAKENTEISTA

Yleisesti tuoterakenne on hierarkkinen kuvaus valmistettavasta tuotteesta, jossa valmistuksessa käytettävät nimikkeet, komponentit, osat tai moduulit on jäsennetty tuotetietomallin mukaisesti. Tässä kappaleessa perehdytään ensisijaisesti nimikkeiden ja niistä muodostuvien osakokoonpanojen ja moduulien tuoterakenteiden hallintaan, ja nimikkeillä, joita tässä kappaleessa käsitellään, tarkoitetaan fyysisiä komponentteja kuten muttereita.

6.1 Tuoterakenne /1/

Tuoterakenne eli tuotemalli perustuu tuotetietomalliin. Tuotetietomalli on käsitelmä, jolla jäsennetään tuotteen tiedot ja niiden väliset yhteydet niin että se sopii yleisellä tasolla kaikkiin yksittäistapauksiin. Toisin sanoen Sandvik DX700 -poravaunu muodostuu aina tietyistä moduuleista, joita voidaan asiakaskohtaisesti muokata, jolloin niiden rakenne muuttuu yksilölliseksi. Tämä moduulitason tuoterakenne on ns. geneerinen eli yleinen tuoterakenne, jolla ei viitata tuoteyksilöön vaan tuotekäsitteeseen.

Geneerinen tuotemalli luodaan aina tuotekonseptin vaatimusten mukaan sellaisille tuotteille, joissa on useita vaihtokelpoisia komponentteja - nimikkeitä. Yleensä tällaiset tuotteet ovat pitkälle standardisoituja. Näistä vaihtokelpoisista komponenteista eli nimikkeistä muodostuu geneerisen tuoterakenteen variantteja. Geneerisen tuoterakenteen käyttö helpottaa mahdollisten varianttien rakenteiden kuvausta. Näin ei jokaisesta mahdollisesta variantista tarvitse tehdä erikseen kuvausta. Tosin sanoen, jos polkupyörään x on tarjolla kahta eri vaihteistotyyppiä, ja näille valittavana vielä useita eri valmistajia, joilla on tarjottavana vielä vaihteistoja useilla vaihtemäärillä, ei jokaisesta mahdollisesta eri vaihtoehdosta kannata luoda erikseen tuoterakennetta. Tällöin käytetään rakennekonfigurointia eli luodaan tuoterakenne asiakkaan toiveiden mukaan tuotetietomallista, johon on kirjattu valittavissa olevat komponentit tuotetietomallin jäseneltyjen yhteyksien mukaan.

Tuoterakenteen eli tuotemallin pohjana ovat nimikkeet. Tuoterakenne muodostuu eritasoisista nimikkeistä. Ylemmän tason nimikkeitä ovat osakokoonpanot, jotka voivat koostua alikokoonpanoista. Ylin taso on kansainvälisen STEP-standardin mukaan taso 1. Alimman tason nimikkeitä ovat yksittäiset komponentit, kuten pultit, mutterit, tiivisteet yms. yksinkertaiset komponentit. Tasojen määrä kokoonpanossa muodostuu suunnittelun laatiessa rakennetta.

Tarkemmin nämä nimikkeet ovat järjestelmässä ns. olioina, jotka sisältävät määritteleviä tietoja - attribuutteja - kuten nimi, koko, paino, teho, kustannus, nimikenumero, tarveaika ja piirustusnumero. Yleensä tuoterakenteita käsitellään olioina. Oliolla kuvataan tietyn tuotteen komponenttia, osajärjestelmää tai kokoonpanoa. Olio on siis ns. tietoalkio. Oliolla on myös keskinäisiä riippuvuuksia eli relaatioita. Näiden olioiden pohjalta muodostuu varsinainen rakenne eri tasoineen niiden keskinäisten hierarkioiden pohjalta. Nämä hierarkiat ovat periytyviä, eli alemman tason oliolla on ylemmän ominaisuudet, esim. hydraulipumppu voidaan jakaa alaluokkiin, jossa on luokkina hammaspyöräpumput ja mäntäpumput. Näillä molemmilla pumpuilla on hydraulipumpun ominaisuudet. Kansainvälisen STEP-standardin mukaan käsitteellisestä tuotemallista muodostuu tuoterakenne, kun tuotemallin oliot saavat sisällön, esim. kokoonpanon, ja näiden olioiden – kokoonpanojen - väliset relaatiot määritellään kunkin tuotteen mukaisesti.

Tuoterakenteita on pääasiassa kolmea tyyppiä, on projektikohtaisesti valmistettavia tuotteita kuten esim. voimalaitokset, laivat ja prosessilaitokset. Toisena tyyppinä ovat massavalmistettavat tuotteet kuten GSM-puhelimet, joita ei räätälöidä yksittäisen asiakkaan toiveiden mukaan ja kolmantena tyyppinä asiakasvarioituva tuote, kuten Sandvik DX700 -kallionporausvaunu, joka sijoittuu kahden edellä mainitun väliin varioitavuudessa.

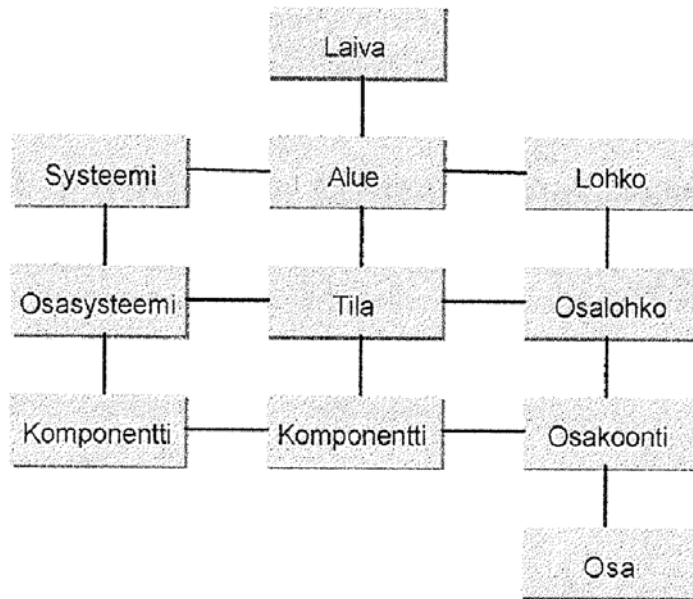
Projektina valmistettavan tuotteen tuoterakenne

Projektikohtaisesti valmistettavat tuotteet ovat lähestulkoon aina uniikkeja yksilöitä, joilla tosin saattaa olla paljonkin yhtäläisyyksiä toisiinsa, kuten laivoissa sisaraluksilla. Näille tuotteille yhteistä on niiden täysin asiakkaan toiveiden ja olosuhteiden vaatimusten mukaan laadittu rakenne.

Kuvassa 4 tuoterakenne jakautuu viiteen tasoon. Jokaisessa tasossa on olio eli tuotemallin peruskomponentti kuten laivassa esim. hyttialue, hytti ja ikkuna.

Näiden olioiden relaatioiden suhteesta muodostuu verkkomainen rakenne, joka kuvaa tuotteen sen osien kautta. Relaatioita on esim. hyttialueella oleva hytti, jossa on ovi. Näin kuvassa esitetyillä olioilla (alue, tila ja komponentti) on suorat suhteet toisiinsa. Kuvan 4 tasot ovat tuotetaso, järjestelmätaso, osajärjestelmätaso, komponenttitaso ja alkio- tai osataso. Laivan tuoterakenne koostuu siis vain järjestelmistä seuraavassa kuvatun ajattelun mukaan.

- Ylimmässä tasossa eli tuotetasossa on vain yksi taso eli laiva - olio.
- Toisessa eli järjestelmätasossa on aluejärjestelmä - alueet, runkojärjestelmä – teräslohkot ja tekniset järjestelmät eli systeemit kuten LVIS yms.
- Kolmannessa tasossa ovat osajärjestelmät joka jakaa järjestelmät pienemmiksi kokonaisuuksiksi, kuten alueen tiloiksi, lohkon osalohkoiksi ja järjestelmän osajärjestelmiksi.
- Neljännessä tasossa osat ovat hyvin konkreettisia. Systemin ja osasysteemin komponentit ovat kaapelit ja anturit. Alueen ja tilan komponentit ovat sisustusvarustelun ovet ja ikkunat. Lohkon ja osalohkon komponentti on osakokoonpano.
- Viidentenä tasona on osataso, joka sisältää hyvin yksinkertaisia osia, joita käytetään osakokoonpanossa.



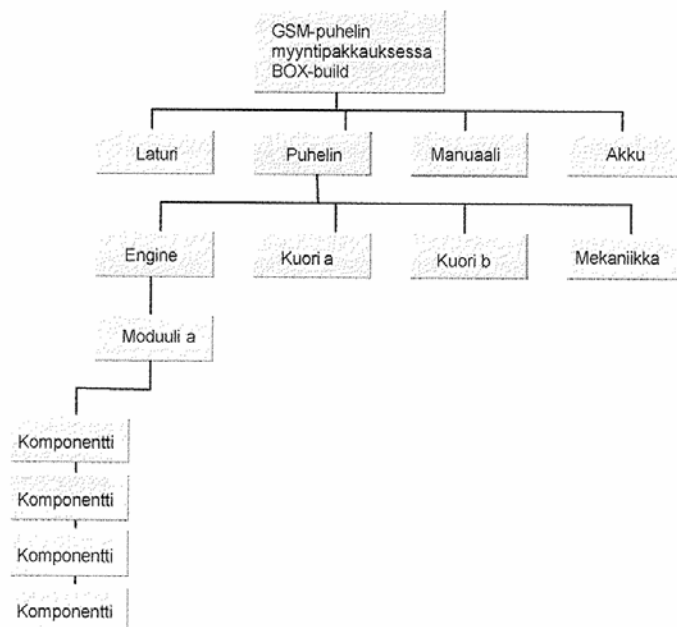
Kuva 4 Laivan tuoterakenne /1/

Massavalmistettavan tuotteen tuoterakenne

Massavalmistettavan tuotteen tuoterakenne koostuu komponenttitasoista, josta kuvassa 5 esimerkkinä GSM-puhelimen tuoterakenne.

Massavalmisteisia tuotteita ovat esim. GSM-puhelimet, viihde-elektroniikka kuten DVD- soittimet ja kannettavat tietokoneet. Massavalmisteiset tuotteet ovat muunneltavuudeltaan suppeita, ja ne ovat projektituotteiden vastakohtia muunneltavuudessa.

- Ylimmässä tasossa on ainoa tuotetasoa kuvaava olio eli myyntipakkaus.
- Toisessa tasossa eli komponenttitasossa on tuotetason myyntipakkaus jaettu pääkomponentteihin, joita ovat laturi, puhelin, manuaali ja akku.
- Kolmannessa tasossa on esim. toisen tason olio, puhelin, jaettu osakomponentteihin, joita ovat engine eli piirilevyistä ladottu puhelinosa, puhelimen ulkokuoret a ja b ja mekaniikkapakkaus jossa puhelimen kokoonpanoon tarvittavat osat.
- Neljännessä tasossa ovat enginen muodostavat osat, esim. ohjelmistot ja ladottu piirilevy komponentteineen.
- Viidennessä eli alimmassa tasossa on osa-tason olioita, joita ovat yksinkertaiset osat kuten piirilevyille ladottavat komponentit.

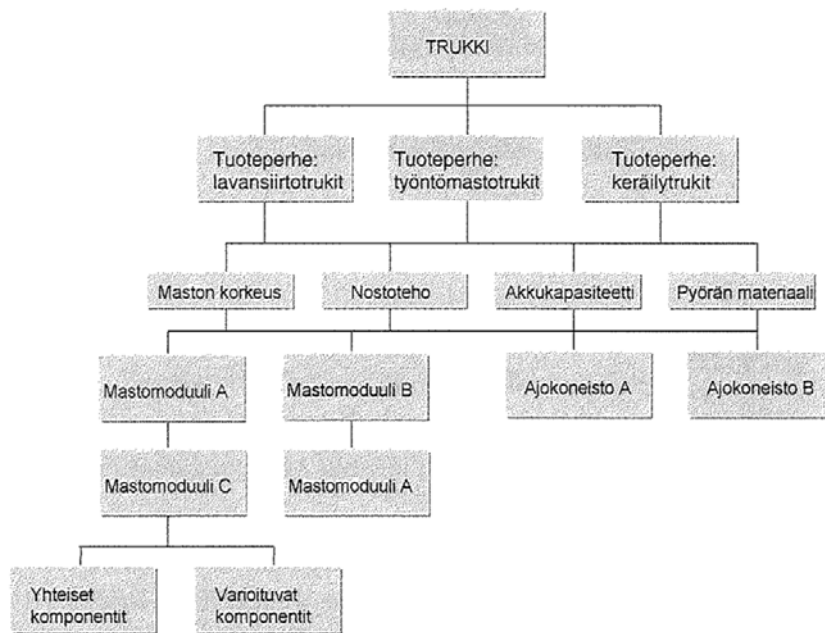


Kuva 5 GSM-puhelimen tuoterakenne /1/

Varioituvan tuotteen tuoterakenne

Kolmantena esimerkkinä on varioituva tuoterakenne kuvassa 6. Tyypillisesti varioituvia tuotteita ovat autot, trukit, kallioporavaunut ja metsäharvesterit. Yhteistä näille tuotteille ovat jo valmiiksi suunnitellut varioituvat komponentit, moduulit, kokonaisuudet tai ominaisuudet, joista asiakas saa tiettyjen rajoitusten alaisuudessa valita haluamansa vaihtoehdot. Konkreettinen esimerkki varioituvasta tuotteesta on Sandvik DX700 -kallioporavaunu. Tämä tuoterakenne sijoittuu muunneltavuudessa kahden edellä mainitun tuoterakenteen väliin. Tässä tuoterakenteessa voi siis olla jo valmiiksi suunniteltuja variaatioita, ja siihen voidaan lisätä variaatioita asiakastoiveiden mukaan, jolloin ko. asiakastoiveet vaativat tuotekehitykseltä lisäsuunnittelua. Esisuunnitelluilla variaatioilla taataan nopea ja jouheva valmistettavuus sekä paremmat myyntiedellytykset, kun asiakas voi vaikuttaa valinnoillaan tuotteeseen.

- Ensimmäisenä tuotetason oliona on trukki, joita koko mallissa on vain yksi.
- Toisessa tasossa on kolme tuoteperhetason oliota, joita ovat lavansiirtotrukit, työntömastotrukit ja keräilytrukit.
- Kolmantena tasona on ominaisuustaso, josta asiakas voi valita tuoteperheen tuotteille haluamansa ominaisuudet.
- Neljäntenä tasona on ns. varianttimoduulitaso. Tekniset moduulit toteuttavat asiakkaan valitsevat ominaisuudet.
- Viidennessä tasossa eli komponenttitasossa, joka on tässä esimerkissä alin taso, ovat komponentit joista moduulit muodostuvat.



Kuva 6 Varioituvan tuotteen tuoterakenne /1/

6.2 Nimikkeistö /1/

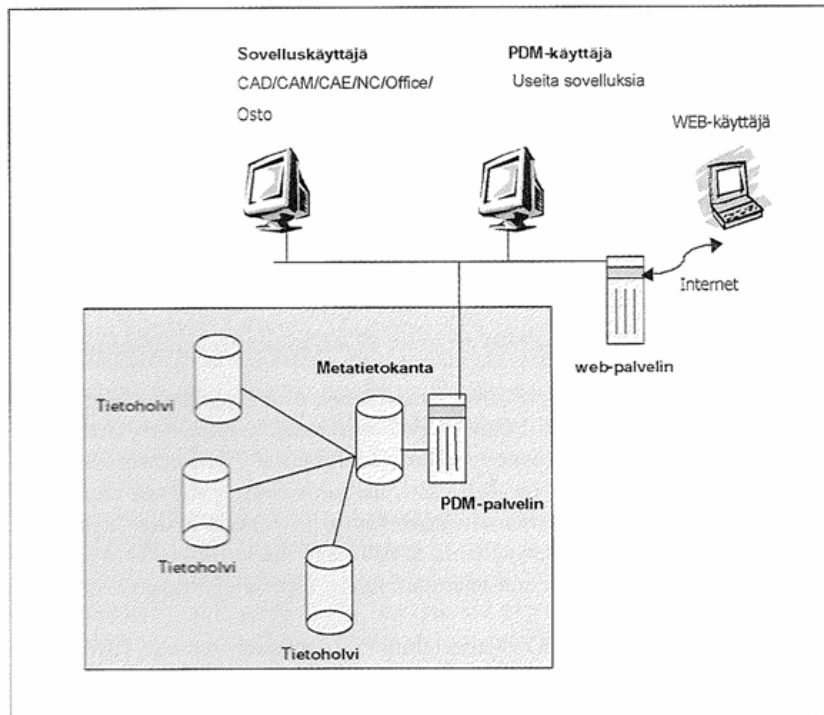
Tuotetiedonhallintajärjestelmien käyttö perustuu hyvään ja toimivaan nimikkeistöön. Myös tuoterakenteet muodostuvat nimikkeistöstä, jossa ne siis ovat enemmän tai vähemmän hierarkkisessa järjestyksessä. Nimikkeillä identifioidaan osia, komponentteja, moduuleja, kokoonpanoja, materiaaleja tai palveluja. Niillä voidaan yrityksen ja käyttötarpeen mukaan identifioida myös pakkauksia, asennustarvikkeita, muotteja, kiinnittimiä ja ohjelmistoja, lisäksi tuotantokäytössä olevat NC-ohjelmat ja tietokoneohjelmistot nimikoidaan usein. Nimikkeistön ilmaisumuoto on yleensä sarja numeroita, kun kyseessä on globaali ja suuri nimikemäärä. Sandvik Mining and Construction Oy:ssä on käytössä nimikkeistö, jossa käytetään kahdeksan numeron sarjaa. Pienemmissä nimikemäärissä voi olla tarkoituksenmukaisempaa käyttää apuna kirjaimia tai lyhenteitä, jotka kuvaavat tuotetta tai tuotteen osaa, esim. tamsy189 tai tampu189. Esimerkin tamsy189 on Tampereen tehtaalla käytettävän hydraulisynterin

nimiketunnus, jota alihankkija käyttää, ja vastaavasti tampu189 on edellisen sylinterin sylinteriputken nimiketunnus.

Tärkeintä nimikkeistöä laadittaessa on sen yhtenäisyys ja selkeä ja looginen ryhmittely ja ryhmittelyn tarkoituksenmukainen luokittelu. Ryhmittelyllä tarkoitetaan esim. komponentin luokittelemista sitä kuvaavaan luokkaan, kuten sähköosa tai varaosa. Ryhmittelyä voidaan tarkentaa lisäämällä alaluokka pääluokalle, kuten sähköosalle alaluokka voi olla vastus, moottori tai kytkin. Nimikkeiden luokittelu ja ryhmittely auttavat nimikkeiden hallintaa ja etsimistä. Liian tarkka ryhmittely voi toisinaan tehdä järjestelmästä raskaan ja kankean ja vaikeuttaa nimikkeistön ylläpitoa. Kuten rakenteiden, myös nimikkeistön tulee olla hierarkkisia, eli nimikkeiden ja nimikeluokkien välisten suhteiden tulee olla selvillä nimikkeistöä laadittaessa. Esimerkkinä vaikka Sandvik DX700 -poravaunun nollapölyjärjestelmä, jota ei voi valita ilman vesisidontaa, mutta vesisidonnan voi valita ilman nollapölyjärjestelmää. Tässä tapauksessa nollapölyjärjestelmä ja vesisidonta ovat optioina yhdenvertaisia, mutta valittaessa nollapölyjärjestelmä kuuluu sen alle vesisidonta.

6.3 Tuotetiedon hallinta /1/

Tuotetiedon hallinta on iso kokonaisuus, johon on usein integroitu CAD-ohjelmistoja, ERP-järjestelmä, CIM-järjestelmä ja mahdollisesti alihankkijat Web-liittymän kautta. PDM-järjestelmä toimii CAD-kuvien ja dokumenttien hallinnassa, jonne suunnittelusta siirretään kuvat ja dokumentit muiden yrityksessä toimivien osastojen saataville. PDM-järjestelmästä voidaan liittää esim. CAD-kuvia tuotannonohjauksessa tehtävien ostotilausten tueksi, koneistuskeskuksiin voidaan siirtää valmistuksessa tarvittavia tiedostoja ja alihankkijat voivat tarkistaa viimeisimmät revisiot kokoonpanokuvista Web-liittymän kautta. Kuvassa 7 on yksi esimerkki järjestelmän rakenteesta.



Kuva 7 PDM-järjestelmään on liitetty sovelluskäyttäjä, PDM-käyttäjä ja Web-käyttäjä /1/

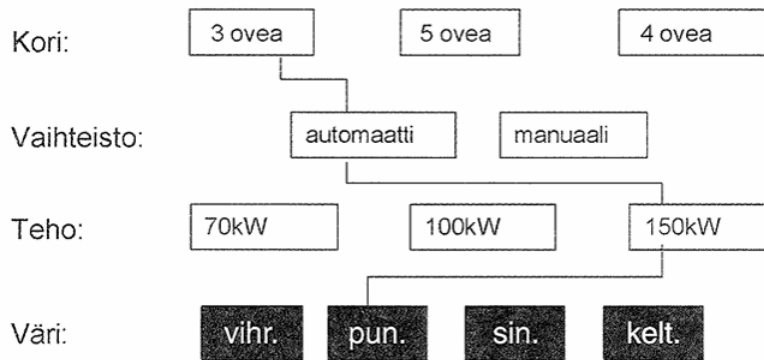
Kokonaisvaltaisen tuotetiedon hallinnan ytimenä toimii PDM-järjestelmä, jolla hallitaan ja ylläpidetään suunnittelukuvia, BOM:ia, nimikkeistöä, tuoterakenteita ja rakennekonfigurointia sekä tietenkin tehdään hakuja nimikkeistöstä. Tyypillisiä ominaisuuksia järjestelmille on edellä mainittujen lisäksi käyttöoikeuksien hallinta, viestien hallinta koskien nimikkeissä ja rakenteissa tapahtuneita muutoksia, tiedon katoamisen estäminen päivitettäessä järjestelmään uutta tietoa, varmuuskopioiden hallinta ja toimiminen tietoholvina, jonne kaikki järjestelmän tiedostot tallennetaan.

6.4. Nimikkeiden ja rakenteiden hallinta PDM-järjestelmässä

Tuoterakenne on PDM-järjestelmän perusta, koska suurin osa järjestelmän toiminnoista pohjautuu tuoterakenteen ja nimikkeistön käyttöön ja hyödyntämiseen.

6.4.1 Tuoterakenteen konfigurointi /1/

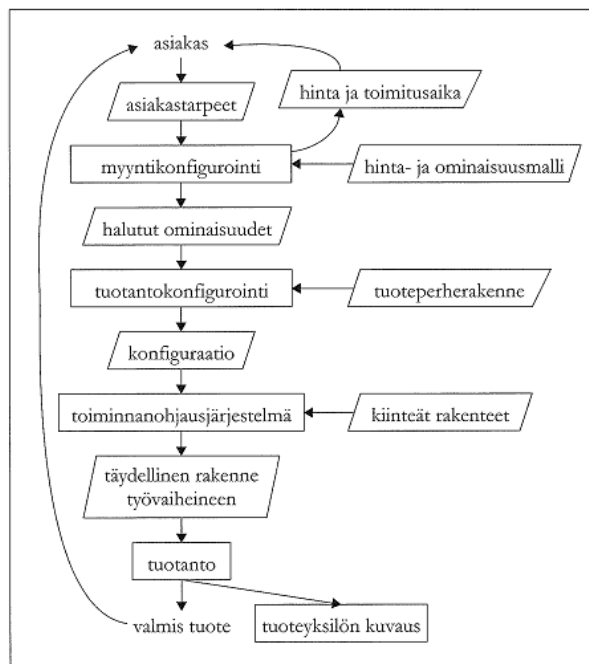
Konfiguroinnilla tarkoitetaan kokoonpanoa. Konfiguraattorilla puolestaan tarkoitetaan ohjelmistosovellusta, jolla hallitaan tuotteen rakennetta ja sen eri variaatioita. Konfigurointia käytetään laadittaessa varioituvan tuotteen tuoterakennetta. Konfiguraattoreita on sekä myynnillä että tuotannolla, ja nämä eroavat toisistaan, eikä niitä tule ymmärtää samaksi sovellukseksi. Myyntikonfiguraattorilla hallitaan tuotteen myyntiominaisuuksia ja niihin sisältyviä säännöstöjä sekä myynnin tarvitsemaa tietoa asiakkaista, hinnastoista ja markkina-aluekohtaisia tietoja kuten hinnastoja ja alueen erityisvaatimuksia. Säännöstöllä määrätään tuotteen sallitut myyntirakenteet eli myyntiominaisuusyhdistelmät, ja näin estetään kiellettyjen kombinaatioiden myynti. Esimerkkinä säännöstöstä ja sen toiminnasta voidaan pitää autotehtaan päätöstä olla valmistamatta ajonvakautuksella autoja, joissa on alle 2,0-litrainen moottori, ja jotka myydään Etelä-Eurooppaan. Myyntikonfiguraattorin avulla tuotteelle konfiguroidaan myyntirakenne kuvassa 8, jossa on joukko tuotteen teknisen rakenteen määrääviä ominaisuuksia.



Kuva 8 Myyntikonfiguraation vaihtoehdot /1/

Myynitkonfiguraation valmistuttua voidaan tuotteelle laatia fyysinen tuoterakenne tuoterakennekonfiguraattorilla. Tuoterakennekonfiguraattoriin syötetään myynnin tiedot ns. input-tietona, jota tuoterakennekonfiguraattorilla luodun output-tiedon eli fyysisen rakenteen, täytyy vastata. Rakennekonfigurointi on hyvin haastavaa jo pelkästään mahdollisten variaatioiden hallinnan kannalta sekä lisäksi tuotteen tuntemuksen kannalta. Variaatioiden määrä kasvaa helposti satoihin, jopa tuhansiin laitteen varioitavuudesta riippuen. Pelkästään kuvan 8 tuotteen neljästä ominaisuusjoukosta muodostuu 72 konfiguraatiota kaikkien kombinaatioiden ollessa sallittuja. On tärkeää ymmärtää eri ominaisuuksien vaikutusta toisiinsa jo fyysistä rakennetta luotaessa, jotta voidaan havaita mahdolliset ongelmat myyntikonfiguraatiota käsiteltäessä. Näin voidaan tehdä tarvittavat muutokset tuoterakenteeseen jo ennen valmistuksen aloittamista ja informoida asiakasta ja pyytää hyväksyntä muutoksiin. Tällaisia tilanteita on, jos myyntirakenteessa on ominaisuuksia, joita ei aikaisemmin ole valmistettu tai on valmistettu hyvin harvoin. Tällöin

toimitusaika kasvaa, ja asiakasta on hyvä informoida ja neuvoa joko muuttamaan valitsemaansa rakennetta tai varautumaan pidempään toimitusaikaan. Kuvassa 9 on esimerkki konfiguroitavan tuotteen tilaus-toimitusprosessista.



Kuva 9 Konfiguroitavan tuotteen tilaus-toimitusprosessi /2/

6.4.2 Tuoterakenteiden ylläpito /1/

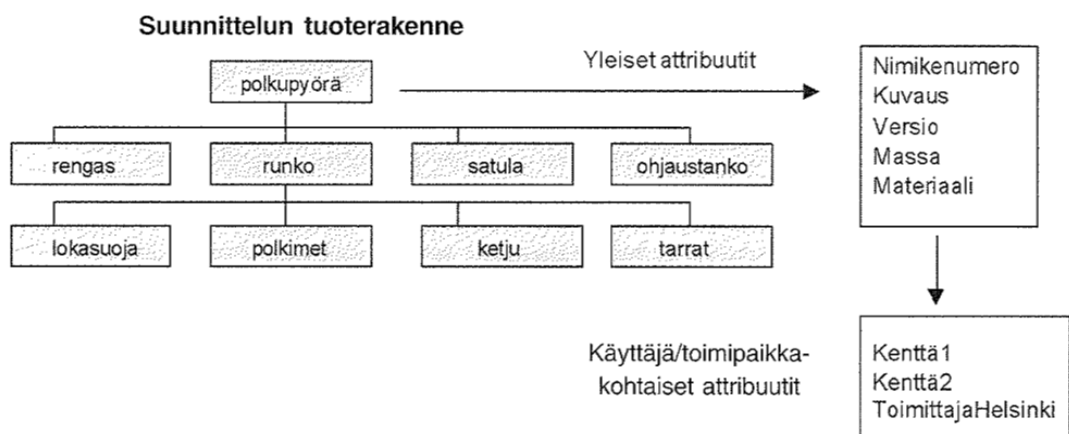
Tuoterakenteiden ylläpito on erittäin tärkeää. Käytännössä se tarkoittaa rakenteisiin tai nimikkeisiin tulevien muutoksien korjaamista muutoksen kohteen dokumentteihin kuten osaluetteloon, kokoonpanokuvaan tai CAD-kuvaan, ja tuoteyksilökohtaisen tuotetiedon tallentamista, kuten tiedot asiakkaasta ja laitteen sijainnista. Ajantasaisen tiedon saatavuudessa ja välityksessä ilmenevät ongelmat heijastuvat mm. tuotannossa esim. vanhan mallisena osana, joka ei ilman uusimman revision muutoksia sovellu sellaisenaan käyttöön, tai jälkimarkkinoinnissa, jossa asiakkaalle tarjottava huoltopaketti ei sovellukaan asiakkaan vaatimuksiin.

Tuoterakenteeseen lisätään yleensä myös attribuuttitietoa. Attribuuttitiedon tarkoituksena on selkeyttää normaalin tuoterakenteen tietoa. Attribuuttitieto saattaa joissain erikoistapauksissa muodostua tärkeäksi tiedoksi, esim. viallinen tuote-erä saattaa johtua alihankkijalta saapuneesta puutteellisesta komponentista, jota on käytetty tietyn valmistussarjan tuotteisiin. Tämän valmistussarjan takaisinkutsuminen on helpompaa kun tiedetään puutteellisen komponentin sarjanumero ja tuotesarja, johon sitä on käytetty.

Tyypillisiä attribuuttitietoja ovat mm. massa, materiaali, versio ja alihankkija. Attribuuttitieto voi olla

- tuoteyksilökohtaista – esim. ostokomponentin sarjanumero
- generistä – koskien tuotteita, tuotetta, kokoonpanoa, osia
- käyttäjäkohtaista – omat huomautukset, muistiinpanot.

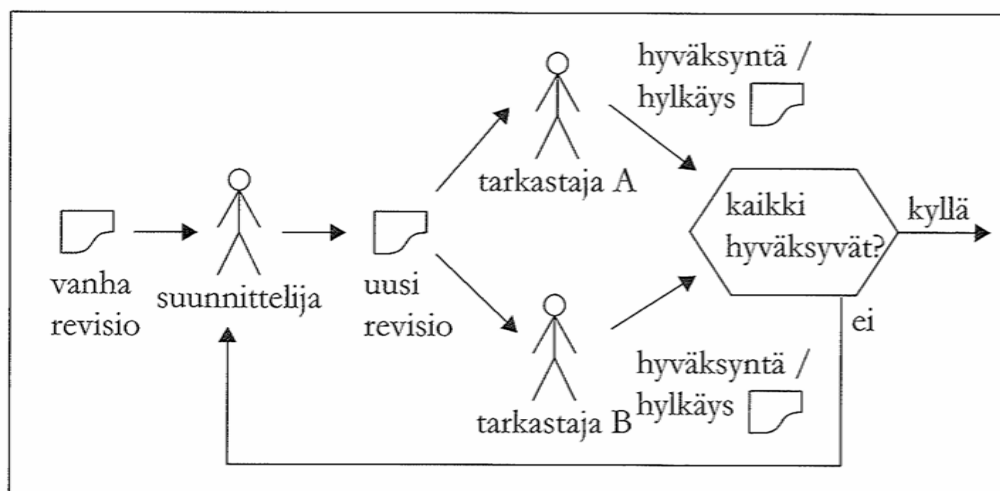
Kuvassa 10 on tuoterakenteeseen lisätty tyypillistä attribuuttitietoa.



Kuva 10 Tuoterakenteen attribuuttitietoa /1/

6.4.3 Nimikkeiden ja rakenteiden muutokset

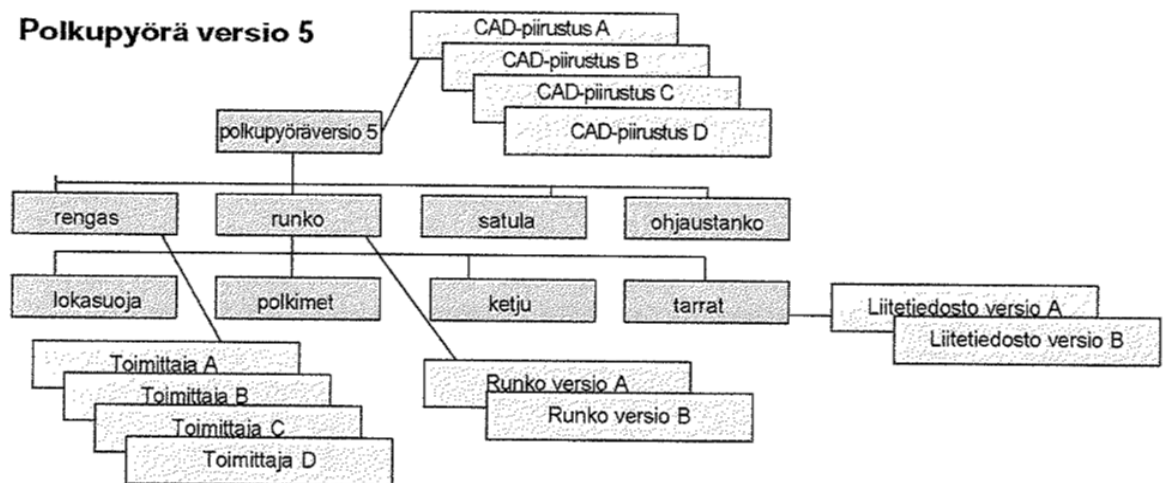
Impulssi muutoksiin tulee muutosehdotuksesta tai muutosmääräyksestä. Muutosehdotuksen tai määräyksen taustalla on yleensä nimikkeeseen tarvittava korjaus tai päivitys, esim. mitat muuttuvat sovittamisen helpottamiseksi kokoonpanossa, kappaleen rakenne ei ole kestävä ja sen osa täytyy muotoilla uudelleen tai kokoonpano pitää jakaa sopiviin osiin, jotta se sopisi alihankkijan valmistettavaksi ja olisi helppo tilata. Käytännössä tämä tarkoittaa uuden revision luomista muutoksen kohteen dokumenteista kuten CAD-kuvasta ja osaluettelosta. Yksinkertainen muutosprosessi etenee kuvassa 11 esitetyllä tavalla.



Kuva 11 Yksinkertaisen muutosprosessin työnkulku (workflow) /2/

Kun nimike tai rakenne on käsittelyssä, nimikkeen tai rakenteen dokumentteja eivät voi selata muut kuin muutoksia tekevä(t) suunnittelija(t), joiden työllistalla ko. nimike tai rakenne on. Suunniteltujen muutosten jälkeen päivitetty nimike tai rakenne siirretään tarkistettavaksi. Vasta kun muutokset on päivitetty dokumentteihin ja dokumentit on hyväksytyt, vapautetaan ko. nimike tai rakenne tuotannon käyttöön, jolloin se on kaikkien käyttäjien tarkasteltavissa. Tässä vaiheessa lähetetään yleensä

asianosaisille muutostiedote, josta käyvät ilmi muutoksen kohde, muutoksen tekijä ja tehdyt muutokset. Kuvassa 12 on esitetty polkupyörän revisioitu rakenne. Kuvasta huomataan, että muutoksia on tullut mm. renkaan toimittajaan ja runkoon.



Kuva 12 Polkupyörän rakenne ja versiohistoria /1/

7 TYÖN VAIHEET

Työ aloitettiin laitteen tutkimuksella alkusuunnitelmista poiketen vaiheelta porausyksikkö/alustan varustelu vaiheen runkovarustelu sijaan. Tämä johtui puhtaasti tuotannollisista syistä, mutta aiheutti heti alkuun pientä päänvaivaa seurannan jatkoa ajatellen. Alkuperäisenä tarkoituksenaan oli olla mukana heti alkuvaiheesta lähtien, jolloin seuranta etenisi luonnollisessa järjestyksessä ja vaiheiden materiaalivirta olisi konkreettisesti helposti havaittavissa.

7.1 Seurantalaitteen tutkimus

7.2 Tutkimustulosten kirjaaminen

Tutkimuksessa oli tarkoituksena saada kerätty tieto helposti käsiteltävään ja läpikäytävään muotoon. Aluksi kirjaamisessa käytettiin kannettavaa tietokonetta ja Excel-taulukkoa, johon tiedot oli helppo syöttää ja jota oli helppo käyttää ja muokata tarpeiden mukaan. Käytäntö kuitenkin osoitti perinteisen menetelmän eli kynän ja paperin käytön nopeimmaksi ja joustavimmaksi tavaksi kirjata nimikkeitä ja yksityiskohtaisia merkintöjä käytettävästä nimikkeestä ja käyttökohteesta. Apuna kirjaamisessa toimivat lisäksi Windchill-järjestelmästä tulostetut kokoonpanokuvat ja osaluettelot, joihin pystyi merkitsemään käytettyjä nimikkeitä ja joista pystyi vertaamaan kirjattujen nimikkeiden määriä ja laatuja osaluetteloissa oleviin. Kameraa kirjaamisprosessin aikana tuli käytettyä etenkin viimeistelyvaiheen aikana, osittain puutteellisten katekokoonpanokuvien ja osittain hieman itselle vieraamman työvaiheen vuoksi. Tästä oli todella suuri apu korjattaessa katekokoonpanojen kuvia ja osaluetteloita sekä pakkausvaiheessa, kun katekokoonpanon teräsrakennesetti piti purkaa ja laputtaa nimiketunnustarroilla osittain tullia varten ja osittain tavaran vastaanoton ja ohjaamisen helpottamiseksi kokoonpanokeskuksessa.

Kirjaamisprosessi eteni kiivaassa tahdissa seurantalaitteen T12297L loppukokoonpanon valmistuessa lähes normaalissa aikataulussa. Käsien kirjattuja tietoja siirsin laatimaani Excel-taulukkoon jokaisen tauon ja vapaan hetken aikana. Tarkoituksena oli saada Excel-taulukko mahdollisimman nopeassa aikataulussa valmiiksi, jotta itse rakenteiden

korjaamiseen päästäisiin nopeasti seurannan jälkeen. Seurantavaiheen päättyessä 2.11.2007 oli käsin kirjattuja materiaaleja vielä kirjaamatta Excel- taulukkoon. Tässä vaiheessa oli aika kirjata kaikki käsin kirjatut ja vielä Excel-taulukkoon kirjaamatta jääneet materiaalit ja työnkuvaukset ja tarkistaa epäselvät merkinnät. 9.11.2007 päästiin aloittamaan Excel-taulukkoon kirjattujen tietojen pohjalta seurannan aikana tutkittujen rakenteiden päivitystä.

7.3 Tutkimustulosten luotettavuus

Tutkimuksen pohjalta korjatuista rakenteista saadaan palautetta siinä vaiheessa, kun ensimmäiset kontit puretaan ja aloitetaan ensimmäisen laitteen kokoonpano. Pääsääntöisesti yhden kokoonpantavan laitteen materiaalit on pakattu kahteen konttiin. Tosin tästä käytännöstä on jouduttu hieman poikkeamaan. Toisin sanoen, ensimmäisen laitteen materiaalien pakkauksessa tullut kiire johti joidenkin osien puuttumiseen, joita sitten seuraaviin kontteihin laitettiin ns. ylimääräisenä mukaan, ja joitakin materiaaleja laitettiin kerralla useamman laitteen tarpeita vastaava määrä.

Kokoonpanokeskuksen päässä tietoa oli alkuvaiheessa antamassa laitteen erinomaisesti tunteva Tampereen tehtaan CNS-tuotannossa työskentelevä asentaja, joka tarkasti purettujen konttien materiaalit ja kirjasi havaitsemiaan puutteita ja raportoi niistä Tampereelle logistiikkaorganisaatiolle.

Lopullista yhteenvetoa rakenteiden päivityksen onnistumisesta voidaan tehdä, kun viiden ensimmäisen laitteen materiaalit on saatu purettua konteista ja muutamia laitteita kokoonpantua. On myös huomioitava joidenkin nimikkeiden mystinen katoaminen, jotka varmuudella kontteihin lastattiin, mutta joita ei kuitenkaan kontteja purettaessa löydetty. Yhteenveto tapahtunee arviolta kesä-heinäkuun tienoilla 2008.

8 TUTKIMUKSESSA KÄYTETTÄVÄ TAULUKKO

Tutkimuksessa käytetyssä taulukossa lähtökohtana oli tiedon kirjaaminen työjärjestyksen mukaan. Taulukkoon kirjatut nimikkeet on pyritty jakamaan työvaiheiden alle ja tarkemmin työtehtävän alle. Näin taataan helppo yhdistettävyyys työvaiheeseen ja mahdollisten virheiden korjaaminen. Luonnollisesti itse päivitysprosessikin helpottuu, ja tiedon luotettavuus on tarkistettavissa.

8.1 Taulukon vaatimukset

Taulukko 1 Taulukossa ympyröidyissä soluissa on nimikkeen nimi ja kuvaus

8.2 Taulukon ominaisuudet

Taulukon ominaisuuksia ovat visuaalisuus, tietojen lajiteltavuus ja listaukset. Taulukossa on käytetty havainnollisuuden helpottamiseksi värikoodeja. Vihreät rivit ovat rakenteille korjattuja, ja niistä löytyy tieto rakenteen koodista, kuvasta ja osanumerosta ja ovat näin ollen kunnossa. Keltaisella merkityt rivit on nekin korjattu rakenteelle, mutta niille on luotu oma rakenne, loppukokoonpanossa käytettävät osat. Näille osille ei ole erikseen omaa kokoonpanokuvaa, eikä niitä ole Windchill-järjestelmässä sidottu mihinkään tiettyyn käyttökohteeseen. Loppukokoonpano-osat ovat järjestelmässä lähinnä keräilyn takia. Punaisella merkityt rivit on jätetty kirjaamatta rakenteille päällekkäisyyden välttämiseksi. Ko. osat ovat joko vaihtoehtoisia osia, esim. pultin pituus on eri kuin kokoonpanokuvassa, mutta voidaan käyttää kokoonpanossa, tai osat ovat kokoonpanon osaluettelossa kokoonpanon koodilla, esim. puomin letkutuksessa käytettävät stauffit ovat yhtenä kokonaisuutena, eikä niitä ole eritelty 2-putkiliittimeksi, peitelevyksi ja ruuviksi. Käsittelemättömät rivit ovat ilman väriä, näin ne löytyvät helposti ja voidaan varmistaa että jokainen rivi tulee tarkistettua ja käsiteltyä. Työn

ollessa valmis tulisi kaikkien rivien olla maalattuja, joko punaiseksi, keltaiseksi tai vihreäksi.

9 TUTKIMUKSEN TULOKSET

Tutkimuksen tuloksena saatiin päivitetyt kokoonpanokuvat ja osaluettelot, joita voivat hyödyntää myös kokoonpanokeskuksessa työskentelevät vähemmän laitteen kokoonpanokokemusta omaavat asentajat. Lisäksi tutkimuksen aikana käytetystä Excel-taulukosta saatiin listattua tarkistuslista, jota käytettiin apuna bulkkimateriaalin keräilyssä ja lähetysten tarkistuksessa.

9.1 Tutkimuksessa havaitut puutteet

Selvimpänä puutteena tuli eteen viimeistelyn katekokoonpanokuvien puutteellisuus. Katekokoonpanoista löytyivät ainoastaan varaosadokumentit. Kuriositeettina mainittakoon tutkimuksen aikataulu, joka muodostui varsin tiukaksi, etenkin kun aineiston läpikäyminen ja sen muokkaaminen käyttökelpoiseksi vaativat oman aikansa. Aikataulusta johtui osittain myös tutkimustyön etenemisjärjestyksen muuttuminen. Seurantalaite oli jo aloitettu ennen kuin seuranta aloitettiin. Näin ensimmäiset työvaiheet jouduttiin tekemään loppukokoonpanovaiheen jälkeen toiselle laitteelle, eli tutkimusta tehtiin useammalle kuin yhdelle laitteelle, toisin kuin oli suunniteltu.

9.2 Päivitetyt rakenteet

Tutkimuksen pohjalta tehtiin päivityksiä useampaan laitteen valmistusrakenteen moduulien alla olevaan rakenteeseen.

Lista moduuleista joihin on tehty korjauksia:

- Alarunkokokoonpano
- Ylärunkokokoonpano
- Kehtokokoonpano
- Puomikokoonpano

Kaikki seurannan tuloksena päivitetty rakenteet selviävät taulukosta 2, johon on merkitty rakenteen koodi, kuvaus ja päivitetty kuva, jos se ei ole sama kuin rakenteen koodi.

Taulukko 2. DX:n päivitetty rakenteet

10 POHDINTAA TYÖN TAUSTOISTA

Laitteen rinnakkaisen valmistuksen aloittaminen uudessa kokoonpanokeskuksessa kasvattaa väistämättä valmistuksen volyyymia ja kykyä vastata kasvavien markkina-alueiden kysyntään. Nykypäivän trendin mukaan valmistusta pyritään siirtämään lähelle suuria markkinoita ja asiakkaita ja näin parantamaan asemaa paikallisilla markkina-alueilla. Lähellä asiakasta tapahtuvalla valmistuksella on etuna myös kuljetusmatkojen lyhentymisen ja tätä kautta toimitusaikojen lyheneminen. Tosin tässä tapauksessa valmistuskustannusten mataluus lienee tärkein syy siihen, yhdessä suurelle markkina-alueelle pääsyn kanssa, että uutta kokoonpanokeskusta rakennetaan.

Valmistuksen aloittamisella uudessa ympäristössä on myös omat kustannuksensa: valmistelu ja suunnittelu kuluttavat resursseja ja pääomaa, lisäksi tukitoimintojen kuten logistiikan, tulee olla hyvin järjestetty materiaalin riittävyyden takaamiseksi. Valmistuksen aloittamisella on siis etunsa ja haittansa, joita tulee punnita hyvin ennen päätöksen tekemistä.

Hankkeen etuina voidaan pitää Tampereen tehtaan kapasiteetin vapauttamisen kehittyneempien laitteiden valmistukseen. Myyntimäärien kasvaessa lisäkapasiteetti on tervetullutta toimitusaikojen ja tilauskannan kurissapitämiseksi. Hankkeen uhkia on laitteen valmistuskapasiteetin kasvaessa, uuden kokoonpanokeskuksen käyttöönoton yhteydessä, materiaalin saatavuus. Tämä korostuu etenkin valmistuksen alkuvaiheessa, kun pyritään varastoja kasvattamatta valmistamaan suurempia määriä laitteita. Tämä tarkoittaa käytännössä materiaalin ohjaamista entistä tarkemmin JOT-periaatteen mukaan. Alihankkijalta tämä vaatii joko omien varastojen kasvattamista, kapasiteetin lisäämistä tai molempien kasvattamista, jotta voitaisiin vastata kasvaneeseen kysyntään. Materiaalin hallinta ja logistiikka ovat osa-alueita, joita materiaalin riittävyyden takaaminen tulee kuormittamaan. Varsinkin hankkeen alkuvaiheessa materiaalivirta kokoonpanokeskukseen hoidetaan täysin Tampereen tehtaan kautta. Pakkaus ja lähetysjärjestelyt on kahden ensimmäisen laitteen konttien jälkeen jo saatu siirrettyä alihankintaan: lähetystahdin kiihtyessä sitä ei olisi ollutkaan mahdollista hoitaa Tampereen tehtaan tiloista. Materiaalien saatavuudessa yhteistyötä alihankkijoiden kanssa on parannettava mm. tarkkan ennustepohjan ja hankinta-avun tarjoamisella.

Riittävätkö nykyisten toimittajien resurssit tulevaisuudessa täyttämään Tampereen tehtaan sekä uuden kokoonpanokeskuksen tarpeet on kysymys, johon vastaus saadaan uuden kokoonpanokeskuksen aloittaessa toiminnan. Todennäköistä on, laitteiden myyntimäärän kasvaessa, että uusia toimittajia on hankittava ja varmastikin ne tulevat olemaan toimijoita, joilla on valmistusta lähempänä uutta kokoonpanokeskusta.

LÄHDELUETTELO

Painetut lähteet

- 1 Sääksvuori, Antti – Immonen, Anselmi, Tuotetiedon hallinta PDM. Talentum Media Oy. Jyväskylä 2002. 201 s.
- 2 Peltonen, Hannu - Martio, Asko – Suolonen, Reijo, PDM Tuotetiedon hallinta 1. painos. Edita Publishing Oy. Helsinki 2002. 169 s.

Sähköiset lähteet

- 3 Sandvik AB. [www-sivu]. [Viitattu 20.3.2008]
www.sandvik.com