

YRITYSTEN TUOTETIETOJEN GLOBAALI JAKAMINEN

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Tietotekniikan koulutusohjelma
Tietoliikennetekniikka
Opinnäytetyö
Syksy 2016
Ekaterina Ruotsalainen

Lahden ammattikorkeakoulu
Tietotekniikan koulutusohjelma

RUOTSALAINEN, EKATERINA:

Yritysten tuotetietojen
globaali jakaminen

Tietoliikennetekniikan opinnäytetyö, 99 sivua

Syksy 2016

TIIVISTELMÄ

Tietoliikenne- ja virtualisointitekniikoiden kehityksen myötä monien, myös pk-yritysten toiminta kansainvälistyy yhä useammin. Tämä tuo yrityksille monipuoliset edut, mutta samalla lisää haasteita tuotetiedon hallinnan ja turvallisen tietojen jakamisen kannalta. Työn tavoitteena oli tutkia yritysten tuotetietojen globaalin jakamisen haasteet ja mahdolliset ratkaisut. Ongelmaa tutkittiin kahdesta näkökulmasta: tuotetiedon tuottaminen ja hallinta sekä tuotetiedon jakaminen tietoliikenneyhteyksien välityksellä.

Työn keskeinen käsite on tuotetiedonhallinta (PDM) eli toiminnot ja prosessit, jotka IT-resurssien avulla mahdollistavat tuotetietojen varastoinnin, seurannan, jakamisen ja käsittelyn. Tuotetiedolla tarkoitetaan kaikkia tuotteisiin liittyviä tietoja, kuten esimerkiksi piirustukset, 3D-mallit ja osaluettelot. PDM-järjestelmä on ison yritystietojärjestelmäkokonaisuuden osa. Sen takia toimivat integraatiot CAD-ohjelmistoihin ja ERP-järjestelmään ovat tärkeässä roolissa. Tuotetietojen jakamiseen yritysten käytössä ovat erilaiset WAN-ratkaisut ja VPN-tekniikat. Virtualisointi ja pilvipalvelut ovat myös laajentaneet ja monipuolistaneet tietojenjakamismahdollisuudet.

Opinnäytetyön case-osuudessa esitetään Oilon Oy:n työkalut ja ratkaisut tuotetiedonhallintaan ja jakamiseen, kuten monipuolinen SmarTeam PDM -järjestelmä ja siihen integroidut SolidWorks 3D -suunnitteluohjelmisto ja Microsoft Dynamics AX 2012 ERP -järjestelmä. Opinnäytetyössä tutkittuja tuotetiedonjakamisen haasteita ovat tietojen tuottaminen monilla kielillä ja tuotetietojen suojaus. Monien testi- ja korjaustyötuntien jälkeen osa monikielisuuden ongelmista oli ratkaistu, tietosuojaprojektikin on edistynyt mutta testaukset vielä jatkuvat. Työssä on esitetty testitulokset ja niiden analyysi.

Asiasanat: PDM, tuotetiedonhallinta, ERP, integraatio, tietoliikenneyhteys, WAN, VPN, virtualisointi, tietosuojat

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Information Technology

RUOTSALAINEN, EKATERINA: Sharing Companies' Product
Information Globally

Bachelor's Thesis in Telecommunications, 99 pages

Autumn 2016

ABSTRACT

With the development of telecommunications and virtualization technologies, more and more companies (including SMEs) become international. This gives a wide range of advantages to a company but at the same time adds challenges concerning product data management and secure data sharing. The aim of this thesis was to study the challenges and solutions for these problems. This work examines problems from two perspectives: generation and management of product data as well as product data sharing by means of telecommunications.

The core concept of the thesis is PDM – the process of using IT resources and services to store, manage, monitor and share product data. Product data is any information related to products such as drawings, 3D models and bills of materials. A PDM system is part of a big company IT system, so functional integrations with CAD software and ERP systems are very significant. Enterprises use different WAN solutions and VPN techniques for product data sharing. Virtualization and cloud computing have also expanded and diversified product data sharing possibilities.

The case section of the thesis presents data sharing tools and solutions used by Oilon Oy, such as the versatile SmarTeam PDM system integrated with the SolidWorks CAD software and the Microsoft Dynamics AX 2012 ERP system. The product data management challenges that Oilon is facing at the moment are product information presentation multilingually and product data protection. After many testing hours and repair work, the multilingualism problems have been resolved. The product data protection project has made progress but the work still goes on. The results of the tests and their analysis are presented in the thesis.

Key words: PDM, ERP, integration, WAN, VPN, telecommunications, virtualization, data protection

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	TUOTETIEDON HALLINTA – PDM	3
2.1	Tuotetieto ja sen käsittelytavat	3
2.2	Nimikkeiden hallinta	5
2.2.1	Nimikkeiden luokittelu	6
2.2.2	Nimikkeiden versiointi	7
2.3	Dokumenttien hallinta	8
2.4	Tuoterakenteiden hallinta	10
2.5	PDM-järjestelmän rakenne	11
2.6	PDM-järjestelmän valinta	13
2.7	PDM-järjestelmien käyttö Suomessa	14
2.8	PDM-integraatio toiminnanohjausjärjestelmän kanssa	17
2.8.1	ERP-järjestelmät	17
2.8.2	PDM-ERP-integraatio	20
3	YRITYKSEN TIETOLIIKENNEYHTEYDET	23
3.1	WAN-ratkaisut	23
3.1.1	Yksityiset WAN-yhteydet	25
3.1.2	Julkiset WAN-yhteydet	28
3.1.3	VPN-yhteydet	32
3.1.4	WAN-tekniikoiden kehitys	36
3.2	Virtualisointi ja pilvipalvelut	37
3.2.1	Palvelinvirtualisointi	37
3.2.2	Työpöytävirtualisointi – VDI	41
3.2.3	Pilvipalvelut	43
4	CASE: OILON	48
4.1	Yrityksen esittely	48
4.2	Suunnittelutyökalut	49
4.2.1	SolidWorks (mekaniikkasuunnittelu)	50
4.2.2	E3 (sähkösuunnittelu)	53
4.3	SmarTeam PDM	54
4.3.1	Järjestelmän prosessit ja toiminnot	55
4.3.2	Objektiluokat	57
4.3.3	Objektien attribuutit	61

4.3.4	Monikielisyyden ongelma	62
4.3.5	Tuotetiedon käyttöoikeudet	68
4.4	Microsoft Dynamics AX ERP -järjestelmä	78
4.5	Tuotetiedon jakamisen tekniikat ja työkalut	80
4.5.1	Tietoliikenneyhteydet	81
4.5.2	Ohjelmistojen ja järjestelmien käyttö sisä- ja ulkoverkossa	81
4.5.3	Citrix-ympäristön komponentit	82
4.6	Tuotetiedon jakamisen kehityssuunnitelma	89
4.6.1	Tietoliikenneratkaisujen kehitys	89
4.6.2	Monikelisen tuotetiedon tuottaminen	90
4.6.3	Tuotetiedon käyttöoikeudet: projektin eteneminen	91
5	YHTEENVETO	93
	LÄHTEET	97

LYHENNESANASTO

2FA (Two-factor authentication) – kaksiosainen todentamismenetelmä, käyttäjän identiteetin todentamiseen tarvitaan kaksi erillistä komponenttia

API (Application Programming Interface) – ohjelmointirajapinta, jonka avulla eri ohjelmistot tekevät pyyntöjä ja vaihtelevat tietoja, eli kommunikoivat keskenään

ATM (Asynchronous Transfer Mode) – pakettikytkentäinen verkkoprotokolla, joka jakaa lähetettävän datan vakiomittaisiin 53 tavun soluihin

BOM (Bill of Materials) – tuoterakenne, luettelo kokoonpanoista, alikokoonpanoista, materiaaleista, osista ja niiden kappalemääristä, jotka tarvitaan lopputuotteen valmistukseen

CAD (Computer-aided Design) – CAD-ohjelmistojen avulla tehty kaksi- tai kolmiulotteinen, suunnittelu, mallinnus ja simulointi

CDMA2000 (Code Division Multiple Access) – standardiperhe, joka määrittelee ääni- ja datasiirron ja mobiililaitteiden välisen kommunikoinnin 3G-teknologiassa

CRM (Customer Relationship Management) – asiakkuudenhallinta, strategioita ja järjestelmiä, joilla yritys pyrkii rakentamaan paremmat suhteet asiakkaisiinsa

DNS (Domain Name System) – nimipalvelujärjestelmä, joka muuntaa verkkotunnuksia IP-osoitteiksi

DSL (Digital Subscriber Line) – joukko tietoliikennetekniikoita, joilla data siirretään lankapuhelinverkon kaapelissa

ERP (Enterprise Resource Planning) – toiminnanohjausjärjestelmä, integroi yrityksen toimintoja, kuten tuotanto, jakelu, varastonhallinta, laskutus ja kirjanpito

Frame Relay – alueverkkotekniikka, jolla yhdistetään asiakkaan lähiverkkoja (reitittämiä) toisiinsa

HDX – Citrixin kehittämä teknologia, jonka ominaisuudet tuottavat ”high-definition” -kokemuksen etäkäyttäjälle laitteesta ja verkosta riippumatta HFC- (hybrid fibre-coaxial) verkot – laajakaistaverkot, missä käytetään valokuidun ja kuparikaapeleiden yhdistelmää, esimerkiksi kaapelitelevisio

HSPA+ (High Speed Packet Access) – 3G-matkapuhelinten pakettidatan siirtoprotokolla ja verkkoarkkitehtuuri

IaaS (Infrastructure as a Service) – pilvipalveluluokka, jossa asiakas maksaa palveluntarjoajalle virtuaalikonesaleista, muistista ja tietoliikenneyhteyksistä; asiakas huolehtii itse käyttöjärjestelmän perustamisesta ja sovellusten asennuksesta

IDS (Intrusion Detection System) – tunkeilijan havaitsemisjärjestelmä, joka asennetaan tietoverkkoon, verkkoon suuntautuvien hyökkäysyritysten havaitsemista varten

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) – kansainvälinen tekniikan alan järjestö

IKE (Internet Key Exchange) – IPsec-standardin protokolla, jota käytetään tietoturvan takaamiseksi etäverkkokommunikaatiossa esimerkiksi VPN-yhteyden kautta

IP (Internet Protocol) – protokolla, joka vastaa IP-pakettien toimittamisesta perille pakettikytkentäisessä verkossa

IPsec (IP Security Architecture) – joukko TCP/IP-perheen tietoliikenneprotokollia Internet-yhteyksien turvaamiseen

ISDN (Integrated Services Digital Network) – piirikytkentäinen puhelinverkkojärjestelmä, jolla digitaalista dataa ja puhetta siirretään tavallisissa puhelinlinjoissa

ISO (International Organization for Standardization) – kansainvälinen standardisointijärjestö

LAN (Local Area Network) – tietoliikenneverkko, joka toimii rajoitetulla maantieteellisellä alueella

LDP (Label Distribution Protocol) – protokolla, jonka avulla MPLS-konfiguroidut reitittimet vaihtavat tietoja reiteistä ja niiden leimoista

LTE (Long Term Evolution) – neljännen sukupolven (4G) matkapuhelinteknologia

MAN (Metropolitan Area Network) – yhden tai useamman kaupungin peittävä tietoliikenneverkko

MPLS (Multiprotocol Label Switching) – datasiirron tekniikka, jossa reititys perustuu verkkosolmujenvälisen linkkien leimaukseen

OSI (Open System Interconnection) – malli, joka jakaa tiedonsiirtoprotokollien operointia seitsemään kerrokseen

OTP (One-Time Password) – salasana, joka on validi vain yhden login-istunnon/transaktion aikana

PaaS (Platform as a Service) – pilvipalveluluokka, jossa asiakas saa palveluntarjoajalta alustan ja työkalut (esimerkiksi tietokannat, muisti, web-palvelimet ja käyttöjärjestelmät) ohjelmistojen kehittämiseen, ajamiseen ja hallintaan

PAN (Personal Area Network) – tiedonsiirtoverkko, jossa henkilökohtaiset elektroniset laitteet kommunikoivat keskenään

PDM (Product Data Management) – tuotetiedon hallinta, myös ohjelmistoympäristö, jolla keskitetysti hallitaan yrityksen tuotteisiin liittyvää tietoa

PLM (Product Life-Cycle Management) – tuotteen elinkaaren tiedonhallinta

PSK (pre-shared key) – avainkoodi, ennalta jaettu osapuolten välillä suojatun kanavan kautta myöhempää käyttöä varten

PSTN (Public Switched Telephone Network) – puhelinverkko, joka muodostuu useista piirikytkentäisistä verkoista ympäri maailmaa

QoS (Quality of Service) – tietoliikenteen luokittelu ja priorisointi, joka voi perustua sovelluksiin, käyttäjiin ja laitteisiin

RDP (Remote Desktop Protocol) – Microsoftin protokolla, joka tarjoaa käyttäjälle graafisen käyttöliittymän etätietokoneyhteyden muodostamisessa

RemoteApp – RDS:n (Remote Desktop Services) muoto, jolla etäsovellukset tuodaan käyttäjän päätelaitteisiin RDP-protokollan avulla, RemoteApp-sovelluksia käytetään samalla tavalla, kuin lokaalisti asennettuja ohjelmistoja

SaaS (Software as a Service) – pilvipalveluluokka, jossa asiakas hankkii pelkästään sovelluksen, joka jaetaan käyttäjille tietoliikenneyhteyden kautta

SSL (Secure Sockets Layer) myös TLS (Transport Layer Security) – salausprotokolla, jolla voidaan suojata tietoliikennettä IP-verkkojen yli

TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) – yhteisnimitys Internetissä käytettäville tietoliikenneprotokollille

Thin client (kevyt asiakaspiste) – riisuttu tietokone, jonka tarkoitus on palvella käyttäjää yhteysvälineenä tehokkaampaan tietokoneeseen (esimerkiksi virtuaalityöpöytään)

TIA/EIA (Telecommunications Industry Association / Electronic Industries Alliance) - joukko tietoliikennestandardeja, joka käsittelee tietoliikennejärjestelmien ja runkokaapeloinnin rakentamista liikerakennuksissa

UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) – kolmannen sukupolven (3G) matkapuhelinteknologia

WAN (Wide Area Network) – laajoja maantieteellisiä alueita peittävä tiedonsiirtoverkko

VDI (Virtual Desktop Infrastructure) – työpöytävirtualisointi, teknologia, joka erottaa työaseman ympäristön ja sovellukset fyysiseltä laitteelta, jolla niitä ajetaan

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) – IEEE 802.16 -standardiin perustuva kehityksen alla oleva langaton laajakaistateknikka

VLAN (Virtual LAN) – tekniikka, jolla fyysinen LAN-verkko jaetaan loogisiin osiin

VM (virtual machine) – virtuaalikone, ohjelmallisesti toteutettu tietokone/palvelin, joka käyttäytyy samalla tavalla kuin fyysinen laite

VPN (Virtual Private Network) – tekniikka, jonka avulla yrityksen verkon yhdistetään toisen verkkoon tai etälaitteeseen julkisen verkon yli muodostaen näennäisesti yksityisen verkon

VSAT (very small aperture terminal) – kaksisuuntainen lautasantenni, jota käytetään datasiirtoon satelliittiyhteyden avulla

1 JOHDANTO

Nykypäivänä monien yritysten toiminta kansainvälistyy yhä useammin. Ennen vanhaan kansainvälistä toimintaa harjoittivat etupäässä isot konsernit ja yritysketjut. Tämän päivän teknologiat tarjoavat monenlaisia edullisia kommunikointikanavia ja tiedonsiirron tekniikoita, joiden avulla pienten ja keskikokoisten yritysten toiminta globalisoituu jatkuvasti.

Tilastokeskuksen mukaan suomalaiset yritykset harjoittivat liiketoimintaa 4883 tytäryhtiössä 119 maassa vuonna 2012. Ulkomailla toimivat yritykset työllistivät yhteensä yli 570 000 henkilöä, niistä kaikkein eniten Euroopassa ja Aasiassa. (Tilastokeskus 2012.) Luvut ovat kasvussa ja ilmeisesti jatkavat kasvuaan tulevaisuudessakin.

Liiketoiminnan globalisointi nopeuttaa kansainvälisen kaupan kehitystä ja tarjoaa monia etuja. Se esimerkiksi mahdollistaa ulkomaalaisten asiantuntijoiden työllistämisen. Usein ulkomaalaiset työntekijät soveltuvat tehtäviin paremmin, koska tuntevat paikallisolosuhteet (kieli, työkuulttuuri) ja heidän työllistymien on myös edullisempi, kuin oman asiantuntijan lähettäminen ulkomaille, hänen kouluttaminen ja kulujen maksaminen.

Kansainvälistyminen tuo mukanaan myös monia haasteita. Yksi niistä on tuotetiedon hallinta. Jokaisessa tuotteiden ja palvelujen elinkaaren vaiheessa syntyy erilaisia tiedostoja (muun muassa dokumentteja, piirustuksia ja ohjeita). Tämä on tyypillistä kaikille tuotantoprosesseille riippumatta siitä, onko kyseessä kansallinen tai kansainvälinen yritys, mutta kansainväliselle yritykselle se on suurempi haaste monikielisyyden ja tietosuojausongelmien ansioista. Miten tuotetietoa voi hallita järkevästi hukkumatta suureen tiedostomäärään? Miten voidaan taata, että oikea tieto päätyy oikeiden henkilöiden käsiin? Millaisia työkaluja siihen löytyy?

Toinen iso haaste on yritysten tietoliikenneyhteydet. Nykyteknologiat mahdollistavat nopean tiedonsiirron melkein mihin tahansa maapallon pisteeseen kohtalaisen nopeasti. Mutta tuotetiedon laatu on myös tärkeä kriteeri. Jos kyseessä on esimerkiksi 3D-mallien siirto, tietoyhteyden laatuvaatimukset nousevat huomattavasti. Tämän lisäksi yritysten

yhteyksien tietoturva on todella tärkeässä roolissa. Millaisia autentikointi- ja salausteknikoita kannattaa käyttää? Miten voidaan taata tietojen laatu ja saatavuus ympäri maailmaa ajasta ja laitteesta riippumatta? Miten voidaan hallita eri käyttäjien käyttöoikeuksia?

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia yritysten tuotetietojen globaalin jakamisen haasteita ja ongelmien mahdollisia ratkaisuja. Ongelmia tutkitaan tuotetiedon hallinnan ja tietoliikenneyhteyksien osioiden kannalta, keräten yhteen tärkeimmät komponentit, joista tuotetietojen jakaminen koostuu.

Teoriaosuudessa on tietoa PDM (Product Data Management) -järjestelmän pääelementeistä ja toiminnoista. Tässä yhteydessä myös yleisellä tasolla käsitellään ERP (Enterprise Resource Planning) -järjestelmät ja PDM- ja ERP-järjestelmien integraatiota. Yritysten tietoliikenneyhteyksiä käsittelevässä luvussa puhutaan WAN-ratkaisuista, virtualisoinnista ja pilvipalveluista. Käytännön osuudessa selvitetään, miten tuotetiedon globaali jakaminen on toteutettu Oilon Oy:ssä, mitä järjestelmiä, ohjelmistoja ja työkaluja käytetään tuotetiedon hallintaan ja miten yrityksen tietoliikenne on järjestetty Suomen sisä- ja ulkopuolella. Yhteenvedossa pohditsellaan työn tuloksia ja ongelmien mahdollisia ratkaisuja.

2 TUOTETIEDON HALLINTA – PDM

2.1 Tuotetieto ja sen käsittelytavat

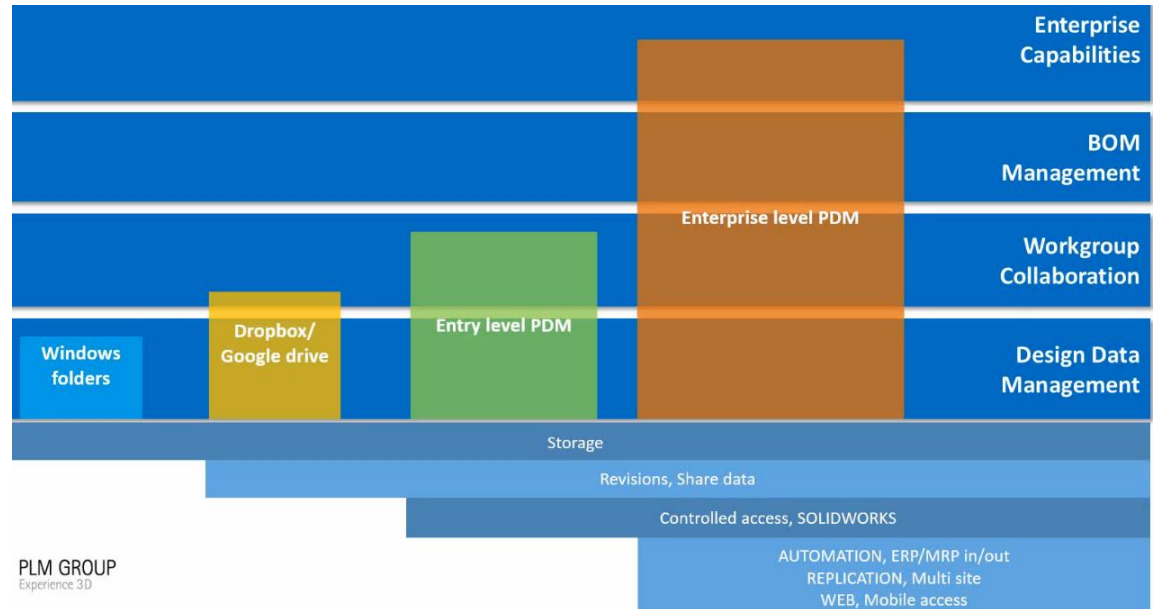
PDM (Product Data Management) on kokonaisuus toimintoja ja prosesseja joka IT-resurssien avulla mahdollistaa tuotetietojen varastoinnin, seurannan, jakamisen ja käsittelyn. PDM sisältää työkaluja ja tekniikoita kaikkien tuotetietojen keskitettyyn tallentamiseen ja hallintaan. PDM-järjestelmään kuuluvat laitteistot, ohjelmistot, tietokannat ja tietoliikenne-ratkaisut, joiden tarkoituksena on tallentaa ja ylläpitää erityyppistä tuotetietoa (muun muassa piirustukset, osaluettelot, projektisuunnitelmat) aina lanseerausvaiheesta käyttöönottoon. Järjestelmä mahdollistaa työvaiheiden seurannan ja tuotetietojen jakamisen verkossa. (Technopedia 2016.)

Laajasti ymmärrettynä tuotetiedolla tarkoitetaan kaikkia tuotteisiin liittyviä tietoja, kuten piirustukset, 3D-mallit, esitteet, valmistusohjeet, materiaalilaskelmat, testaustulokset, tilaukset, tuoterakenteet, osaluettelot, laskut ja hinnastot. Tuotetiedon hallinnan yhteydessä kuitenkin tuotetiedolla tarkoitetaan ennen kaikkea tuotteisiin liittyviä teknisiä tietoja, muun muassa tiedostojen versioita ja metatietoja. Yleensä PDM-järjestelmä käsittelee tuotesuunnittelun tuottamia tietoja eikä esimerkiksi tilaus- ja toimitusprosesseihin tai hinnoitteluun liittyviä tietoja. (Peltonen, Martio & Sulonen 2002, 9 – 10.)

Tässä opinnäytetyössä tuotetiedolla tarkoitetaan nimenomaan digitaalista tietoa. Nykymaailmassa digitaalitiedon arvo on kasvanut merkittävästi. Jo ennen tuotteen valmistusprosessin käynnistymistä syntyy paljon erityyppistä tuotteeseen liittyvää dataa, joka pitää pystyä käsittelemään, hallitsemaan ja jakamaan. Voi sanoa, että jo suunnitteluvaiheesta lähtien tuotteella on niin sanottu ”digitaalihaksonen”, joka on yhtä tärkeä kuin oikea fyysinen tuote. (Nilsson 2016.)

Tämän päivän yhteiskuntaa voi kutsua tietoyhteiskunnaksi. Melkein kaikki prosessit (tuotteiden ja palveluiden tuottaminen, kauppa) ovat

digitalisoituja. Yrityksen kilpailukyky ja menestys markkinoilla pitkälti riippuu siitä, miten tehokkaasti yrityksessä osataan hallita tuotetietoja, mitä työkaluja siihen käytetään. Kuviossa 1 on esitetty tuotetiedonkäsittelyn mahdolliset tasot ja vaihtoehdot.



KUVIO1. Tuotetiedonkäsittelyvaihtoehtoja (Nilsson 2016)

Tuotetietoa voidaan tallentaa ja hallita erilaisten työkalujen avulla:

- Windows-kansiot: Tiedostot tallennetaan paikallisesti työasemalla. Tämä vaihtoehto sopii vain siinä tapauksessa, jos tiedostojen jakamiseen ja versiointiin ei ole tarvetta ja voi olla käytössä korkeintaan kahden hengen pienissä yrityksissä.
- Dropbox / Google Drive: Tiedostot tallennetaan pilvessä. Nämä ohjelmistot ovat hyviä työkaluja pienten ryhmien työskentelyyn, mutta keskitetty versioiden hallinta ja tietojen etsintä ovat haastavia, eivätkä yllämainitut ohjelmistot tue kaikkia tiedostotyyppisiä.
- Lähtötason PDM (Entry level PDM): Tällä tasolla minimoidaan suurimmat riskit. Revisioiden hallinta vähentää väärään revision käytön riskiä. Tiimityöskentelyn koordinointi

poistaa ylikirjoittamisen mahdollisuuden. Tiedon etsintä helpottuu moninkertaisesti. Tämän tason PDM-järjestelmiä käytetään vain tuotteen suunnitteluvaiheessa, niitä ei ole integroitu muihin yrityksen tärkeisiin järjestelmiin.

- Yrityksen tason PDM (Enterprise level PDM): PDM/PLM (Product Lifecycle Management) -järjestelmä vaikuttaa koko yrityksen tehokkuuteen. Työprosessin automatisointi ja standardisointi säästävät aikaa ja vähentävät virheitä. SQL- ja Web-palvelinten käyttö sekä replikointi mahdollistavat järjestelmien skaalautuvuuden. Erityyppisten tiedostojen tuottaminen ja hallinta ovat helppoja. Järjestelmä on integroitu muihin yrityksen järjestelmiin, esimerkiksi ERP:iin. (Nilsson 2016.)

Tuotetiedonhallinnan tavat ja työkalut valitaan jokaisella yrityksellä omien tarpeiden ja mahdollisuuksien mukaan, mutta yrityksen tason PDM on ajankohtaisin ja tehokkain tapa hallita dataa yrityksessä ja siihen tietohallinnan tasoon jokaisen varsinkin globaalisti toimivan yrityksen on tähdättävä toiminnassaan.

PDM-järjestelmän päätehtävien mukaan tuotetiedonhallinta voidaan jakaa seuraaviin alueisiin:

- nimikkeiden hallinta
- dokumenttien hallinta
- tuoterakenteiden ja muutosten hallinta (Peltonen ym. 2002, 10).

2.2 Nimikkeiden hallinta

Tuotetiedon hallinta on pääosin nimikkeiden hallintaa. Nimikkeeksi voidaan kutsua mitä tahansa tuotetiedonhallinnan kannalta itsenäistä ”yksilöä”. Nimikkeisiin voi kuulua esimerkiksi fyysiset tuotteet (kokoontuotot, osat, komponentit, standardiosat, varaosat), palvelut, toiminnot (projektit, työvaiheet) ja sidosryhmät (asiakkaat ja toimittajat).

Käytettävien nimikkeiden valinta on kuitenkin yrityskohtainen. (Peltonen ym. 2002, 15.)

Jokaisella nimikkeellä on oltava identifioiva tunniste, joka koostuu kahdesta osasta: määrämuotoinen tunniste eli koodi (yleensä juokseva numerosarja) ja vapamuotoinen tunniste eli kuvaus. Toinen nimikkeen perusmääritelmistä on attribuutti eli nimikkeen ominaisuuksia kuvaava tieto. Jotkut attribuutit ovat sisäänrakennettuja PDM-järjestelmään ja ovat pakollisia kaikille nimikkeille. Tämän lisäksi on joukko vaihtelevia attribuutteja, jotka riippuvat nimikkeiden tyypistä. Attribuuttien kuvaavaa tietoa kutsutaan myös metadataksi. Attribuuttien käsittelyn helpottamiseksi PDM-järjestelmissä käytetään valintalistoja (esimerkiksi tietyn komponentin väri tai koko) ja attribuuttien arvotyyppejä, jotka kuvaavat, mitkä arvot attribuuteille voi antaa. Kansainvälisillä yrityksillä attribuuttien kuvauksen pitää pystyä antamaan useilla kielillä. Myös yrityksen sisällä on oltava tarkkana nimikkeiden ja attribuuttien kuvauksessa: esimerkiksi on sovittava, käytetäänkö kuvauksena sanaa "pultti" tai "kuusioruuvi", onko dokumentin tekijän nimeksi laitettu "Matti Virtanen" tai "M. Virtanen" (joka kerta on käytettävä samaa nimeämistapaa). (Peltonen ym. 2002, 15–16, 20, 25–26.)

2.2.1 Nimikkeiden luokittelu

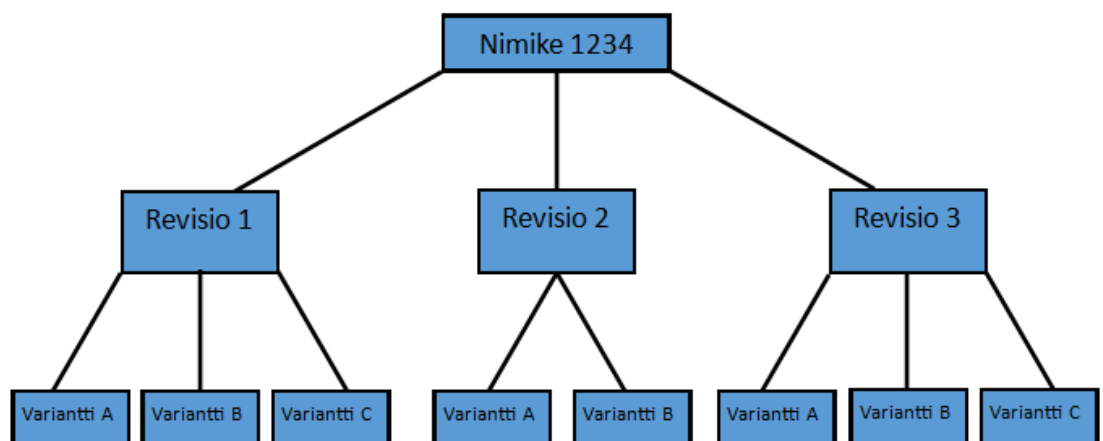
Pk-yrityksessä voi olla yli 100 000 nimikettä, jokaiseen nimikkeeseen voi liittyä kymmeniä tai jopa satoja attribuutteja. Tällöin nimikkeiden nopea löytäminen on todella tärkeä toiminto. (Peltonen ym. 2002, 28, 45–46.)

Haun helpottamiseksi nimikkeitä voi ryhmittää. Nimikkeitä haetaan joko tiettyjen attribuuttien mukaan (kuten tunniste, luontipäivä) tai järjestetään hierarkkisiin luokkiin. Esimerkiksi kaikki ruuvit kuuluvat standardiosien luokkaan. (Peltonen ym. 2002, 28, 45–46.)

2.2.2 Nimikkeiden versiointi

Yrityksen tuotteissa välillä tapahtuu muutoksia. Syitä muutoksiin voi olla monenlaisia: muutoksia tuotantoprosessissa, uudet markkina-alueet, uudet varaosien toimittajat. Tuotemuutokset aiheuttavat nimikkeiden muutoksia. Versiointi on jokaisen PDM-järjestelmän tärkeä osio. Versiointia määrittelevät termit ovat ”revisio” ja ”variantti”. Kun nimikettä muutetaan niin, että uusi versio korvaa vanhan, kyseessä on nimikkeen uusi revisio. Uuden revision täytyy täyttää fff-periaatetta (form, fit and function), eli uuden version on korvattava vanhan muodon, toimintojen ja yhteensopivuuden kannalta. Uutta revisiota voi käyttää missä tahansa vanhan revision paikalla, mutta vanhaa revisiota ei välttämättä voi käyttää uuden tilalla. Jos uutta revisiota ei voi käyttää vanhan tilalla, kyseessä ei ole nimikkeen revisio, vaan kokonaan uusi nimike. (Peltonen ym. 2002, 32–34.)

Variantit sen sijaan ovat saman nimikkeen rinnakkaisia hieman toisistaan eroavia vaihtoehtoja. Toisin kuin revisiot, variantit eivät ole käytössä kaikissa yrityksissä eivätkä läheskään kaikissa tuotteissa. Tuotannossa nimikkeellä voi olla sekä revisiot että variantit käytössä (kuvio 2). (Peltonen ym. 2002, 38.)



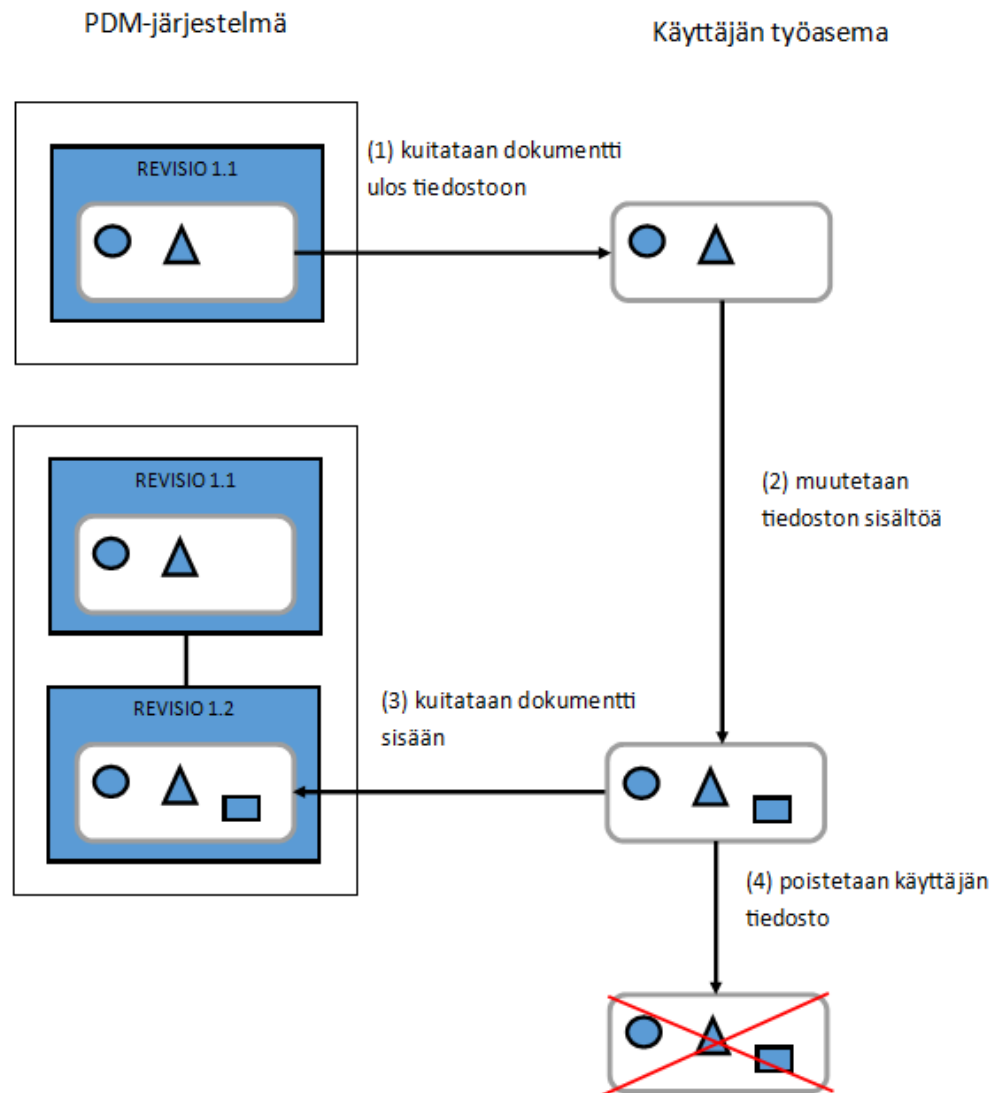
KUVIO 2. Nimike-revisio-variantti-hierarkia (Peltonen ym. 2002, 38)

2.3 Dokumenttien hallinta

Dokumentteja voidaan käsitteellä eräänlaisiksi nimikkeiksi, eli yllämainitut nimikkeiden ominaisuudet, kuten tunnisteet, attribuutit, luokittelu ja versiointi koskevat myös dokumentteja. Muista nimikkeistä dokumentit eroavat sillä, että attribuuttien lisäksi dokumenteilla on sisältö, jota voidaan käsitellä PDM-järjestelmän ulkopuolella tavallisena tiedostona. (Peltonen ym. 2002, 47.)

Yleensä PDM-järjestelmällä hallitaan teknisiä dokumentteja, kuten 3D-mallit, piirustukset, kokoonpano- ja testausohjeet, tekniset tiedot, huolto- ja varaosaohjeet, mutta jokainen yritys päättää PDM:ssä käsiteltävistä dokumenteista omien toimintaominaisuuksien mukaan. Dokumentteja ja nimikkeitä voi linkittää toisiinsa. Saman nimikkeeseen voi liittää useita dokumentteja, esimerkiksi valmistumispiirustus ja asennusohje. Vastaavasti sama dokumentti voi olla linkitetty useampiin nimikkeisiin, esimerkiksi turvamääräys. (Peltonen ym. 2002, 47–48.)

PDM-järjestelmä mahdollistaa dokumentin avaamisen ja muokkaamisen erilaisilla työkaluilla, esimerkiksi CAD-ohjelmilla. Dokumentin sisällön muokkaamista varten käytetään check-out- ja check-in-toimintoja. Check-out-toiminnon avulla dokumentti kuitataan ulos PDM-järjestelmästä. Silloin dokumentti pystytään avaamaan ja siihen tehdään muutoksia käyttäjän työasemalla sopivalla ohjelmalla. Kun tarvittavat muutokset on tehty, dokumentti kuitataan PDM-järjestelmään sisään check-in-toiminnolla. Tämän jälkeen käyttäjän tietokoneella olevaa tiedostoa ei enää pystyisi muuttamaan. Tätä varten dokumentti hävitetään käyttäjän tietokoneelta sisäänkuittauksen yhteydessä tai laitetaan lukutilaan. Eri käyttäjät eivät pysty tekemään muutoksia dokumenttiin samanaikaisesti. Jos dokumentti on kuitattu järjestelmästä ulos, sen muokkaaminen on lukittu muilta käyttäjiltä. Kun dokumentti kuitataan PDM:ään sisään, syntyy dokumentin uusi versio eli revisio (kuvio 3). (Peltonen ym. 2002, 49–53.)



KUVIO 3. Uuden revision luonti automaattisesti dokumentin sisäänkuittauksen yhteydessä (Peltonen ym. 2002, 53)

Check-out-toiminnon yhteydessä PDM-järjestelmä automaattisesti avaa dokumentin käyttäjän tietokoneella sopivalla ohjelmalla muokkaamista varten. Myös check-in- ja check-out-toiminnot on yleensä lisätty suunnittelutyökaluihin järjestelmänkäyttöä helpottamiseksi. Tämä on mahdollista PDM- ja CAD-järjestelmien ohjelmointirajapintojen API (Application Programming Interface) integraation avulla. (Peltonen ym. 2002, 51.)

Kuitenkin käyttöoikeuksien mukaan eivät kaikki järjestelmän käyttäjät voi tehdä muutoksia kaikkiin dokumentteihin. Tämä tarkoittaa, että PDM-

järjestelmässä dokumenteilla voi olla eri esitysmuodot. Muokattavan muodon lisäksi on katseluesitysmuoto dokumentin katselua ja tulostusta varten, esimerkiksi PDF- tai HTML-formaatissa. (Peltonen ym. 2002, 49.)

2.4 Tuoterakenteiden hallinta

Kuten edellä mainittiin, nimikkeiden välillä on monenlaisia yhteyksiä. Tuoterakenne on yksi tapa käsitteellä tuotetta, siihen kuuluvia alikokoonpanoja ja osia ja niiden välisiä yhteyksiä. Fyysisten komponenttien lisäksi tuoterakenne voi sisältää työvaiheita, palveluita, ja dokumentteja. Fyysiset komponentit voi olla autonomisia (ruuvi), osista koostuva komponentteja (alukokoonpanot) tai materiaalia. Tuoterakenteet esitetään osaluettelon avulla. Yleensä osaluettelo sisältää seuraavat tiedot tuotteen komponenteista:

- juokseva numero ja / tai positiokoodi, joka vastaa osien numerointia komponenttien piirustuksissa
- komponentin tunniste (nimikekoodi)
- komponentin nimi / kuvaus
- valmistaja / tekniset tiedot
- standardi / materiaali
- määrä / mittayksikkö. (Peltonen ym. 2002, 60–62.)

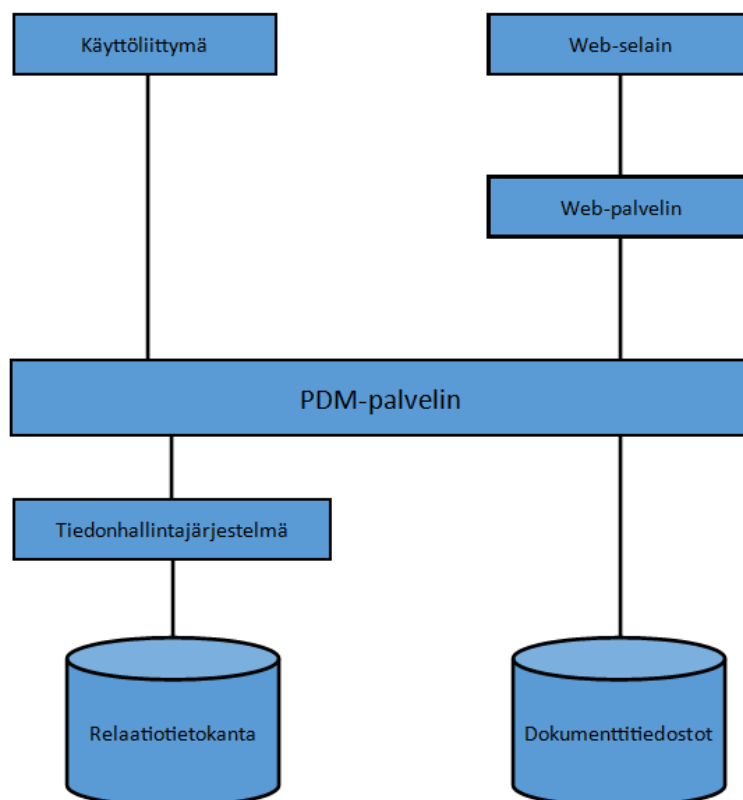
Samasta tuoterakenteesta usein on olemassa monta näkymää. Esimerkiksi yksi näkymä käsittelee tuotteen mekaaniset komponentit ja osat ja toinen esittää vain sähköiset ja elektroniset komponentit. (Peltonen ym. 2002, 64–65). Tuoterakenteet on perustettava yhtenäisen logiikan mukaan tiedonhallinnan ja hakemisen selkeyttämiseksi ja helpottamiseksi. On myös kiinnitettävä huomiota siihen, miten komponenttien muutokset vaikuttavat tuoterakenteisiin. Komponentin uuden revision julkaisun jälkeen PDM-järjestelmä korvaa vanhan komponentin sen uudella versiolla kaikissa rakenteissa, joissa komponenttia on käytetty.

Tuoterakenteiden ja muutosten hallinta PDM-järjestelmässä on mahdollista myös työnkulun (workflow) ja projektien hallinnan avulla.

Työnkulku-toiminta määrittelee työvaiheet ja niiden väliset tilat toistuvia tehtäviä varten. Työkulun kaaviosta näkee, missä vaiheessa kyseinen työ on ja ketkä ovat tehtävän suorituksesta vastuussa tällä hetkellä (Peltonen ym. 2002, 75–76). Projektityökalun avulla vuorostaan pystyy linkittämään tietyt henkilöt ja tuotteet tiettyihin projekteihin, sillä datan hakeminen ja käsittely yksinkertaistuvat. Samalla tämä työkalu ratkaisee pääsyoikeuksien ongelman: käyttäjät pääsevät käsiksi vain niihin tiedostoihin joiden käsittely kuuluu heiden työnkuvaan.

2.5 PDM-järjestelmän rakenne

PDM-järjestelmät on rakennettu relaatiotietokantojen päälle. Muut järjestelmän pääkomponentit ovat PDM-palvelin ja käyttöliittymä. Käyttöliittymä on graafinen asiakasohjelma, joka lähettää palvelupyynnöjä PDM-palvelimelle, jossa tietokantaan tallennettuja tietoja käsitellään. Usein tietokantaan tallennetaan vain attribuuttitiedot. Dokumenttien sisällöt sen sijaan on tallennettu tavallisiin tiedostoihin, jotka on suojattu sillä tavalla, että normikäyttäjä pysty käsittelemään niitä vain PDM-järjestelmän kautta. Myös PDM-järjestelmässä voi olla yksinkertaisempi Web-pohjainen käyttöliittymä, joka on pääosin tarkoitettu käyttäjille, joilla on vain lukuoikeus järjestelmän tiedostoihin. Yksinkertaistettu PDM-järjestelmän rakenne on esitetty kuviossa 4. (Peltonen ym. 2002, 105–106.)



KUVIO 4. PDM-järjestelmän rakenne (Peltonen ym. 2002, 105)

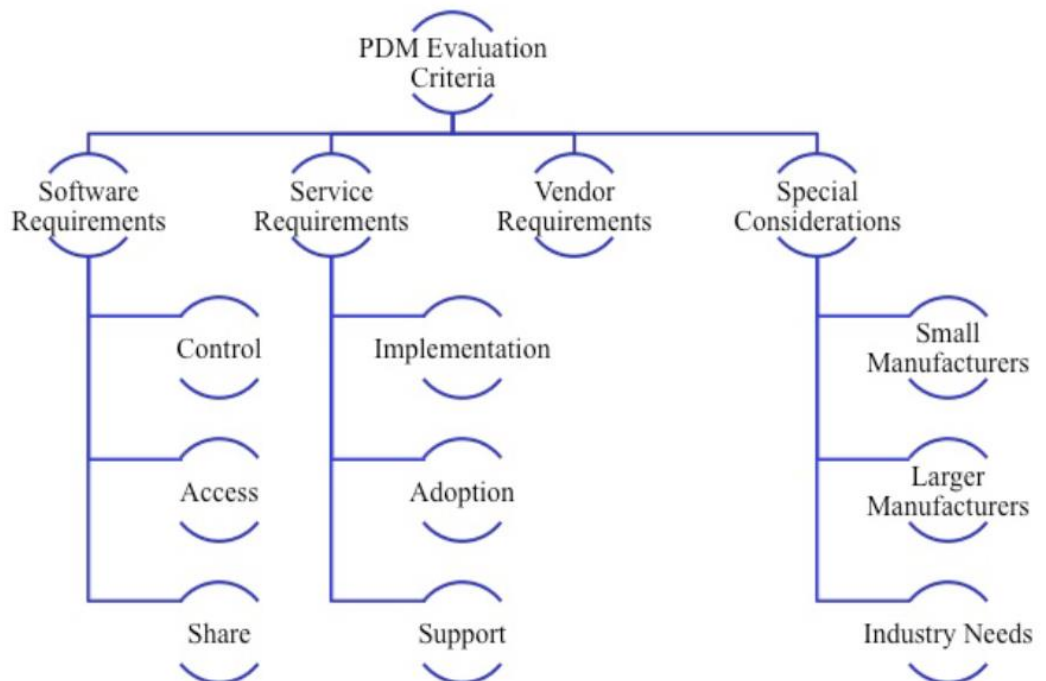
PDM-järjestelmät myös mahdollistavat tietojen hajautusta. Hajautetussa järjestelmässä tietokannantiedot tallennetaan keskitetysti, mutta eri dokumenttien sisällöt tallennetaan eri koneisiin. Nimenomaan dokumenttien sisällöt muodostavat suurimman tietoliikennekuorman palvelimen ja asiakkaan välissä, minkä takia tiedostot on parempi tallentaa lähelle käyttäjiä. Hajauttaminen nopeuttaa tietojen käsittelyä varsinkin silloin kun järjestelmän käyttäjät ovat maantieteisesti kaukana toisistaan. (Peltonen ym. 2002, 106.)

PDM-järjestelmät voivat tukea replikointia, eli tietojen tallentamista eri tietokantoihin. Silloin samasta tiedostosta voi olla kopioita useassa tietokannassa. Tietoa haetaan lähimmästä kannasta, mikä nopeuttaa hakua huomattavasti. Samalla tämä tekee järjestelmän monimutkaisemmaksi, koska pitää huolehtia kaikkien kopioiden päivittämisestä. (Peltonen ym. 2002, 106.)

2.6 PDM-järjestelmän valinta

PDM-järjestelmän avulla yritys toteuttaa tuotetietojen keskitetyn hallinnan, saatavuuden ja jakamisen. Oikean järjestelmän valinnalla on suuri positiivinen vaikutus yrityksen tuottavuuteen, tuotannon kannattavuuteen ja tuotteiden kilpailukykyyn. (Brown 2013, 3.)

Markkinoilla on tarjolla monenlaisia PDM-ratkaisuja. Oikean PDM-järjestelmän valintaan ei ole olemassa valmiita ohjeita, vaan jokaisen yrityksen on selvitettävä, mikä olisi juuri niille sopivin vaihtoehto. Kuviossa 5 on esitetty perusarviointikriteerit, joita voi käyttää apuna PDM-järjestelmän valinnan yhteydessä. (Brown 2013, 3.)



KUVIO 5. PDM-järjestelmän arviointikriteerit (Brown 2013, 3)

Kuvassa arviointikriteerit on jaettu neljään alueeseen:

- Ohjelmistovaatimukset määrittävät millä tasolla järjestelmässä ovat toteutettu tuotetietojen hallinta, saatavuus ja jakaminen, miten vältetään virheet, kuten tiedostojen ylikirjoittaminen ja väärän version käyttö.

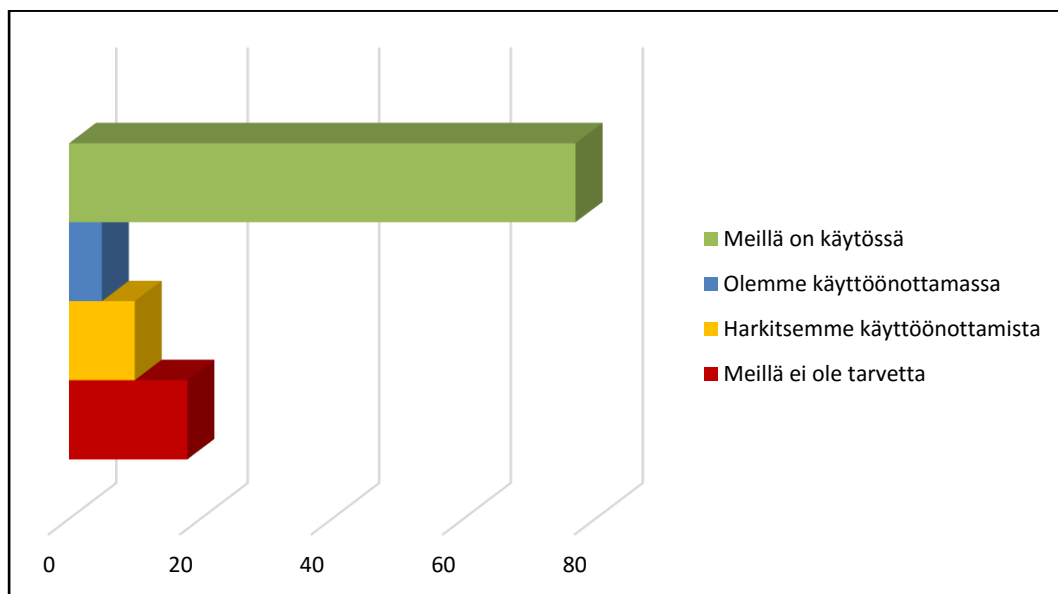
- Palveluvaatimukset kertovat järjestelmän käyttöönotosta, päivittäiskäytöstä ja tuesta, siihen liittyvistä koulutuksista ja kustannuksista.
- Toimittajan vaatimukset määrittävät millä ehdoilla järjestelmä hankitaan, osallistuuko toimittaja yrityksen henkilökunnan koulutukseen ja tarjoaako se ohjelmistojen tukea käyttöönoton jälkeen.
- Erikoisvaatimukset riippuvat yrityksen koosta ja muista ominaisuuksista. Myös alankohtaiset vaatimukset on otettava huomioon.

PDM-järjestelmän hankinta on aina suuri investointikohde yritykselle. Sen takia PDM-järjestelmän valinnassa täytyy ajatella paitsi tämän hetken tilannetta ja vaatimuksia myös tulevaisuutta. Uuden järjestelmän on hyvä tarjota skaalautuvuus- ja kasvumahdollisuudet yritykselle. Monet yritykset aloittavat lähtötason PDM-järjestelmän implementoinnilla ja sitten yrityksen kasvun ja vaatimusten muutoksen myötä järjestelmä kehitetään yrityksen tason PDM:ään eli PLM-järjestelmään asti. (Brown 2013, 4 – 5.)

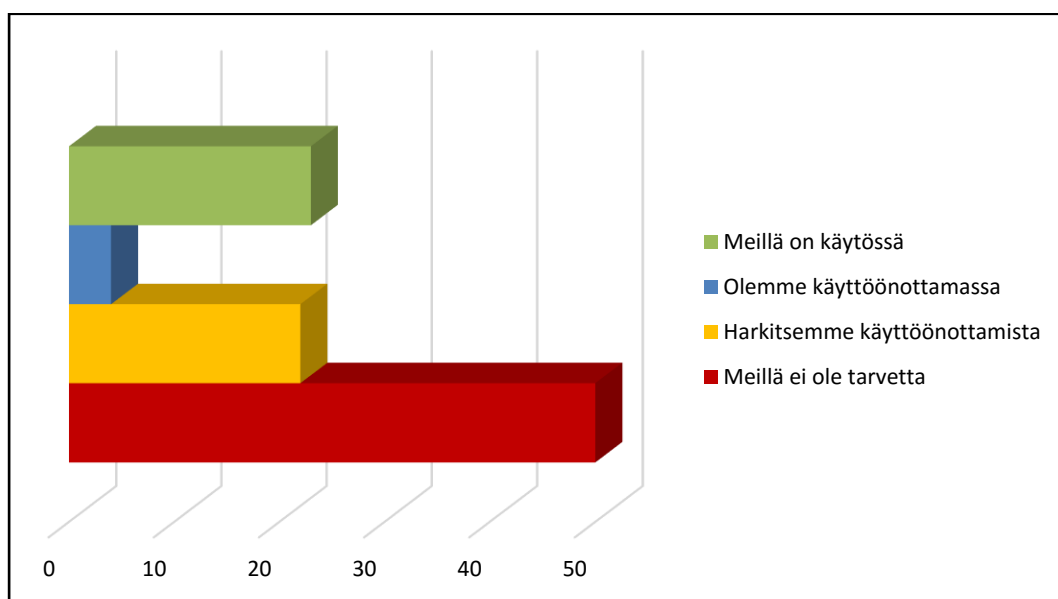
2.7 PDM-järjestelmien käyttö Suomessa

CAD/CAM-yhdistyksen tutkimuksien mukaan vuonna 2013 PDM- / PLM-järjestelmiä oli käytössä 47 % suomalaisissa yrityksissä. Edellisen vuoden verrattuna tämä lukema on noussut 6:lla %. Lähes 80:lla % yli 500 henkilöä työllistävillä yrityksillä on PDM- / PLM-järjestelmä käytössä (kuviot 6). Pienissä 1 – 20 henkilöä työllistävissä yrityksissä vain vähän yli 20:lla % yrityksillä on PDM-järjestelmä (kuviot 7).

Taulukosta 1 löytyy Suomen markkinoilla olevat PDM-ratkaisut ja niiden toimittajat. Kuviot 8 esittää käytetyimmät PDM-järjestelmät Suomessa vuonna 2013. Suosituimmat PDM-järjestelmät sinä vuonna olivat muun muassa Aton (32 % käyttäjä), Enovia ja muut Dassault Systemesin tuotteet (yhteensä 16 % käyttäjä) ja SAP PLM.



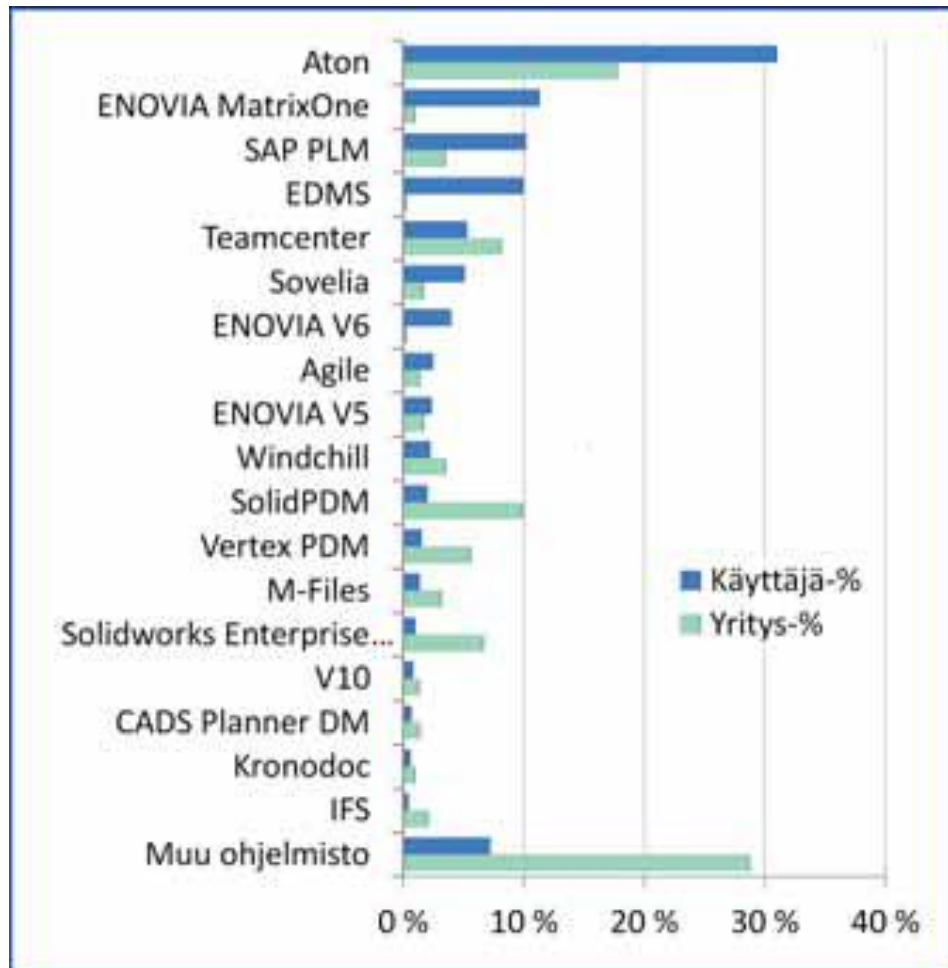
KUVIO 6. PDM- / PLM-järjestelmien tilanne yli 500 henkilöä työllistävissä yrityksissä (Innala 2013, 64)



KUVIO 7. PDM- / PLM-järjestelmien tilanne yli 1 – 20 henkilöä työllistävissä yrityksissä (Innala 2013, 64)

TAULUKKO1. PDM- / PLM-järjestelmät ja toimittajat Suomessa (J/Rocky Oy 2016)

PDM/PLM-JÄRJESTELMÄT (sisältää dokumenttien hallinnan)	
Järjestelmä	Toimittaja Suomessa
Aton	Modultek Oy
Enovia, 3D Platform	Technia Finland Oy
SAP PLM	SAP Finland Oy
Aras	Fulvisol Oy
Agile	Logica / CGI
Autodesk PLM 360	MekSystems Oy
C-Care	Cieltum Oy
RD Pilvi	RD Velho Oy
Share-a-space	Eurostep Oy
SolidPDM	Modultek Oy
SolidWorks PDM	PLM Group Oy
Sovelia	Symetri Oy
Teamcenter	Ideal Product Data Oy
VariPDM	Variantum Oy
Vertex Flow	Vertex Systems Oy
Windchill	PDSVision Oy / Econocap Oy



KUVIO 8. PDM- / PLM-järjestelmien käyttö Suomessa (Innala 2013, 64)

2.8 PDM-integraatio toiminnanohjausjärjestelmän kanssa

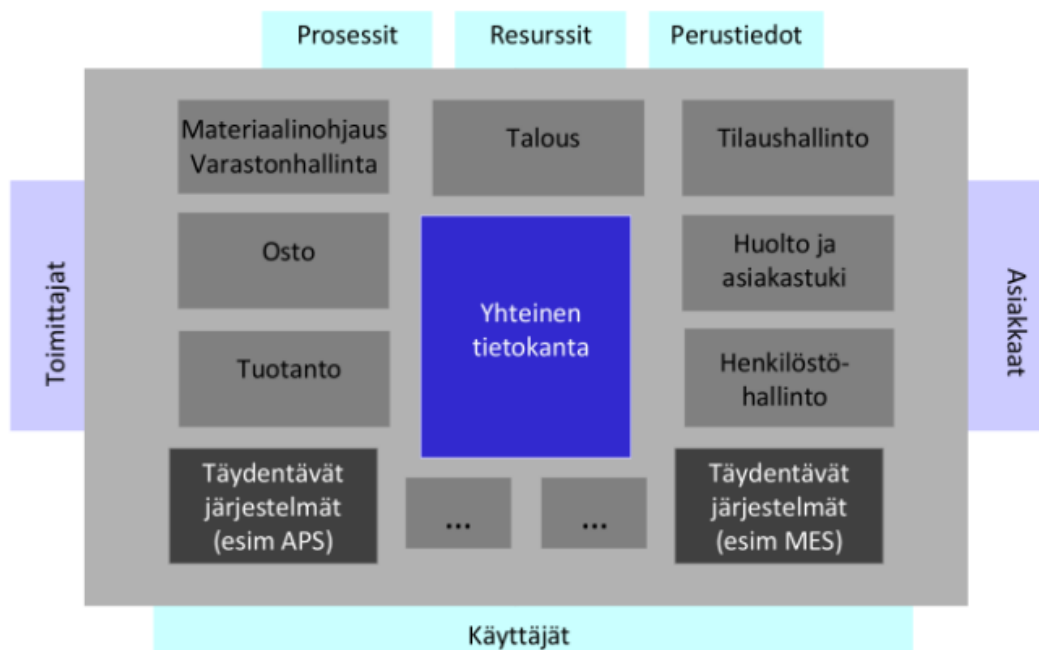
Tässä opinnäytetyön osiossa tutkimuksen pääaiheena ovat PDM-järjestelmät ja niiden ominaisuudet. Siksi käydään toiminnanohjausjärjestelmän käsite läpi hyvin yleisellä tasolla.

Luvussa tutkitaan PDM- ja ERP-järjestelmien työnjakoa ja järjestelmäintegraation implementointitavat. Tämän lisäksi selvitetään PDM- ja ERP-järjestelmien integraation merkittävyys yritykselle.

2.8.1 ERP-järjestelmät

ERP (Enterprise Resource Planning, suomennettuna toiminnanohjausjärjestelmä) on tietojärjestelmä, joka automatisoi ja

yhdistää yrityksen liiketoiminnan osa-alueita keskenään. ERP-järjestelmien avulla voidaan hallita kaikkia yrityksen liiketoimintoja (Tammela 2015). Tyypillisesti ERP koostuu toisiinsa integroiduista moduuleista eli sovelluksista, jotka käyttävät yhteistä tietokantaa. Moduulien kokonaisuus vaihtelee järjestelmän käyttötarkoituksesta ja yrityksen koosta riippuen, mutta yleensä ne kattavat ainakin seuraavat toiminnot: myynti, tuotanto, projektihallinta, henkilöstöhallinto, logistiikka, materiaalihallinto sekä taloushallinto. (Lahti & Salminen 2014, 40.) Erilaisia moduuleita voi ottaa käyttöön tarpeen mukaan vaihteittain. Jotkut tärkeät toiminnot eivät välttämättä löydy järjestelmästä. Silloin käytetään räätälöityjä ratkaisuja, eli ERP:iin liitetään erillissovelluksia, jotka hyödyntävät järjestelmän tietoa, esimerkiksi APS (Advanced Planning & Scheduling, toimitusketjun ja tuotannonsuunnittelu) ja MES-järjestelmät (Manufacturing Execution System, tuotannon kuormituksen ja valmistuksenohjaus), raportoinnin ja palkkahallinnon osasovellukset. (Logistiikan Maailma 2016.)



KUVIO 9. ERP-järjestelmän rakenne (Logistiikan Maailma 2016)

Taloushallinto on ERP-järjestelmässä keskeisessä roolissa.

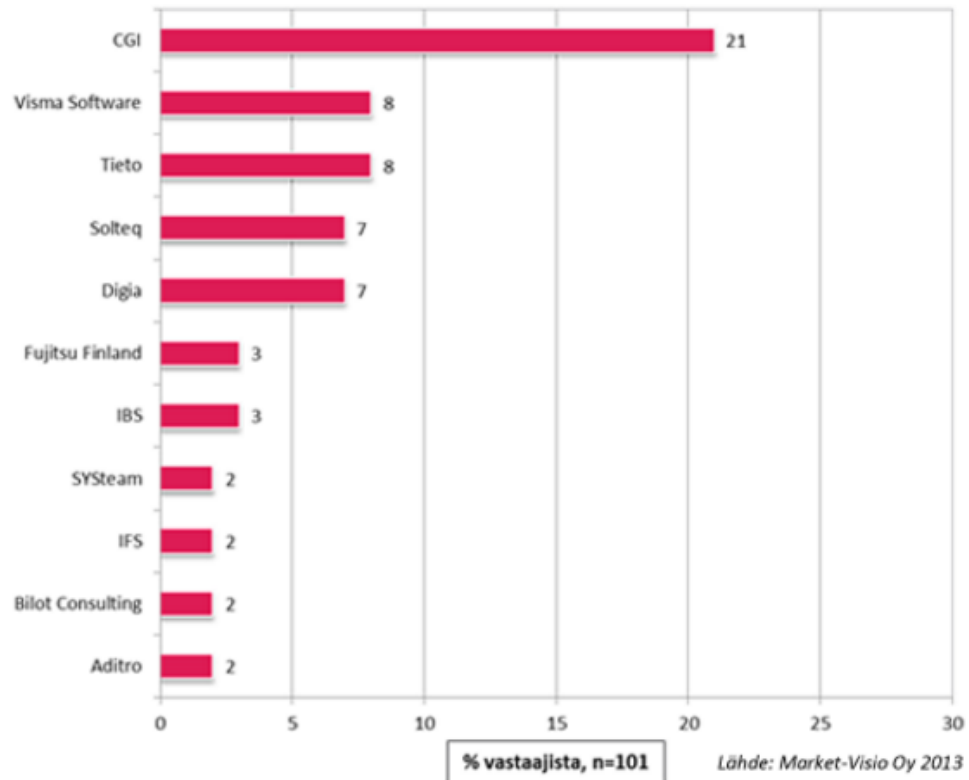
Taloushallintomoduulin perustiedoissa määritellään iso kokonaisuus

ohjaustietoja (master data), jotka vaikuttavat muihin moduuleihin ja toimivat ohjaavina parametreina niissä. Ohjaustietoja ovat esimerkiksi organisaatorakenne, tilikartta, kustannuspaikka ja muut seurantakohtetiedot. (Lahti & Salminen 2014, 40.)

ERP-järjestelmän päätavoitteet ovat yrityksen liiketoiminnan tehostaminen ja tuottavuuden parantaminen. ERP:n tuottamia hyötyjä ovat muun muassa seuraavat:

- nopea tiedonkulku, tietojen reaaliaikaisuus
- toiminnan automatisointi
- tuotannon ja toimituksen virheiden minimointi
- työntekijöiden ja asiakkaiden tyytyväisyys
- palvelujen ladun parantaminen
- kilpailukyvyin nostaminen. (Tammela 2015.)

Suurten yritysten keskuudessa ERP-järjestelmät ovat yleistyneet 1990-luvulla ja 2000-luvun alusta markkinoille tulivat omat ratkaisut myös keskisuurille yrityksille (Lahti & Salminen 2014, 40). Vuonna 2013 Marketvision tehdyn tutkimuksen mukaan alle 500 hengen suomalaisissa organisaatioissa useimmin käytössä olevat ERP-järjestelmät ovat SAP SE ja MS Dynamix AX. Muut käytössä olevat ERP-ratkaisut ovat muun muassa Digia Enterprise, V10, Visma L7 ja MS Dynamics NAV. ERP-järjestelmien toimittajien listan kärjessä on CGI-yhtiö, joka on vahvassa roolissa sekä ERP-järjestelmien implementoijana että ylläpitäjänä ja kehittäjänä. Muut Suomen ERP-ratkaisujen toimittajat ja ylläpitäjät löytyvät kuvioista 10. (Marketvisio 2013.)



KUVIO 10. ERP-järjestelmien palveluntarjoajat ja konsultit Suomessa (Marketvisio 2013)

2.8.2 PDM-ERP-integraatio

Nykyään yrityksissä tehokkaaseen ja kilpailukykyiseen toimintaan tarvitaan toimivat ERP- ja PDM-järjestelmät. Järjestelmien välinen kommunikaatio tapahtuu integraatioiden kautta. Integraatio voidaan toteuttaa eri tavoin. Yksi tapa on tekstitiedostoon siirtoon perustuva integraatio, missä yhden järjestelmän tiedot kirjoitetaan tekstitiedostoon (esimerkiksi xml-tiedostoon) ja tallennetaan tiettyyn paikkaan, josta toinen järjestelmä osaa lukea tiedon. Vaativampi tapa on API (Application Programming Interface) -integraatio, joka toteutetaan järjestelmien ohjelmointirajapintojen avulla. Esimerkiksi ERP:n API voi sisältää toimintoja, joiden avulla PDM-järjestelmä käsittelee ERP:iin tallennettuja tuoterakenteita. Vielä yksi integraatiotapa perustuu siihen, että järjestelmät hakevat tietoja toistensa tietokannoista ja päivittävät kantojen tietoja. Tämä tapa vaatii erityistä varovaisuutta, koska järjestelmän tietokannan päivitys ulkopuolisilla

ohjelmilla vahingossa voi ”rikkoa” järjestelmän rakennetta. (Peltonen, ym. 2002, 108.)

Integraatioita implementoitaessa on tärkeää määritellä työnjako PDM:n ja ERP:n välissä. Monia tuotetietoja käytetään sekä PDM- että ERP-järjestelmissä. On päätettävä jokaisen tiedon kohdalta, missä järjestelmässä tieto muutetaan ja miten tieto siirtyy järjestelmästä toiseen. Järjestelmää, missä tietoa voidaan muokata, kutsutaan tämän tiedon pääjärjestelmäksi tai masteriksi. PDM-järjestelmien päätehtävät ovat dokumenttien ja nimikkeiden hallinta. PDM:n toimintoja käytetään erityisesti tuotekehityksessä. ERP-järjestelmissä hoidetaan muun muassa hinnoitteluun, hankintaan, materiaaleihin liittyviä asioita. ERP:t ovat etupäässä tuotannon järjestelmiä. PDM:ssa hallitaan nimikkeitä ja nimikerakenteita, mutta esimerkiksi nimikkeiden varastosaldoa ja tilaustietoja käsitellään toiminnanohjausjärjestelmien avulla. (Peltonen ym. 2002, 109.)

PDM:n ja ERP:n toiminta-alueiden ja työnjaon selkeyttämiseksi voidaan sanoa, että PDM käsittelee tuotteen suunnitteluun liittyvät prosessit, eli kyseessä on tuotteen ns. ”digitaalikkasonen” mainittu tämän luvun alussa, ja siihen liittyvä data (as-designed tai as-planned data). ERP:n järjestelmän yksi päätehtävistä vuorostaan on fyysisten tuotteiden tuotantoprosesseja koskevien tietojen käsittely (as-built data). Tuotevaatimusten täyttämiseksi järjestelmien täytyy kommunikoida ja jakaa tietoja keskenään. Stabiili elinkaaren hallinnan vaatimusten täyttämiseksi järjestelmien on kuitenkin oltava tarpeeksi irrallaan toisistaan, on määriteltävä selkeät rajapinnat järjestelmien välissä. (Razorleaf 2009.)

Nimikkeiden ja nimikerakenteiden (BOM, Bill of Materials) lisäksi (niitä yleensä käsitteellään sekä PDM:ssa että ERP:issa) yrityksellä voi olla muita tietoaalueita, joiden käsittely on mahdollista kummassakin järjestelmässä eli niin sanottu harmaa-alue. Tarkkaan työnjaon määrittämiseksi on otettava huomioon yrityksen nykytilanne ja

tulevaisuuden näkymät sekä käytössä olevien ohjelmistojen ominaisuudet. (Razorleaf 2009.) Integraatiotavoista ja työnjaosta riippumatta, toimivan tuotetiedonhallintajärjestelmän rakentaminen nyky-yrityksessä on lähes mahdotonta ilman PDM-järjestelmän integrointia muihin yrityksen tietojärjestelmiin, varsinkin ERP-järjestelmään.

3 YRITYKSEN TIETOLIIKENNEYHTEYDET

3.1 WAN-ratkaisut

Yritysten omistuksessa olevat lähiverkot (LAN, Local Area Network) yhdistävät tietokoneita ja verkkolaitteita ja tarjoavat tekniikat edulliseen ja nopean tiedonsiirtoon kohtuullisen pienten maantieteellisesti rajoitettujen alueiden sisällä. Mutta yrityksen toiminnan kasvun mukaan tulee esiin tarve maanlaajuiseen tai jopa globaaliin tietojen siirtoon. (Cisco 2015.)

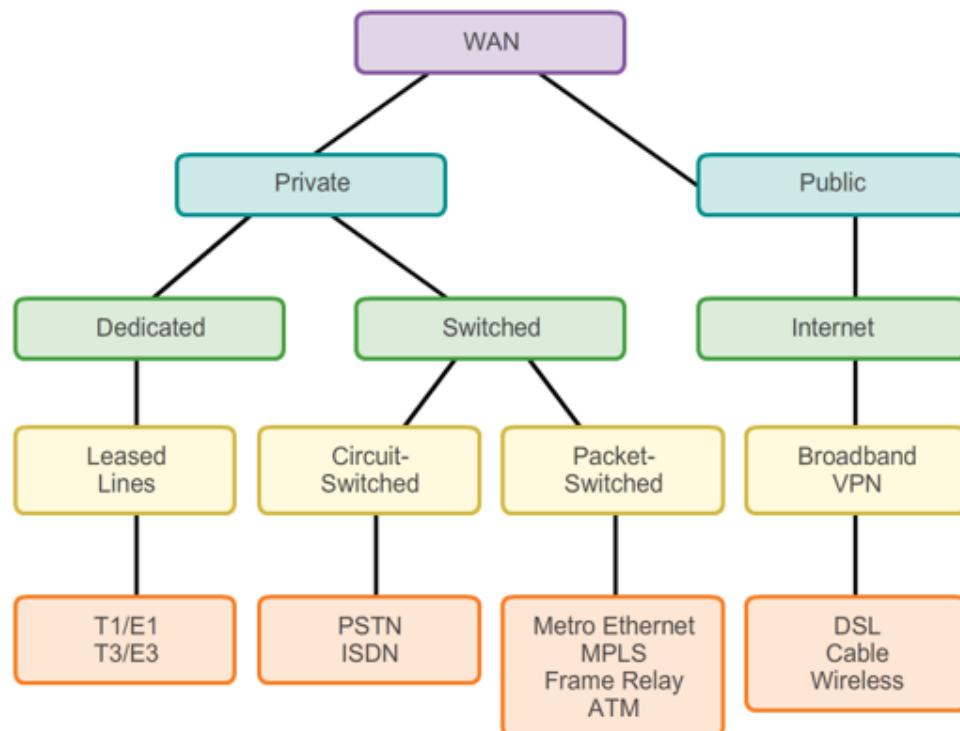
Lähiverkkojen välisen kommunikointiin tarvitaan laajaverkkoa (WAN, Wide Area Network). Laajaverkot ovat operaattoreiden omistuksessa ja peittävät laajoja alueita (kaupungit, maat, mantereet). Yritysten on maksettava palveluntarjoajille laajaverkkojen käytöstä. Operaattorit tarjoavat yrityksille linkit datan, ääni- ja videotiedostojen siirtoon etäverkkojen välissä. Alla on laajaverkkojen yleiset käyttötarkoitukset:

- yhteydet yrityksen alueellisten toimipisteiden ja pääkonttorin välissä
- tietojen jakamien henkilö- tai yritysasiakkaille
- etätyöntekijöiden yhteydet yrityksen verkkoon. (Cisco 2015.)

On olemassa monia teknologioita WAN-verkkojen toteutukseen. Ne eroavat toisistaan muun muassa hinnoilla, nopeuksilla, tietoturvasalla. WAN-ratkaisun valinta voi perustua yritysten toiminnan laajuuden, tavoitteisiin, maan taloudellisen tilanteeseen ja paikalla tarjolla oleviin palveluihin. (Cisco 2015.)

WAN-standardit operoivat OSI-mallin (Open System Interconnection) ykkös- ja kakkoskerroksilla, niitä määrittelevät ja hallinnoivat TIA/EIA (Telecommunications Industry Association / Electronic Industries Alliance), ISO (International Organization for Standardization) ja IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). Yleisimmät WAN-teknologiat ja niiden luokittelu on esitetty kuviossa 11. Riippuen siitä, millä tavalla lähiverkot yhdistetään operaattoriverkkoihin, WAN-ratkaisut jaetaan kahteen ryhmään:

- Yksityinen WAN-infrastruktuuri – operaattorin tarjoama dedikoitu point-to-point linkki, joka voi olla piirikytkentäinen kuten PSTN (Public Switched Telephone Network) ja ISDN (Integrated Services Digital Network) tai pakettikytkentäinen kuten Ethernet WAN, ATM (Asynchronous Transfer Mode) ja MPLS (Multiprotocol Label Switching).
- Julkinen WAN infrastruktuuri – operaattorin tarjoama laajakaistayhteys käyttäen DSL (Digital Subscriber Line), kaapeli- tai satelliittiyhteyttä. Laajakaistayhteyksiä yleensä käytetään pienempien toimipisteiden ja etätyöntekijöiden yhdistämiseen yrityksen verkkoon Internetin kautta. Julkisen verkon kautta siirrettävä data on suojattava VPN- (Virtual Private Network) verkon avulla. (Cisco 2015.)



KUVIO 11. Tyypilliset WAN-tekniikat (Cisco 2015)

Seuraavaksi esitellään nykyään eniten käytettyjä yksityisiä ja julkisia WAN-ratkaisuja jättäen opinnäytetyön ulkopuolelle vanhat ja käytöstä pois jäävät

tekniikat kuten PSTN, ISDN, ATM ja Frame Relay. Myös käydään läpi VPN-tekniikkaa.

3.1.1 Yksityiset WAN-yhteydet

Point-to-point yhteys

Tämä on yksi yleisimmistä WAN teknikoista. Sitä myös kutsutaan sarjayhteydeksi, dedikoitu- tai vuokralinkiksi (leased line) koska yritykset vuokraavat linkit palveluntarjoajalta (yleensä puhelinoperaattorilta) ja maksavat kuukasi- tai vuosimaksun linjan käytöstä. Point-to-point yhteyden avulla yhdistetään yrityksen LAN-verkot operaattorin WAN-verkkoihin. Myös ne käytetään isojen LAN-verkkojen segmenttien yhdistämiseen keskenään. Dedikoitu yhteys etäverkkojen välissä on pysyvä ja aina käytettävissä. Palvelumaksu yleensä riippuu kaistanleveydestä. USA:ssa point-to-point yhteyksiin käytetään T-linkki ja Euroopassa E-linkki (kupari sarjalinkki). T1 linkki tukee 1.544 Mb/s, T3 43.7 Mb/s nopeuksia, vastaavasti E1 tukee 2.048 Mb/s, E3 34.368 Mb/s nopeuksia. Valokuidun avulla pääsee 51.84 Mb/s OC-1 (Optical Carrier) -yhteydellä ja 155.52 Mb/s OC-3-yhteydellä. Dedikoitdun linkin välityksellä voi yhdistää maantieteellisesti toisista kaukana olevat verkot. Nykypäivänä tuhannet kilometrit valokuitumerikaapeleita yhdistävät maat ja mantereet ympäri maailma. (Cisco 2015.)

Point-to-point yhteyden edut:

- Helppokäyttöisyys: asennus ja ylläpito ovat kohtuullisen helppoja
- Yhteyden laatu: jos kaistanleveys on tarpeellinen, dedikoidun linkin kapasiteetti riittää latenssin ja värinän poistamiseen.
- Saatavuus: pysyvä yhteys ja linkin kapasiteetti ovat olennaisia monille sovelluksille ja palveluille, kuten verkkokaupat, VoIP (voice over IP) ja Video over IP (Cisco 2015.)

Point-to-point yhteyden huonot puolet:

- Hinta: tämä on kallein WAN tekniikka, yhteyden hinta voi olla ratkaiseva, jos kyseessä on useiden maantieteellisesti hajaantuneiden verkkojen yhdistäminen. Tämän lisäksi jokainen uusi linkki vaatii omaa reititinliityntää, mikä nostaa laitteiston hintaa.
- Rajoitettu joustavuus: WAN-liikennemäärä on vaihteleva, mutta point-to-point linkin kapasiteetti on pysyvä, joten se harvoin vastaa todellista kaistan tarvetta (Cisco 2015.)

Ethernet WAN

Alun perin Ethernet teknologia oli kehitetty LAN-verkkoja varten. Aikoinaan suurin tuettu kaapelipituus oli vain 1 kilometri, mikä teki Ethernetin käyttöä WAN-ratkaisuissa mahdottomaksi. Valokuidun ansiosta Ethernetistä tuli WAN-käyttökelpoinen. Esimerkiksi IEEE 1000BASE-LX-standardi tukee kaapelipituutta viiteen kilometriin asti ja IEEE 1000BASE-ZX-standardi jopa 70 kilometriin asti. Tämä voi peittää kaupungin tai useiden kaupunkien alueen (MAN, Metropolitan Area Network). Sen takia teknologiaa myös tunnetaan nimellä Metropolitan Ethernet (MetroE). Myös voi törmätä EoMPLS (Ethernet over MPLS) tai VPLS (Virtual Private LAN Service) nimityksiin. Ethernet WAN yhdistää kaupunkiverkot keskenään ja Internetiin. Tämä teknologia on saanut suosiota ja on korvaamassa perinteisiä Frame Relay- ja ATM-linkkejä. (Cisco 2015.)

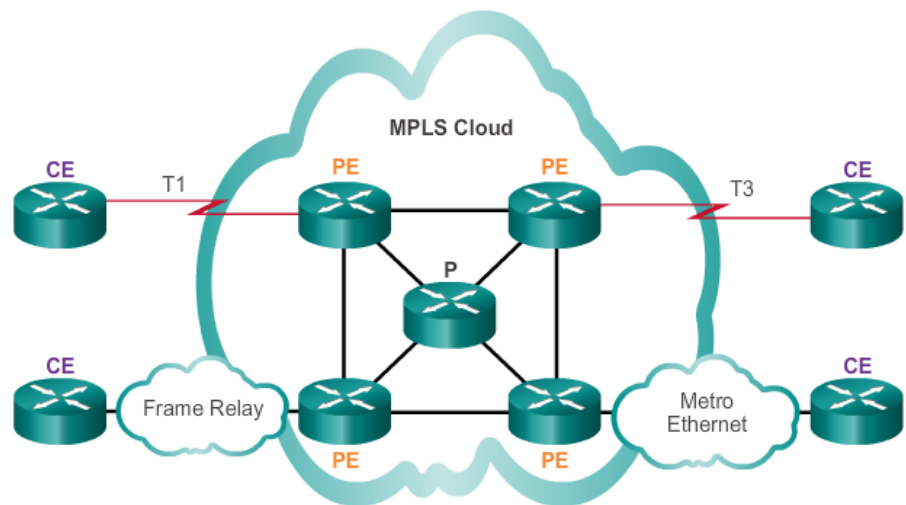
Teknologian edut:

- Edullinen ja helposti hallittava: Ethernet WAN on OSI-mallin kakkoskerroksessa toimiva nopea verkko joka mahdollistaa datan, äänen ja videon siirron samalla infrastruktuurilla ilman konversiota muihin WAN-tekniikoihin. Tämä nostaa verkkokapasiteettia ja alentaa hintaa.
- Helposti integroitava LAN verkkoihin: koska kyseessä on sama teknologia, verkot on helppoa yhdistää, mikä säästää aikaa ja rahaa
- Liiketoiminnan tehokkuutta parantava: TDM (Time Division Multiplexing) ja Frame Relay teknologian avulla on vaikea

implementoida IP sovelluksia, mutta Ethernet teknologia laajentaa IP puhelinten ja IP videosovellusten käyttöä. (Cisco 2015.)

MPLS (Multiprotocol Label Switching):

Tämä on ensisijaisesti internet-operaattoreiden verkkoteknologia, missä reititys perustuu linkkien leimaukseen LDP (Label Distribution Protocol) -protokollan avulla.



KUVIO 12. MPLS-verkon topologia (Cisco 2015)

MPLS verkossa on seuraavat laitetypit:

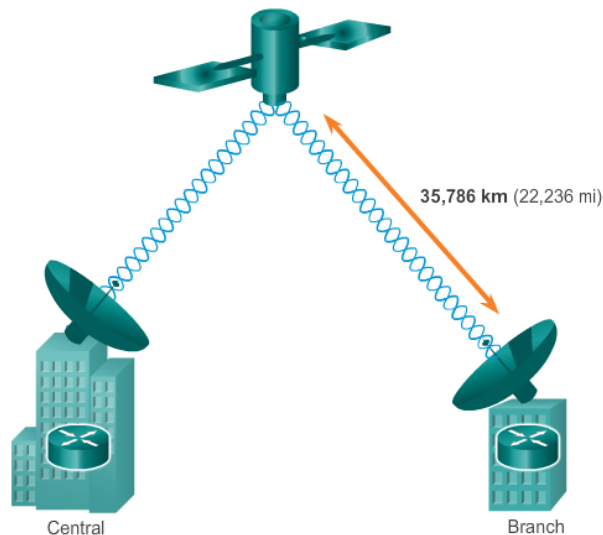
- P (Provider Router): operaattorin runkoverkon reititin, joka vastaa LDP-protokollaan perustuva reittien leimauksesta.
- PE (Provider Edge Router): MPLS verkon reunalaitteet, jotka yhdistävät asiakkaan reitittimet eli CE (Customer Edge) -laitteet MPLS verkkoon (kuvio 12). (Cisco 2015.)

MPLS on pakettikytkentäinen tekniikka ja sen nimi viittaa siihen, että MPLS verkon kautta voi kuljettaa enkapsuloituna melkein kaikki paketti- ja datatyytit kuten IPv4, IPv6, Ethernet, ATM, DSL. Leiman avulla verkon reitittimet käsittelevät ja ohjaavat paketit määränpähän. MPLS myös

tukee useita WAN-teknologioita: T- ja E-linjat, Ethernet, ATM, Frame Relay ja DSL. (Cisco 2015.)

VSAT (Very small aperture terminal):

WAN verkko muodostetaan satelliittiyhteyden avulla. Reititin kytketään VSAT:iin (eli satelliittiantenniin noin 1 m halkaisijalta) joka on suunnattu geosynkronisella radalla olevaan operaattorin satelliittiin. Etäisyys satelliittiin on noin 35 786 km (kuvio 13). Tätä ratkaisua käytetään silloin kun muut WAN-teknologiat eivät ole saatavilla. (Cisco 2015.)



KUVIO 13. VSAT-topologia (Cisco 2015)

3.1.2 Julkiset WAN-yhteydet

Kaapeliyhteys

Etätyöntekijät usein käyttävät tätä tekniikka yritysverkon yhdistämiseen. Nykypäivänä kaapelioperaattorit tarjoavat asiakkaille monipuolisia palveluja, kuten nopean Internet yhteyden, digitaalisen kaapelitelevisiion, puhelinpalvelut. Kaapelioperaattorit käyttävät hybridi-kuitu-koaksiaaliset (HFC) verkot nopeaan tiedonsiirron (ne tulevat koaksiaalikaapelien tilalle). HFC verkossa on mahdollista 500 – 2000 samanaikaista aktiivista kaistaa jakavaa yhteyttä. Todellinen verkon kaistanleveys voi olla 160 Mb/s asti

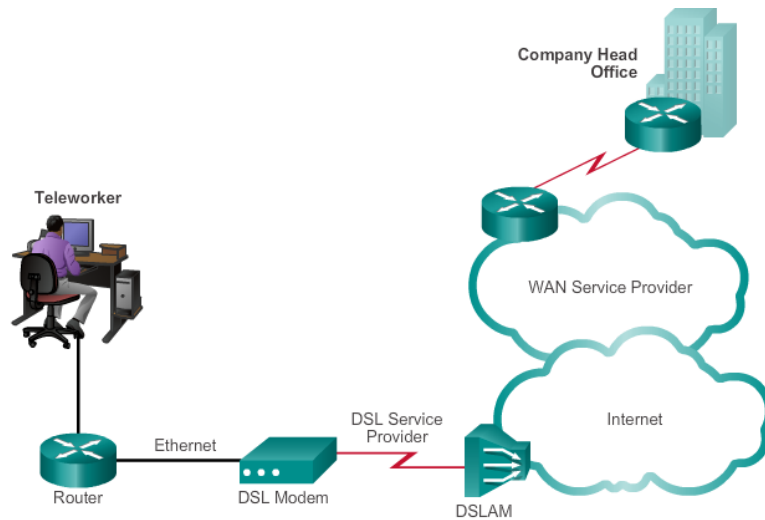
latauksessa ja 120 Mb/s lähetyksessä. Verkon arkkitehtuuri on yksinkertainen. Kaapelijärjestelmissä on kaksi laitetyyppiä:

- Kaapelimodeemi päätyjärjestelmä (CMTS – Cable Modem Termination System) operaattorin päässä, yleensä se on tietokantaa sisältävä reititin, joka kommunikoi asiakkaiden modeemien kanssa
- Kaapelimodeemi (CM) asiakkaan päässä (Cisco 2015.)

Kaapeliyhteydet ovat kaksisuuntaisia, lähetykseen ja vastaanottoon käytetään eri radiotaajuuDET: vastaanottotaajuuDET ovat 50-860MHz, lähetystaajuuDET 5-42 MHz. (Cisco 2015.)

DSL (Digital Subscriber Line)

Pysyvästi käytettävissä olevan yhteyden muodostamiseksi käytetään olemassa olevat parikaapelipuhelinlinjat. Puhelinoperaattorilta vaaditaan suhteellisen pienet infrastruktuurimuutokset voidakseen tarjota asiakkaille nopean dataverkon. DSL-modeemi muuntaa asiakaslaitteiden Ethernet-signaalin DSL-signaaliksi ja lähettää sen operaattorikeskukseen. Useat DSL-linjat multiplexoidaan yhteen suurikapasiteetilinkkiin DSLAM-multiplexerin avulla (DSL access multiplexor) joka käyttää TDM-tekniikkaa (kuvio 14). Nykyiset DSL-verkot käyttävät hienostuneita koodaus- ja modulointitekniikoita nopean tiedonsiirtonopeuden saavuttamiseksi. On olemassa symmetrinen ja asymmetrinen DSL-tekniologia (ADSL ja SDSL). ADSL-tekniologiassa latausnopeus on isompi kuin lähetyksenopeus, SDSL käyttää samat nopeudet. Kaistanleveys riippuu etäisyydestä operaattoriin, käytetyistä tekniikoista ja kaapelityypistä. DSL-linkin nopeus voi olla yli 40 Mb/s. Hyvän yhteyden laatuun saavuttamiseksi etäisyys asiakkaiden ja operaattorin laitteiden välillä ei saa olla yli 5.5 km. (Cisco 2015.)

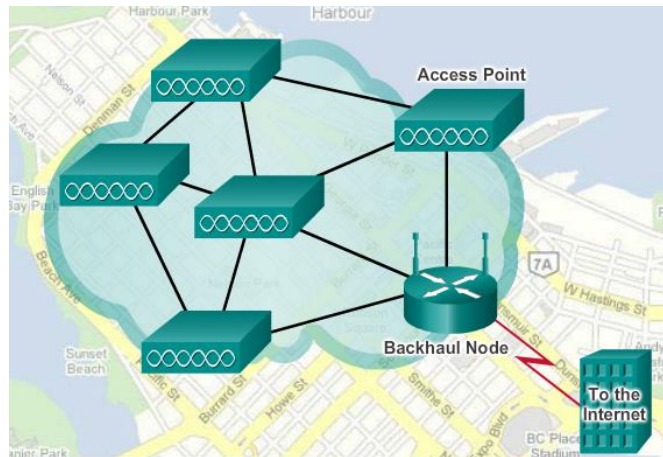


KUVIO 14. DSL-topologia (Cisco 2015)

Langattomat yhteydet

Nykypäivänä tarjolla on monipuoliset langattomat teknologiat PAN (Personal Area Network), LAN- ja WAN-verkkoihin. Langattomat verkot käyttävät lisenssivapaita radiotaajuuksia signaalien lähetykseen ja vastaanottoon. Alla on katsaus yleisimmistä langattomista teknologioista.

Paikallis Wi-Fi verkot perustuvat IEEE 802.11-standardin määrittelemään teknologiaan. Useissa paikkakunnissa rakennetaan langattomat verkot. Osa niistä tarjoaa ilmaisen tai edullisen Internet-yhteyden kaikille käyttäjille, toiset ovat kaupungin etätyöntekijöiden, kuten esimerkiksi poliisin ja palokunnan käytössä. Verkkoon yhdistämiseksi tarvitaan langattoman modeemin, jonka yleensä saadaan operaattorilta ilmaiseksi tai maksua vastaan. Sitä kautta muodostetaan yhteyden operaattorin verkkoon kytkettyyn tukiasemaan. Suurin osa kaupunkiverkkoja käyttää mesh-topologia, jossa jokainen tukiasema on ainakin kahden muiden tukiasemien kantoalueella ja pystyy kommunikoimaan niiden kanssa (kuvio 15). Sellainen verkko voi peittää monia neliökilometriä, sitä on helpompi asentaa ja ylläpitää kuin yhden langattoman reitittimen hotspottia. Yhden tukiaseman kaatuessa, muut laitteet korvaavat sen.



KUVIO 15. Wi-Fi mesh-topologia (Cisco 2015)

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) on IEEE 802.16 -standardin määrittelemä uusi teknologia joka on kehitetty nopeampaan ja isompiin etäisyyksiin datasiirron Wi-Fi-teknologiaan verrattuna. WiMAX-verkkoon kuuluu lähetystorni (kuten matkapuhelin verkoissa), jonka kantoalue on 7500 neliökilometriä ja WiMAX-vastaanotin joka voi olla liitetty USB-porttiin tai sisäänrakennettu laptopiin tai muihin langattomiin laitteisiin. WiMAX-torniasema on yhdistetty suoraan Internetiin laajakaistaistayhteyttä, kuten T-3 linjaa, käyttäen. Asema voi kommunikoida muiden näköyhteydessä olevien torniasemien kanssa, sillä voidaan peittää maaseudun alueet, joissa kaapeli- ja DSL-teknologiat eivät ole saatavilla.

3G- ja 4G-verkoissa Internetyhteyden muodostamiseen tarvitaan päätelaite (yleensä kannettava tietokone, tabletti tai matkapuhelin), jolla on pieni antenni radiosignaalin lähetykseen ja vastaanottamiseen. Radiosignaalien välityksellä päätelaitteet kommunikoivat lähimmän isolla antennilla varustetun operaattorin tukiaseman kanssa. Dataverkoissa käytetyimmät matkapuhelinstandardit ovat 3G, joka käyttää UMTS-, CDMA2000- tai HSPA+- tekniikat ja 4G, joka käyttää LTE-tekniikkaa. (Cisco 2015.)

3.1.3 VPN-yhteydet

Yritykset käyttävät VPN-tekniikkaa point-to-point-yksityislinkin muodostamiseen kolmannen osapuolen verkon, kuten Internet- tai Ekstranet-verkon, läpi. Dedikoidut yhteydet voivat olla hinnakkaita pk-yrityksille, myös etätyöntekijöiden määrä on jatkuvassa kasvussa. VPN-tekniikka on hyvä edullinen vaihtoehto, kun tarvitaan turvallista ja luotettavaa etäyhteyttä yritysverkkoon julkisen verkon läpi. Data kulkee etäverkkojen välissä VPN- tunnelin kautta salatussa muodossa. (Cisco 2015.)

VPN tekniikan etuja:

- Kustannussäästöjä: VPN-verkot mahdollistavat edullisen kolmannen osapuolen infrastruktuurin käytön etätoimistojen ja etätyöntekijöiden yhdistämiseen yrityksen verkkoon, välttämällä kalliiden WAN-linkkien ja modeemien käyttöä.
- Skaalautuvuus: Internet-infrastruktuurin käyttö mahdollistaa helpon verkon laajentamisen. Uusien käyttäjien ja kapasiteetin lisääminen ei vaadi yritykseltä isoja muutoksia omaan infrastruktuuriin.
- Yhteensopivuus laajakaistateknologian kanssa: Etätyöntekijät ja etätoimistot käyttävät usein edullisia laajakaistayhteyksiä kuten DSL- tai kaapeliyhteys. VPN-verkon avulla voidaan taata laajakaistayhteyksien tietoturva.
- Tietoturva: VPN-tekniikan mekanismit toteuttavat korkeatasoisen tietoturvan, salaus- ja autentikointiprotokollat suojaavat dataa luvattomalta käytöltä. (Cisco 2015.)

Nykyään VPN-yhteydet implementoidaan IPsec (IP Security Architecture) -arkkitehtuurin avulla. IPsec on avoimien standardien ja TCP/IP-protokollien joukko, jota käytetään Internet-yhteyksien turvaamiseen. IPsec:n avulla toteutetaan neljä tärkeää tietoturva-funktiota:

- Luottamuksellisuus (salaus): Ennen datan lähettämistä julkisen verkon läpi data kryptataan salausalgoritmien avulla, joten

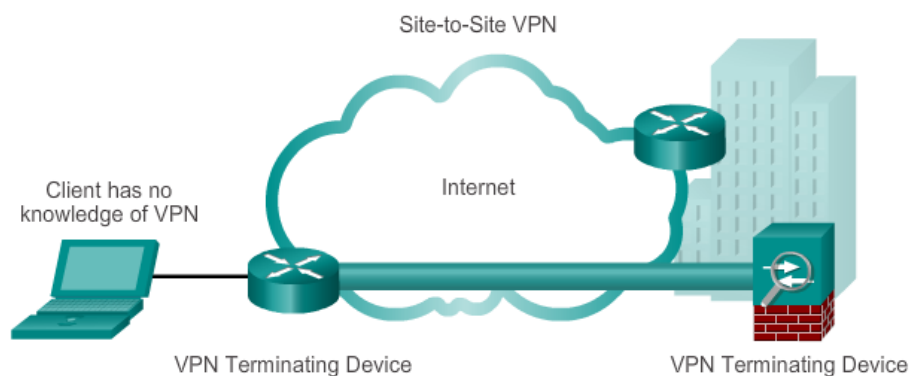
ainoastaan vastaanottava laite pysyy dekoddaamaan sen. Jos viesti on siepattu, hakkeri ei kuitenkaan pääse sisältöön käsiksi. IPsec tarjoaa vahvoja salausalgoritmeja kuten AES (Advanced Encryption Standard).

- **Datan eheys:** Vastaanottaja voi varmistaa, että viesti ei ollut muutettu siirron aikana. IPsec:iin kuuluvat mekanismit joilla varmistetaan paketin salaus, otsikon tai datan eheys. Siihen käytetään tarkistussumma-algoritmia kuten MD5 (Message Digest Algorithm-5) ja SHA (Secure Hash Algorithm). Jos datan muutokset havaitaan, paketti hylätään.
- **Autentikointi:** Datan lähteen todentaminen auttaa varmistamaan, että yhteys on otettu juuri haluttuun verkkoon. Tämä suojaa yhteydet identiteettivarkaushyökkäyksistä. Laitteiden ja käyttäjien autentikointiin IPsec käyttää IKE (Internet Key Exchange) -protokollaa. IKE sisältää eri autentikointitekniikat kuten käyttäjätunnukset ja salasanat (muun muassa kertakäyttösalasanat), biometrinen autentikointi, jaetut avaimet (PSK – pre-shared key) ja digitaaliset sertifikaatit.
- **Toistojen esto:** Menetelmä auttaa havaitsemaan toistettuja ja väärennetyjä paketteja. Sen avulla varmistetaan, että jokainen paketti on ainutlaatuinen eikä ole jäljennetty. IPsec-paketit suojataan vertaamalla vastaanotetun paketin järjestysnumeroa liikkuvan ikkunan numeroon kohdelaitteessa. Paketti, jonka numero järjestyksessä on ennen kohdelaitteessa olevaa numeroa, pidetään myöhästyneenä tai duplikoituna ja hylätään. (Cisco 2015.)

VPN-verkon implementointiin tarvitaan VPN-yhdyskäyttävää. Se voi olla reititin, palomuri tai VPN-keskitin. On olemassa kaksi tyyppiä VPN-verkkoja: Site-to-site-VPN ja VPN-etäyhteys (remote-access VPN). (Cisco 2015.)

Site-to-site-VPN on klassisen WAN-verkon laajennus. Sitä käytetään, kun yhdistetään kokonaiset verkot keskenään, esimerkiksi sivutoimiston yhteyteen pääkonttoriin. Nämä yhteydet ovat korvaamassa kalliit

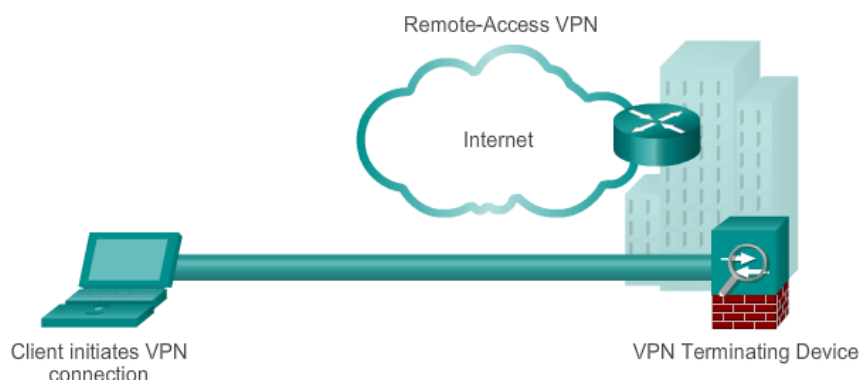
dedikoidut linkit ja vanhat Frame Relay- yhteydet. Jokaisen linkin päässä on VPN-yhdyskäyttävä (kuvio 16). VPN-laitteet ovat tietoisia VPN-konfiguraatiosta, mutta sisäverkon päätelaitteet eivät ole. VPN-yhteys on staattinen, päätelaitteet lähettävät ja vastaanottavat TCP/IP-liikennettä VPN-yhdyskäyttävän kautta. Yhdyskäyttävällä data enkapsuloidaan ja salataan ennen lähetystä. Data kulkee VPN-tunnelia pitkin Internetin kautta. Kohdepisteen VPN-yhdyskäyttävällä poistetaan otsikot, dekoodataan pakettien sisältö ja ohjataan data yksityisessä verkossa olevaan päätelaitteeseen. (Cisco 2015.)



KUVIO 16. Site-to-site VPN (Cisco 2015)

VPN-etäyhteys mahdollistaa yksittäisten laitteiden (esimerkiksi mobiililaitteiden) ja asiakkaiden (esimerkiksi ekstranetin käyttäjien) turvallisen pääsyn yrityksen verkkoon Internetin kautta. Käyttäen tätä VPN tyyppiä työntekijöillä on pääsy työ sähköpostiin ja sovelluksiin ajasta ja sijainnista riippumatta. Myös yhteistyökumppanit ja asiakkaat voivat saada rajoitetun pääsyyn tiettyihin palveluihin, sivuihin tai tiedostoihin. VPN-etäyhteys erottuu site-to-site-VPN:sta sillä, että yhteys ei ole staattinen, sitä otetaan käyttöön ja katkaistaan tarvittaessa. VPN-etäyhteys tukee asiakas/palvelin arkkitehtuuria, missä asiakas (etälaite) saa turvallisen pääsyn yritysverkkoon linkin toisessa päässä olevan VPN-palvelimen kautta. Asiakkaan laitteella yleensä on asennettu VPN-sovellus (esimerkiksi Cisco AnyConnect Secure Mobility Client), joka enkapsuloi ja koodaa kaikki lähetettävät tiedot. Sitten data lähetetään VPN-tunnelin kautta

ja kohdepisteessä VPN-yhdyskäyttävä käsittelee sitä samalla tavalla kuin site-to-site-VPN-verkoissa (kuvio 17). (Cisco 2015.)



KUVIO 17. VPN-etäyhteys (Cisco 2015)

VPN-etäyhteyden voi toteuttaa kahdella tavalla: SSL (Secure Sockets Layer) ja IP Security (IPsec) (Cisco 2015). Taulukossa 2 on SSL- ja IPsec-tekniikoiden vertailu.

TAULUKKO 2. SSL vs. IPsec (Cisco 2015)

	SSL	IPsec
Sovellukset	Web-pohjaiset sovellukset, tiedostojen jakaminen, e-mail	Kaikki IP-pohjaiset sovellukset
Salaus	Keskitasoinen/Vahva Avaimen pituus 40–256 bittiä	Vahva Avaimen pituus 56–256 bittiä
Autentikointi	Keskitasoinen Yksi- tai kaksisuuntainen autentikointi	Vahva Kaksisuuntainen autentikointi (jaetut avaimet tai digitaaliset sertifikaatit)
Yhteyden muodostaminen	Helppo: Tarvitaan vain web-selaimen	Voi olla haastava kokemattomille käyttäjille
Laitteet	Pystyy yhdistämään kaikki laitteet	Pystyy yhdistämään vain tietyt ja tietyllä tavalla konfiguroidut laitteet

VPN-tekniikan valinta riippuu yrityksen vaatimuksista. Molempien tekniikoiden avulla voi muodostaa yhteydet eri verkkoihin ja sovelluksiin. Kuten taulukosta näkyy, SSL-tekniikan edut ovat helppokäyttöisyys (pääsy verkkoon eri laitteista web-selainten kautta), varsinaista ohjelmistojen ylläpitoa ei tarvita. IPsec-VPN on vaikeampi rakentaa, ja siihen tarvitaan erilliset laitteet ja ohjelmistot, mutta jos tietoturva-vaatimukset ovat korkeat, tämä on oikea ratkaisu. Tilanteesta riippuen yrityksessä voi olla käytössä yksi tekniikoista tai molemmat. (Cisco 2015.)

3.1.4 WAN-tekniikoiden kehitys

Aikaisemmin WAN-termillä tarkoitettiin yksinomaan yrityksen käytössä olevat palvelut, kuten Frame Relay, ATM tai MPLS. Silloin kaikki yrityksen järjestelmät ja sovellukset olivat yrityksen hallinnassa. Nykyään kaikilla yrityksillä on Internet-yhteys, monet sovellukset hallitaan ja käytetään hajautetusti, muun muassa pilvi-infrastruktuurin avulla, mikä on nostanut WAN:n kautta siirrettävän datan määrän. Tässä yhteydessä puhutaan hybridi-WAN:sta, joka on perinteisten WAN-tenologioiden ja Internet-palveluiden yhdistelmä. (Metzler & Metzler 2015.)

Vuoden 2014 Webtorials:n tutkimuksen mukaan eniten käytetyt teknologiat WAN-verkoissa ovat MPLS ja Internet ja niiden käyttö tulee kasvamaan ja korvamaan vanhoja WAN-tekniikoita. Saman tutkimuksen mukaan eniten WAN-liikennettä käyttävät sovellukset ja palvelut ovat yritysjärjestelmät kuten, ERP ja PDM, video- ja äänipalvelut, julkiset pilvipalvelut ja sovellukset, mobiilikäyttäjien tuki. (Metzler & Metzler 2014.)

Yllämainittujen muutosten nähden WAN-tekniikan kehityksessä on pyrittävä sovellusten optimointiin tietoturvaa vaarantamatta. Seuraavat asiat on otettava huomioon:

- Siirto hybridi-WAN:iin: rakennetaan toimiva yritysverkko, joka yhdistäisi MPLS-, Internet- ja 3G/4G-tekniikat.

- Sovellusten optimointi ja suojaus: QoS- (Quality of Service) politiikan avulla priorisoidaan eri datatyypit ja suojataan sovellukset, jaetaan käyttäjät eri ryhmiin.
- Turvallisen, skaalautuvan ja joustavan infrastruktuurin implementointi: nostetaan WAN:n suorituskykyä ja joustavuutta käyttäen Internet-palveluja, samalla pidetään tietoturvaso korkeana (lähteen autentikointi, datan sala- ja eheysmenetelmät).
- Sovellusten ja palveluiden automaatio ja orkestrointi: palvelinten ja työasemien virtualisointi, pilvipalveluiden käyttö helpottavat järjestelmien hallintaa, säästävät tietojärjestelmä- ja henkilöstöresurssit ja tarjoavat yrityksille verkkojen laajentamismahdollisuudet. (Metzler & Metzler 2015.)

3.2 Virtualisointi ja pilvipalvelut

Kuten aiemmin mainittiin, yrityksessä nykyään käytettävien sovellusten luonne on muuttumassa. Sovelluksista tulee monimutkaisempia ja mobiileja, niitä hallitaan ja käytetään eri laitteista (myös älypuhelimilla ja tableteilla) eri paikoista.

Virtualisointiratkaisujen ja pilvipalveluiden käytöllä voi huomattavasti parantaa sovellusten ja järjestelmien liikkuvuutta ja samalla alentaa WAN-verkkojen kuormitusta. Seuraavaksi käsitellään virtualisoinnin ja pilvipalveluiden tekniikoita ja ominaisuuksia.

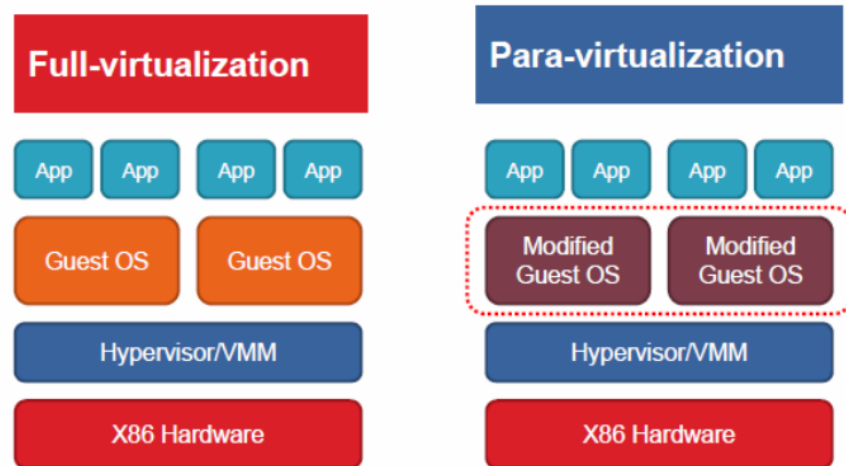
3.2.1 Palvelinvirtualisointi

Palvelinvirtualisoinnissa fyysisen palvelimen (host) päällä luodaan virtuaalipalvelimet (guests). Virtuaalipalvelin käyttäytyy samalla tavalla kuin fyysinen kone. Riippuen siitä, miten fyysisen palvelimen resursseja allokoidaan, voi erottaa kolme palvelinvirtualisointitekniikkaa:

- Täysvirtualisointi: Hypervisor-ohjelmisto toimii alustana virtuaalipalvelimelle, se jakaa fyysisen palvelimen resursseja

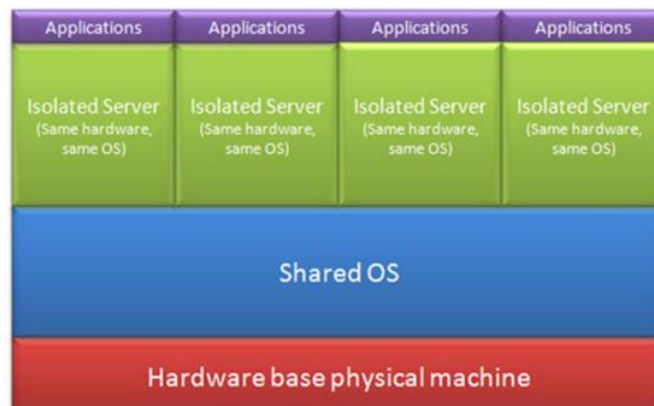
virtuaalikoneiden välissä. Virtuaalipalvelimet ovat täysin itsenäisiä toisistaan, niillä voi olla eri käyttöjärjestelmät (kuvio 18).

- Para-virtualisointi: Virtuaalipalvelimet ovat tietoisia toisistaan. Tämä säästää prosessoritehoa, koska jokainen OS on tietoinen muiden käyttöjärjestelmien vaatimuksista (kuvio 18).



KUVIO 18. Täys- ja para-virtualisointi (Shen 2016)

- Käyttöjärjestelmän tason virtualisointi: Ei käytetä hypervisoria ollenkaan, fyysisen palvelimen käyttöjärjestelmä suorittaa kaikki hypervisorin toiminnot (kuvio 19). Tekniikan suurin rajoitus on, että kaikkien virtuaalipalvelinten on ajettava samaa käyttöjärjestelmää, vaikka jokainen virtuaalipalvelin on muista riippumaton. (Strickland 2012.)



KUVIO 19. OS-virtualisointi (Cloud Sim 2012)

Virtualisoinnin etuja:

- Yrityksen fyysisten laitteiden tehokkaampi käyttö: Vähän resursseja käyttävät sovellukset voidaan siirtää yhdelle palvelimelle, käyttäen useita virtuaaliympäristöjä. Tuloksena on laitteistojen tasaisempi kuormitus, mikä myös säästää rahaa. Kun sovellukset vaativat vähemmän tehoja päätelaitteista, laitteiden käyttöaika kasvaa.
- Varmuuskopiointi ja palautus: voidaan helposti toteuttaa snapshotien tai virtuaalikoneiden kopioiden avulla.
- Redundanssilinkkien luominen ilman lisälaitteita: Jos palvelin kaatuu, se on helposti korvattavissa toisella samoja sovelluksia ajavalla virtuaalipalvelimella, mikä minimoi katkoja palveluissa.
- Mahdollisuus automatisoida kuorman siirto ongelmatilanteissa.
- Tuotantoverkosta eristetyn testiympäristön luominen virtuaalipalvelinten avulla: helpottaa sovellusten turvallisen testauksen. (Strickland 2012; Nichols 2014; Viksilä 2016.)

Virtualisoinnin haittoja:

- Virtuaalipalvelimen eristäminen on vaikea: yhden virtuaalipalvelimen kaatuminen voi aiheuttaa muiden virtuaalipalvelinten kaatumisen.
- Yhteensopivuus: Kaikki sovellukset eivät välttämättä tue virtualisointia, joten asiakas jää ilman tukea ohjelmistolleen. Esimerkiksi MS Terminal Server on käytössä laajalti, mutta kaikki ohjelmistot eivät tue sitä alustana. (Nichols 2014; Viksilä 2016.)

Gartnerin mukaan x86-palvelinvirtualisointimarkkinoiden ennustetaan nousevan 5,6 miljardiin dollariin vuonna 2016, mikä on 5,7 % enemmän kuin edellisenä vuonna. Monissa yrityksissä virtuaalipalvelinten määrä on yli 75 % ja tämä luku tulee kasvamaan. Tällä hetkellä VMware dominoi markkinoilla, mutta Microsoftin, Citrixin ja Oraclen ratkaisuilla on myös paljon asiakkaita ympäri maailmaa. (Gartner 2016.)

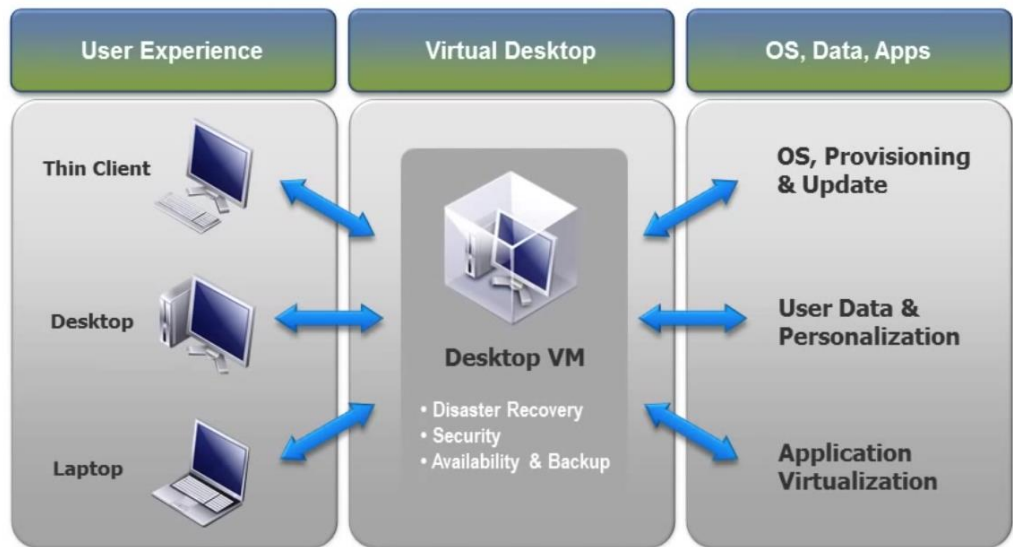
TAULUKKO 3. Suosituimmat yrityshypervisorit (Davis 2013; Viksilä 2016)

Hypervisor	Ominaisuudet	Pilvipalvelun tarjoaja
VMware vSphere/ESXi	vSphere ohjelmisto käyttää ESXi hypervisoria, on olemassa ilmainen ja kaupallisversiot, monipuoliset piirteet, muun muassa vMotion (live migration), vCenter virtuaalipalvelinten keskitettyyn hallintaan, vSphere Data Protection (varmuuskopiointi ja palautus).	VMware Cloud
Microsoft Windows Server 2012 Hyper-V	Kaupallinen hypervisor, jonka versiot ovat Foundations, Essentials, Standard, and Datacenter (on myös olemassa ilmainen versio ilman GUI:ta ja virtualisointioikeuksia). Pääominaisuudet: live migraation, muistin migraatio, VM-replikaatio	Microsoft Azure
Xen / Citrix XenServer	Vuonna 2007 Citrix osti XenSourcen ja käyttä Xenia kaupallisessa XenServerissa, ilmainen versio on myös saatavilla. Tärkeimmät ominaisuudet: snapshot ja palautus, hallintakonsoli, live migration, muistin optimointi, virranhallinta, monitorointi ja hälytys.	Amazon EC2 IBM SoftLayer Fujitsu Global Cloud Platform Linode OrionVM
KVM (Kernel-Based Virtual Machine)	Avoimen lähdekoodin Linux-pohjainen hypervisor, yhteensopiva Linux-, Solaris- ja Windows-käyttöjärjestelmien kanssa, hypervisorin kaupallinen versio on RHEV (Redhat Enterprise Virtualization).	Red Hat HP Dell Rackspace

3.2.2 Työpöytävirtualisointi – VDI

Työpöydän virtualisointi on tekniikka, joka erottaa loogisen käyttöjärjestelmän fyysisestä laitteesta, jossa sitä ajetaan. Monien käyttäjien mielestä VDI ja työpöytävirtualisointi on sama asia. Kuitenkin VMwaren keksityn VDI (Virtual Desktop Infrastructure) -termillä tarkoitetaan infrastruktuuria, jolla virtualisointi on toteutettu (software ja hardware). Virtuaalityöpöydät ajetaan fyysisen palvelimen päällä asennetulla hypervisorilla, kuten palvelinvirtualisoinnissa. Tekniikoiden ero on siinä, että palvelinvirtualisoinnin avulla virtualisoidaan palvelimet datakeskuksessa ja muutokset tehdään vain palvelimelle, mikä ei yleensä lisää verkon kuormitusta. Työpöytävirtualisointi on paljon monimutkaisempi prosessi, joka vaikuttaa koko verkon toimintaan ja vaatii isompia muutoksia yrityksen IT-resursseihin. Virtuaalityöpöytä voi ajaa eri fyysisillä laitteilla, kuten PC:llä, kevyellä asiakaspisteellä (thin client), mobiililaitteella. Fyysisellä laitteella otetaan yhteyttä hallintasovellukseen (connection broker), joka avaa ja hallinnoi yhteydet palvelinkeskuksessa olevaan virtuaalityöpöytään. Virtuaalityöpöydät ovat yleensä saman levykuvan linkitettyjä klooneja. Virtuaalityöpöydät voivat olla henkilökohtaisia (personal), joissa työpöytänäkömuoto muodostuu käyttäjäprofiilin mukaan tai poolityyppisiä (pooled), joissa työpöytänäkömuoto on samanlainen kaikille käyttäjille. (Pluralsight IT 2013).

How Desktop Virtualization Works



KUVIO 20. VDI-toimintamalli (Pluransight IT 2013)

Työpöytävirtualisoinnin etuja:

- Virtuaalityöpöydille tarjotaan datakeskuksen valmiudet, kuten tietoturva, varmuuskopiointi ja palautus.
- Kloonattujen virtuaalikoneiden avulla uusien ohjelmistojen ja käyttöjärjestelmien implementointi, myös uusien käyttäjien lisääminen on helppoa ja edullista.
- Käyttäjätieto, sovellukset ja käyttöjärjestelmät ovat loogisesti erotettuja toisistaan, järjestelmän käyttö on selkeämpi ja turvallisempi. Sovelluksetkin ovat usein virtualisoituja, mikä mahdollistaa niiden käytön ilman varsinaista asennusta.
- Fyysisten päätelaitteiden kuormitus pienenee ja niiden käyttöaika kasvaa.
- Etäyhteys omaan työpöytään on mahdollinen paikasta ja laitteesta riippumatta. (Pluralsight IT 2013.)

Työpöytävirtualisoinnin rajoitukset:

- Verkkoarkkitehtuuri voi olla monimutkainen, tekniikan implementointi vaatii alkuinvestointeja (ne palautetaan

tulevaisuudessa halvemmallalla ylläpidolla), tarkkaa suunnittelua ja syvällistä asiantuntemusta, mikä myös kasvattaa ylläpitokustannuksia, koska joudutaan hakemaan ulkopuolista tukea.

- Sovellukset kehittyvät nopeasti, ja oikeanlaisen toimivan konfiguraation löytäminen voi olla haasteellista.
- Tiettyjen sovellusten käyttö, kuten esimerkiksi graafisten suunniteltutyökalujen, voi olla haastava suorituskyvyn ja esityksen kannalta (toki siihen löytyy ratkaistut).
- Etäkäyttäjät ovat riippuvaisia yhteydestä palvelinkeskukseen: jos palvelimessa tai verkossa on jokin vika, kaikki yhdistetyt käyttäjät ovat pois verkosta. (Pluralsight IT 2013.)

Kuten palvelinvirtualisoinnissa, suurimman osan markkinoilla olevien VDI-ratkaisujen kehittäjät ovat VMvare (Horizon 7, View Manager, ThinApps), Microsoft (MED-V, Remote Desktop Client) ja Citrix (XenDesktop, XenApp).

3.2.3 Pilvipalvelut

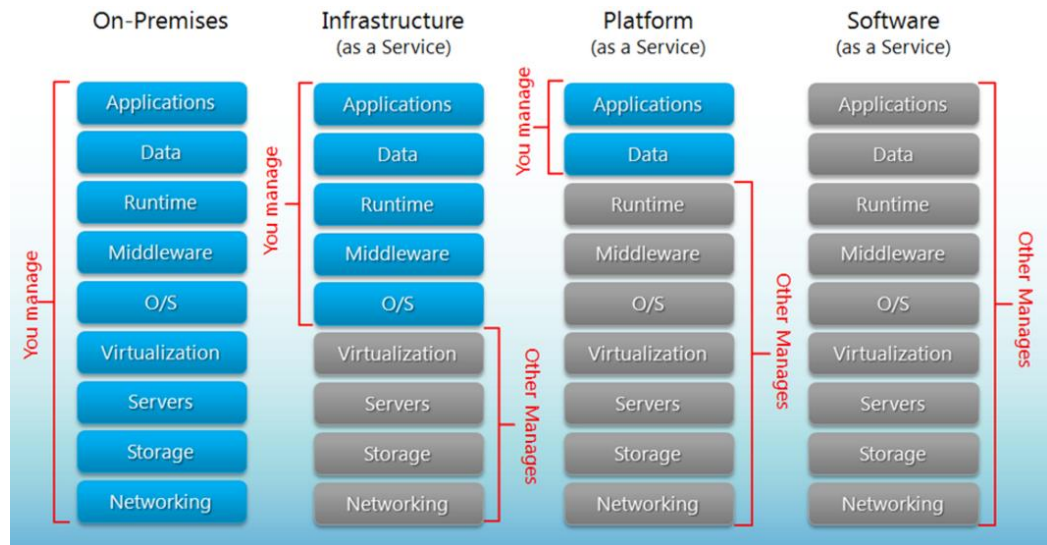
Pilvipalveluilla yleisesti tarkoitetaan sovellusten, muistin ja muiden tietopalvelujen tarjontaa tai hankintaa pilven (Internetin) kautta (Heino 2010, 32). Pilvipalvelut toteutetaan jaetussa ympäristössä, eli samoja komponentteja jaetaan kaikkien asiakkaiden välillä aina kun on mahdollista. Esimerkiksi useiden asiakkaiden tiedot säilytetään samassa levyjärjestelmässä ja ”oikeiden” asiakkaiden pääsy tietoihin hallitaan VLAN (Virtual LAN) -tekniikan ja DNS (Domain Name System) -palvelun avulla. Jaetussa ympäristössä uusien asiakkaiden tai kapasiteetin lisääminen ja poistaminen on joustava tai voi olla jopa automatisoitu. Jaettujen palvelujen käyttö on edullisempi ja verkkokuorman jako on tasaisempi dedikoituun ympäristöön verrattuna. Pilvipalveluiden rakentamisessa hyödynnetään virtualisointitekniikkaa ja palveluidenkäyttäjät saavat kaikki sen tuomat edut. Pilvipalveluiden asiakkaat käyttävät palveluntarjoajan tiloissa sijaitsevat resurssit. Tietoliikenneyhteyksien avulla niitä pysyy

käyttämään paikasta, laitteesta ja käyttöjärjestelmästä riippumatta. (Heino 2010, 40,42–45.)

Pilvipalvelut voidaan luokitella sekä teknisen toteutustavan perusteella, että vastuunjaon asiakkaan ja palveluntarjoajan mukaan (kuvio 21).

Pilvipalveluita on olemassa kolmea perustyyppiä:

- IaaS (Infrastructure as a Service): Asiakas maksaa palveluntarjoajalle virtuaalikonesalien tai palvelimien ja muistin käytöstä. Palveluntarjoaja myös hoitaa liikenneyhteydet. Asiakkaan on itse huolehdittava käyttöjärjestelmän perustamisesta ja sovellusten asennuksesta. Tämä vaatii asiakkaalta asiantuntemusta ja ylläpitoresursseja. IaaS-palvelun tunnetut palveluntarjoajat ovat Amazon Web Services, Windows Azure, Google Compute Engine, Rackspace Open Cloud. (Heino 2010, 52 – 53.)
- PaaS (Platform as a Service): Asiakas saa palveluntarjoajalta alustan ja työkalut ohjelmistojen kehittämiseen, ajamiseen ja hallintaan. Alustaan kuuluvat monenlaiset komponentit ja palvelut, kuten tietokannat, muisti, web-palvelimet ja käyttöjärjestelmät. PaaS mahdollistaa käyttäjien tiimityöskentelyä samassa projektissa jaetussa ympäristössä. Palvelun tarjoavat Salesforce App Cloud, Microsoft Azure, OpenShift, Google App Engine. (Heino 2010, 51; G2 2016.)
- SaaS (Software as a Service): Asiakas hankkii pelkästään sovelluksen, joka jaetaan käyttäjille tietoliikenneyhteyden kautta. Palveluntarjoaja itse hoitaa kaikki ylläpitotehtävät. Yllämainittujen pilvipalveluiden ominaisuuksien (virtualisointi, jaetut resurssit, saatavuus) vuoksi SaaS-palvelujen tuotantokustannus on yritykselle usein edullisempi kuin paikallinen sovellusten asennus ja ylläpito. Markkinoilla on tarjolla monenlaisia SaaS-sovelluksia yrityksille. Monet e-mail, CRM- (Customer Relationship Management), ERP-järjestelmät ostetaan SaaS-palveluina. Tunnetuimmat SaaS-palveluntarjoajat ovat Salesforce, Oracle, SAP, Intuit ja Microsoft. (Heino 2010, 53.)



KUVIO 21. Vastuunjako eri pilvipalveluiden muodoissa (Remde 2011)

Omistajien tai käyttäjien perusteella pilvipalvelut voidaan luokitella seuraavasti:

- Julkista pilvipalvelua (public cloud) käytetään Internetin kautta. Palveluntarjoaja vastaa pilvikoneiston laitteiden ylläpidosta ja muista kustannuksista. Tietoliikenneyhteyksille ei ole yleensä suuria vaatimuksia, palvelun tarjoaja järjestää tarvittavat osoite- ja nimipalveluresurssit. Data kuljetetaan salatussa muodossa VPN-tekniikan avulla. Asiaksmaksu sidotaan käyttöaikaan tai kapasiteettiin. Palvelinmuistikapasiteettia tai tietoliikennettä voidaan laskuttaa erikseen. (Heino 2010, 54–55.)
- Yksityinen pilvi (private cloud) on yrityksen oman LAN-verkon kautta käytettävä pilvipalvelukoneisto. Erillistä tietoliikenneyhteyttä ei silloin tarvita. Yksityisen pilven tapauksessa asiakas järjestää ja omistaa pilvipalvelulaitteet ja vastaa kaikista omistus- ja ylläpitoprosesseista ja kustannuksista. Yksityispilvipalveluiden avulla IT-resurssien käyttö on tehokkaampi, muun muassa uusien ohjelmistojen ja palveluiden nopeamman käyttöönoton ansiosta. Yksityistä pilveä voi jakaa muille yritysasiakkaille, sillä saadaan asennus- ja ylläpitokustannukset alennettua. Silloin puhutaan Community pilvestä. (Heino 2010, 55–56.)

- Hybridi-pilvi (hybrid cloud) on julkisen ja yksityisen pilvien yhdistelmä. Yrityksen yksityispilven yhdistetään palveluntarjoajan julkiseen pilveen tietoliikenneyhteyksien kautta. (Heino 2010, 56.)

Pilvipalveluiden käytössä data tallennetaan yritystilojen ulkopuolella usein hajautetusti, eri paikoilla sijaitsevilla palvelimilla. Siinä tapauksessa tietoliikenneyhteydetkin voivat olla kovin monimutkaisia. Pilvipalveluiden käyttöön liittyvät omat tietoturva- ja tietosuojariskit, jotka on aina otettava huomioon ennen palveluiden käyttöönottoa. Taulukossa 4 on lueteltu pääasialliset riskitilanteet, niiden todennäköisyys ja hallinta.

Pilvipalveluiden edut kuitenkin ylittävät niihin liittyvät riskit ja palveluiden käyttö yleistyy ja kasvaa jatkuvasti. Paitsi tietoturvariskien lähteenä, pilvipalvelujen voidaan ajatella lisäävän teknisen ympäristön tietoturvaa. Tietojen keskitetty tallennus ei ole turvallista, järjestelmän kaatumisen vuoksi voidaan menettää dataa. Kopioimalla tiedot pilven virtuaalikonesaliin voidaan saada edullinen ja helposti hallittava varajärjestelmä. (Heino 2010, 97–98.)

TAULUKKO 4. Pilvipalveluihin liittyvät tietoturva- ja tietosuojariskit (Heino 2010, 96,103)

Riskitilanne	Todennäköisyys	Vaikutus	Ehkäiseminen tai hallinta
Tietoliikenneyhteyksien vika	Kohtalainen	Suuri	Hankitaan yhteydet useammalta operaattorilta.
Palveluntarjoajan ylläpitovirhe	Suuri	Kohtalainen	Pilvessä ajettavista instansseista tehdään varmuuskopio pilven omilla menetelmillä, pilveen siirretyt sovellukset varmuuskopioinaan toiseen pilveen.
Pilvipalveluntarjoajan toiminnan loppuminen	Pieni	Riippuu tilanteesta	Yleensä asiakkaita varoitetaan asiasta etukäteen ja tilanteeseen osataan varautua.
Force Majeure (ilkivalta, luonnonmullistus)	Pieni	Suuri	Vaikka todennäköisyys on pieni, seuraukset voi olla merkittäviä (datan menetys, tietojen pääsy "väärin" käsiin).
Tietojen vuotaminen	Pieni	Suuri	Kaikki pilveen siirrettävä tieto on kryptattava. SaaS-palveluita ostaessa, on varmistettava, miten palveluntarjoaja ylläpitää tietoja ja tietoturvaa. Haitalliselta pääsylvä pilvikoneisto suojataan palomuurilla ja tunkeilijan havaitsemisjärjestelmällä IDS (Intrusion Detection System).
Tietoja koskevat oikeustoimet	Pieni	Vaikeasti ennustettavissa	Seuraukset ovat tapauskohtaisia, riippuvat tiedon sisällöstä ja maan lainsäädännöstä.

4 CASE: OILON

4.1 Yrityksen esittely

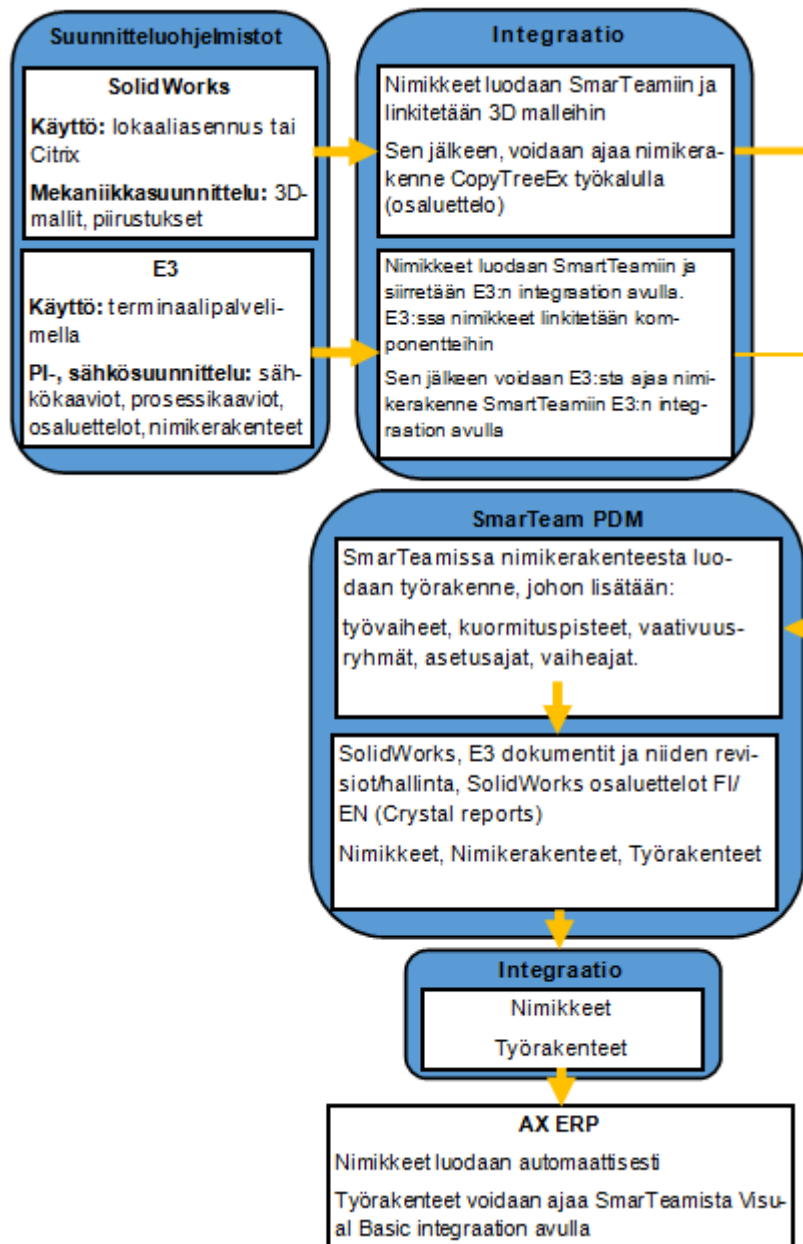
Oilon Oy on vuonna 1961 perustettu ympäristö- ja energiateknologian perheyritys. Yritys valmistaa polttimia ja polttojärjestelmiä nestemäisille ja kaasumaisille polttoaineille voimalaitoksiin, teollisuuteen, ongelmajätteenpolttoon, lämpölaitoksiin ja laivoihin. Oilonin liiketoimintaan kuuluvat myös teollisuuslämpöpumput ja kylmäratkaisut sekä erilaiset kiinteistöjen lämmitysratkaisut, kuten maalämpöpumput, polttimet ja aurinkolämpökeräimet. (Oilon 2016.)

Viimeisen kahdenkymmenen vuoden aikana Oilon on laajentanut toimintaansa ympäri maailmaa. Suomessa tuotantolaitokset sijaitsevat Lahdessa ja Kokkolassa. Konsernin ulkomaan toimintaan kuuluvat muun muassa tehdas Kiinan Wuxissa sekä myyntiyhtiöitä Etelä-Amerikassa, Saksassa, Venäjällä ja Kiinassa. Henkilöstön tukena on laaja edustajaverkosto, joka on levittäytynyt kattavasti ympäri maailman. Brasiliassa Oilonilla on tytäryhtiö Oilon Brasil Energia Ltda, joka sijaitsee Sao Paolon osavaltiossa Campinas-nimisessä kaupungissa. Oilonilla työskentelee noin 350 henkilöä, yrityksen liikevaihto vuonna 2015 oli 62,4M €. (Oilon 2016.)

Opinnäytetyön case-osiossa tutkitaan, miten Oilon Oy on toteuttanut tuotetietojen hallinnan ja jakamisen, millaisia työkaluja ja tekniikoita yrityksessä on käytössä. Työn kirjoittamisen aikana on testattu ohjelmistotyökaluja, joiden avulla pyritään parantamaan ja tehostamaan tuotetiedonhallintaa. Testitulokset on myös esitetty tässä osiossa.

Kuviossa 22 on esitetty yrityksen tärkeimmät ohjelmistot, jotka liittyvät tuotetiedonhallinnan prosesseihin ja yhteydet ohjelmistojen välissä. Seuraavissa luvuissa kerrotaan lyhyesti ohjelmistojen toiminnoista ja integraatioista, joiden avulla data siirretään järjestelmien välissä. Tavoitteena ei ole ohjelmistojen monipuolisten toiminnollisuuksien ja piirteiden tutkinta ja kuvaus, vaan niitä käsitellään ison kokonaisuuden

osina, tutkimuskohteena ovat nimittäin ohjelmistojen integraatiot ja vuorovaikutukset.



KUVIO 22. Tuotetiedonhallintaohjelmistot Oilon Oy (Oilon Intra 2016)

4.2 Suunnittelutyökalut

Mekaniikkasuunnitteluun yrityksissä käytetään CAD (Computer-aided Design) -ohjelmistoja. 1980–90-luvulla yritysten suunnittelutyökalut oli tarkoitettu 2D-piirtämiseen. 2000-luvun alusta 3D-mallinnusohjelmistot ovat

korvaamassa 2D-työkaluja. Monissa yrityksissä, kuten Oilon Oy:ssä, on vielä vanhoja 2D-piirustuksia käytössä, siksi suunnittelijat käyttävät sekä 2D- että 3D CAD-ohjelmistoja. Nykyään Oilonilla käytetään SolidWorksia mekaniikkasuunnitteluun ja E3-ohjelmistoa sähkö- ja PI-suunnitteluun. Myös vanha 2D-suunnittelutyökalu Vertex on integroitu PDM-järjestelmään vanhojen piirustusten ja sähkökaavioiden revisioiden ja hallinnan mahdollistamiseksi, mutta uusia Vertex-dokumentteja ei enää luoda.

4.2.1 SolidWorks (mekaniikkasuunnittelu)

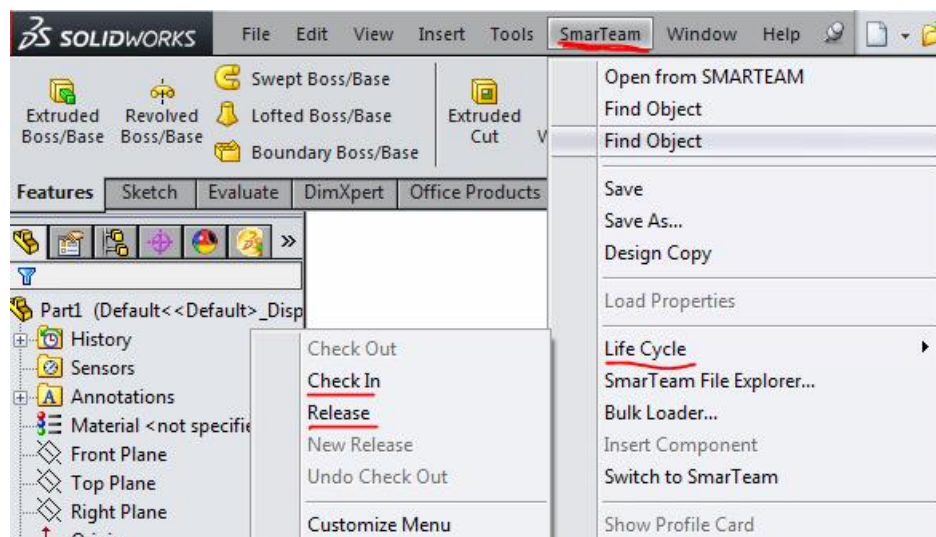
Tällä hetkellä Oilonilla käytetään Dassault Systemsin valmistamaa SolidWorks (versio 2014) -ohjelmistoa, joka on monipuolinen ja tehokas 3D-suunnittelutyökalu. Ohjelmiston valinta perustui muun muassa siihen, että sitä opetetaan laajasti, ja siksi työkalu on monille suunnittelijoille tuttu. Myös Oilonin PDM-järjestelmällä on hyvä integraatio SolidWorksiin.

SolidWorks on osien ja valmiiden tuotteiden 3D-mallinnustyökalu. Myös sillä tehdään tuotteiden valmistusdokumentaatiota. SolidWorksissa on kolme tiedostotyyppiä, jotka tallennetaan järjestelmään:

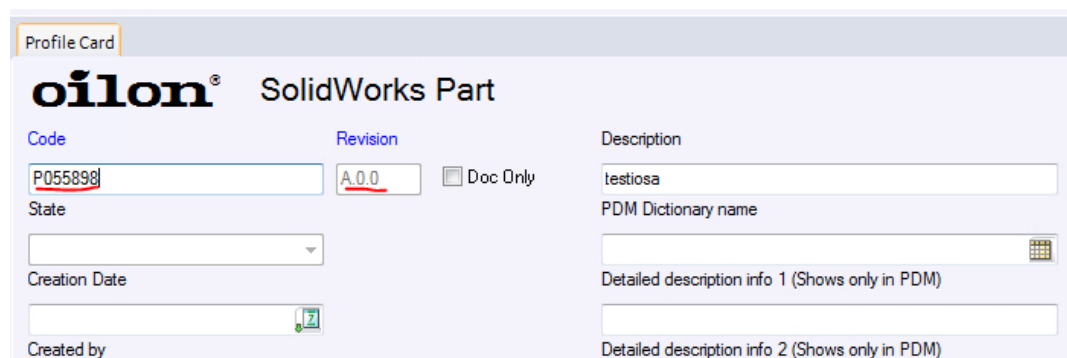
- osamallit (SolidWorks Part, sldprt-tiedosto), esimerkiksi runko, myös standardiosat, esimerkiksi kuusiokoloruuvi
- kokoonpanomallit (SolidWorks Assembly, sldasm-tiedosto), esimerkiksi valmis tuote Junior-poltin
- piirustukset (SolidWorks Drawing, slddrw-tiedosto) eli tuotteiden valmistusdokumentit, ne voivat esittää sekä osia että kokoonpanoja (Oilon Intra 2016.)

Tuotemallikokonaisuuksia tuotetaan mallintamalla osia ja luomalla niistä kokoonpanoja. Osat, kokoonpanot ja piirustukset ovat sidoksissa toisiinsa, eli yhden osan kokojen tai muiden ominaisuuksien muokkaaminen muuttaa sen osan kaikissa kokoonpanoissa ja piirustuksissa, mikä helpottaa suunnittelijan työtä huomattavasti. Silloin kun uusi osa tai kokoonpano tallennetaan SolidWorksissa, PDM-järjestelmä luo sille attribuuttikortin, jonka Code-kenttään automaattisesti generoitu juokseva

sarjanumero (kuvio 24). Osien numerot alkavat P-kirjaimella, kokoonpanojen A-kirjaimella ja piirustusten D-kirjaimella. Tallennusvaiheessa on mahdollista valita Check-in- tai Release-toiminnot (kuvio 23). Ensimmäisessä tapauksessa SmarTeamiin tallentuu tuotteen niin sanottu ”keskeneräinen” malli (revisionumerot A.0.0, A.0.1, ...). Toisessa tapauksessa järjestelmään tallentuu valmis tuotemalli (revisiot A, B, ...). Myös SmarTeamiin tallentuu luomisaika ja tekijän käyttäjätunnus. Suunnittelijan on täytettävä kuvaus-kentän (Description) ja halutessa muita tuotetietoja, joiden muokkaus onnistuu myös jälkikäteen.

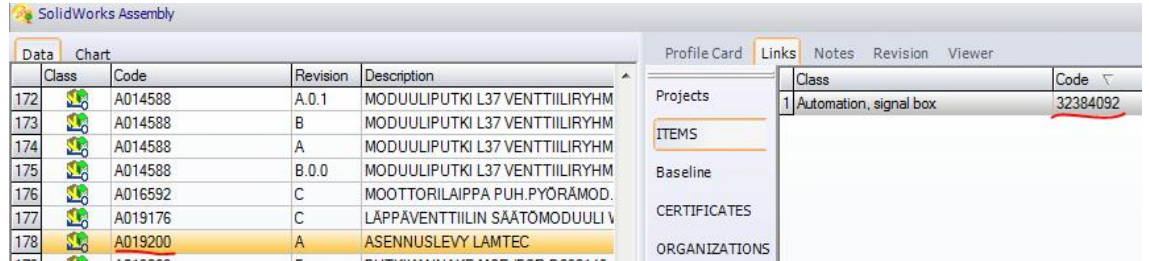


KUVIO 23. 3D-mallin tallennus PDM-järjestelmään SolidWorks – SmarTeam integraation avulla



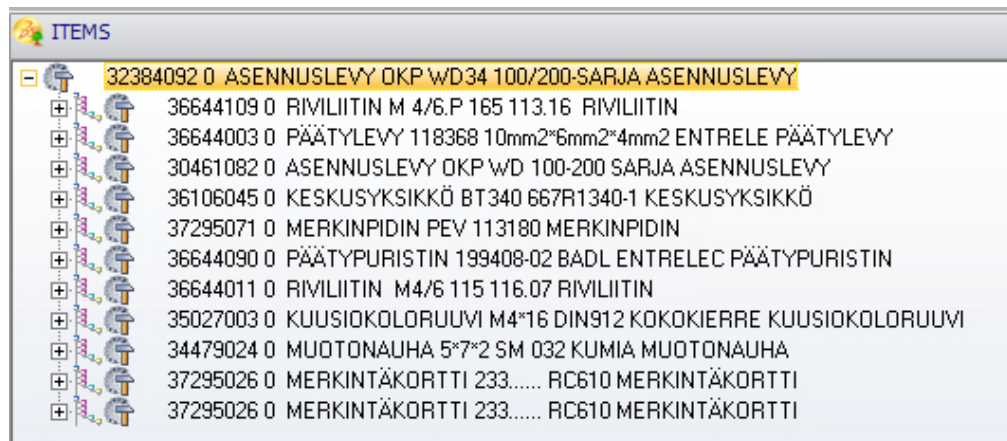
KUVIO 24. SmarTeam-attribuuttikortin ja juoksevaan koodin muodostus SolidWorks-osan tallennusvaiheessa (Check-in-operaatio)

Sen jälkeen kun SolidWorks-dokumentit on tallennettu SmarTeamiin, jokaiseen dokumenttiin linkitetään nimike. Esimerkiksi kuviossa 25 kokoonpanon A0192000 on linkitetty nimike 32384092.



KUVIO 25. Kokoonpanon nimikelinkki

Nimikerakenne ajetaan CopyTreeEx-työkalulla tuotteiden osaluetteloiden tulostusta varten. Kuviossa 26 on tuotteen A0192000 nimikerakenne.



KUVIO 26. Tuotteen nimikerakenne

Osaluettelon tulostukseen on olemassa oma Crystal Reports -niminen työkalu. Sen avulla on mahdollista tulostaa tai tallentaa pdf-muotoon sekä englanninkielisiä että suomenkielisiä osaluetteloita. Kuviossa 27 on nimikkeen 32384092 ja sen rakenteen osaluettelon sivu.



Osaluettelo ASENNUSLEVY 32384092				Viimeisin dokumentaatio näkyvä 9.7.2016 16:08:46		
Osa	Nimikoodi 3D Mallin numero Päätösnumero	Nimi Revisio	Valmistaja Valmistajan tyyppi Tekniset tiedot	Standardi Materiaali	Määrä Yksikkö	Huomautus
1	30461082 A017459 D031195	ASENNUSLEVY F D			1 pcs	
1.1	30461080 P029377 D025566	ASENNUSLEVY D D			1 pcs	
1.2	30161103 P030661 D030335	KANNATIN C B			1 pcs	
1.3	30161087 P029390 D025568	KANNATIN D C			1 pcs	
1.4	35027076	KUUSIOKOLORUUVI	Würth M5*10 MP M5 10mm 10 g	Steel	4 pcs	
1.5	37289006 P029382	ASENNUSKISKO B	Rittal	EN 60715 Zinc electroplated steel	0.400 m	2*200mm
2	36106045 P030130	KESKUSYKSIKKÖ A	Lamtec BT340 667R1340-1		1 pcs	
3	36644011	RIVILIITIN	Entralec M 4/5 115 115 R07	UL4854-UL486B	7 pcs	
4	36644090	PAÄTYPURISTIN	Entralec 199408 02 mm*		2 pcs	
5	37295071 P043012	MERKINPIDIN A	Unspecified PEV 113180		1 pcs	

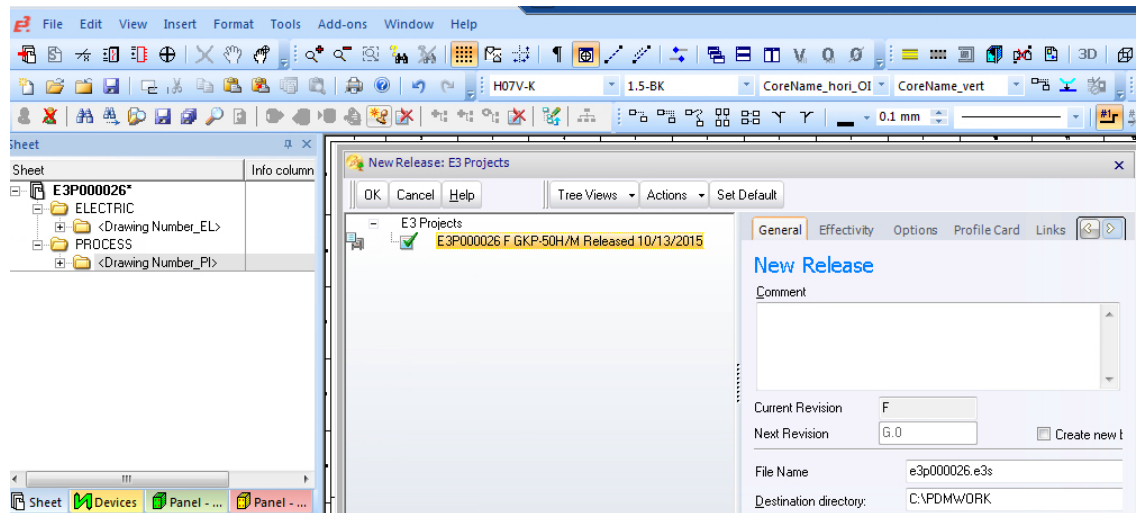
oilon LAHTI/FINLAND	NIMI ASENNUSLEVY	PIKINUMERO D029636	REVISIO C.0	OSALUETTELO	32384092	OSALUETTELO	0
	LAHTI/FINLAND	OSALUETTELO	A019200	REVISIO C.1		OSALUETTELO	1(2)

KUVIO 27. Nimikerakenteen osaluettelo

4.2.2 E3 (sähkösuunnittelu)

Nykyään vanhan Vertex-järjestelmän tilalle Oilonilla on otettu käyttöön Zukenin E3-ohjelmisto (versio 2014A) sähkö- ja PI (putkisto ja instrumentointi) -suunnitteluun. Tässäkin tapauksessa ohjelmistovalintakriteerinä oli olemassa oleva integraatio SmarTeam PDM-järjestelmään.

E3-integraatio PDM-järjestelmään on toteutettu sitten, että ensin luodaan nimikkeet SmarTeamissa, siirretään ne E3:een ja sitten linkitetään nimikkeet E3-komponenteihin. Sen jälkeen komponentit ja nimikerakenne tallennetaan SmarTeamiin integraation avulla (kuvio 28). PDM-järjestelmään tallennettujen E3-tiedostojen hallinta ja muokkaus E3-ohjelmistolla onnistuvat eri sijainneista. E3-dokumentteja kutsutaan projekteiksi, ja järjestelmä antaa niille E3P-alkuiset juoksevat numerot. E3-projektit sisältävät sähkökaaviot (EL-alkuiset numerot) ja prosessikaaviot (PI-alkuiset numerot).



KUVIO 28. E3-projektiin uuden revision tallennus SmarTeamiin

4.3 SmarTeam PDM

Dassaultin SmarTeam PDM -järjestelmä on ollut käytössä Oilonilla yli kymmenen vuotta. Järjestelmän valinta perustui sen monipuolisiin muokkaamisominaisuuksiin ja hyvään SolidWorks-integraatioon. PDM-järjestelmän ylläpitotyökalujen avulla on mahdollista muokata dataobjektien attribuuttikortteja lisäämällä tai poistamalla haluttuja kenttiä. Ylläpitotyökaluilla on myös mahdollista hallita tietokanta-attribuuttien ominaisuuksia ja käyttöoikeuksia. Ominaisuuksiltaan ja työkaluiltaan SmarTeam on sopiva pk-yritysten tarpeisiin. Hyvän rajapinnan ansiosta yhteys muihin järjestelmiin (esimerkiksi ERP:iin) on suhteellisen helppoa toteuttaa.

SmarTeam PDM toimii tuotetiedonhallinnan ytimenä (masterina). Kaikki tuotteisiin liittyvät tiedot ja dokumentit tallennetaan PDM-järjestelmään ja tämä on ainoa kanava, mistä niitä tietoja voidaan hyödyntää. (Oilon Intra 2016.)

Kuten on mainittu yllä, PDM-järjestelmällä on integraatiot SolidWorks ja E3-suunnitteluohjelmistoihin. SmarTeamilla on myös integraatiot AX-toiminnanohjausjärjestelmään ja MS Office -sovelluksiin.

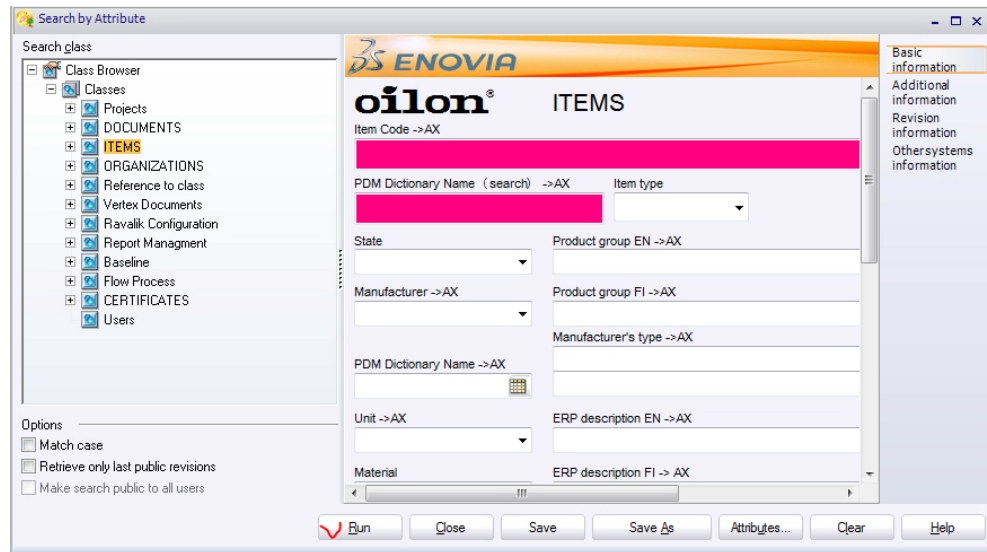
Järjestelmä koostuu palvelimella sijaitsevasta tietokantasovelluksesta sekä Vault-arkistoalueesta. Käyttäjät ovat yhteydessä tietokantaan tietoliikenneverkon välityksellä käyttäen SmarTeam client -sovellusta, jonka kautta tiedostojen katselu, muokkaus ja tallennus järjestelmään on mahdollista. (Oilon Intra 2016.)

4.3.1 Järjestelmän prosessit ja toiminnot

Tuotetiedon ja dokumenttien hallinnan näkökulmasta SmarTeamilla on seuraavat päätoiminnot:

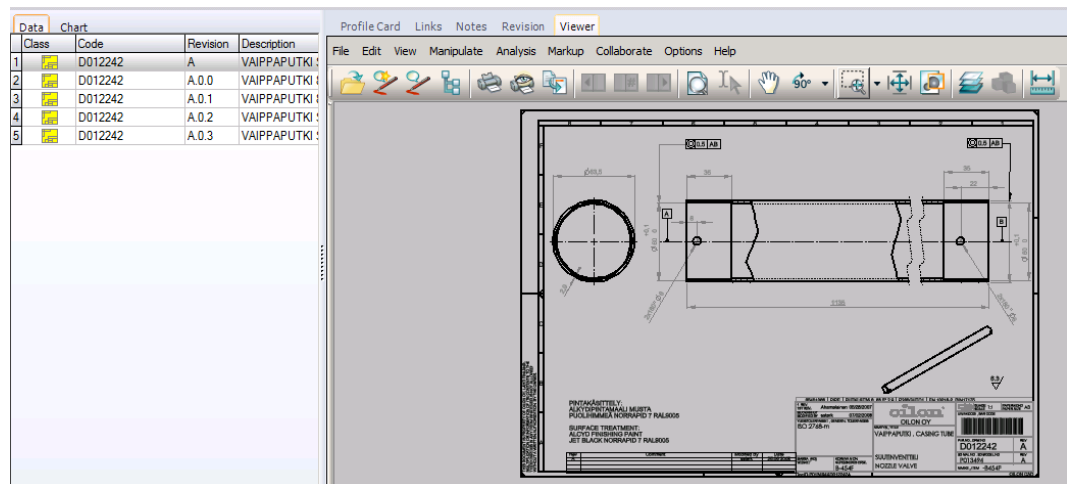
- dokumenttien, nimikkeiden ja nimikerakenteiden tarkastelu, varaus arkistosta sekä vapautus takaisin arkistoon (check-out / check-in-toiminnot)
- uusien dokumenttien sekä nimikkeiden luonti ja muokkaus
- nimikerakenteiden luonti ja muokkaus
- dokumenttien, nimikkeiden ja nimikerakenteiden revisiointi ja versiointi
- dokumenttien ja nimikkeiden elinkaaren hallinta
- otsikkotaulun, osaluettelon (BOM) ja revisiokentän täyttö
- nimikkeiden, dokumenttien ja nimikerakenteiden attribuuttien hallinta
- tietojen käyttö, haku, katselu ja tulostus (Oilon Intra 2016.)

SmarTeam mahdollistaa monipuoliset hakutoiminnot: hakeminen voidaan suorittaa eri tavoin, riippuen siitä mitä tuloksia haetaan. Kaikki haut kohdistuvat suoraan tietokantaan ja tapahtuvat nopeasti. Hakuvaihtoehdot ovat attribuuttihaku (yleisin tapa, esimerkki kuviossa 29), hakeditori, esimerkkihaku. (Oilon Intra 2016.)



KUVIO 29. Nimikkeiden hakeminen attribuuttihauilla

Piirustusten, pdf-tiedostojen, Word/Excel-dokumenttien katselu ja tulostus onnistuvat SmarTeamiin integroidulla Viewer-työkaluilla (kuvio 30).



KUVIO 30. SolidWorks-piirustuksen katselu Viewer-työkalulla

Nimikeosaluetteloiden tulostukselle on Crystal Reports-työkalu, josta mainittiin kohdassa 4.1.1 (katso kuvio 27).

PDM-järjestelmä on mukana seuraavissa yrityksen toimintaprosesseissa:

- tuotemuutokset
- hyväksyntä- ja tarkastusmenettelyt
- luotujen ja muutettujen dokumenttien jakelu

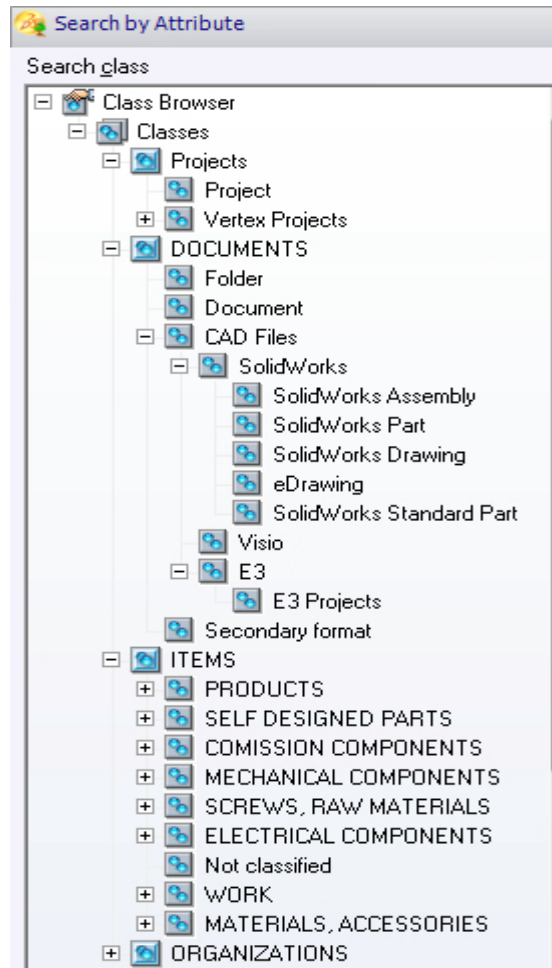
- käytöstä poistoprosessit eri dokumenteille
- katselu- ja muutosoikeudet
- varaosamallien ja varaosapiirustusten hallinta
- työrakenteiden hallinnan kautta SmarTeam on myös vahvasti osana toiminnanohjausjärjestelmää (Oilon Intra 2016).

PDM tukitoiminnot ovat seuraavat:

- sanakirjan ylläpito
- standardiosat-kirjaston ylläpito
- työasemien ylläpito
- Workflow (työrakenteet)
- järjestelmäohjeistus (Oilon Intra 2016).

4.3.2 Objektiluokat

Objektiluokkien avulla PDM-järjestelmään tallennettavaa tietoa voidaan määritellä ja jäsenellä. Yksittäistä objektia kuvataan tietokannan kortilla. Järjestelmään objektin tiedot tallennetaan attribuuttien avulla. (Oilon Intra 2016.) Kuviossa 31 on SmarTeamin tärkeimmät objektiluokat.



KUVIO 31. PDM-järjestelmän objektiluokat

Alla on objektiluokkien kuvaus ja sisällöt (Oilon Intra 2016):

Projekti (Project)

Projektiobjektin avulla kuvataan yrityksessä käynnistyvät projektit. Myös sen avulla voidaan hallita pääsyoikeudet tiedostoihin (tästä lisää kohdassa 4.3.5). Käytännössä projekti on projektinumero ja siihen liittyvä kuvaus. Projektin ja muiden objektien väliset liitokset kuvaavat objektin kuulumista tiettyyn projektiin.

Dokumentti (Document)

Dokumentti kuvaa yksittäistä tiedostoa. Dokumentit luokitellaan luontisovelluksen mukaan. SmarTeamiin voidaan tallentaa seuraavat dokumenttityypit:

- CAD-tiedostot
 - SolidWorks
 - Assembly – kokoonpano tai räjäytyskokoonpano
 - Osakokoonpanot – yksittäisten osien muodostama kokoonpano
 - Part – yksittäinen osa
 - Drawing – piirustus
 - eDrawings – käänösformaatti
 - Standard part – osto-osat (toimittajien standardeja osia)
 - E3-projektit (sähkö- ja PI-kaaviot)
 - Vertex (sähkö- ja PI-kaaviot) pdf-muodossa
- MS Word: esimerkiksi data-lehdet, tekninen rakennekuvaus
- MS Excel
- PDF- ja DXF-tiedostot: esimerkiksi piirustukset, huolto- ja käyttöohjekirjat.

Nimike (Item)

Nimike kuvaa yleisesti kaikkia järjestelmään tallennettuja objekteja: Fyysisiä objekteja, kuten tuotteita (esimerkiksi kotelo), materiaaleja (esimerkiksi teräs) sekä ei-aineellisia asioita (esimerkiksi työ). Kuten dokumentteja, nimikkeitä PDM-järjestelmässä kuvataan tietokorttein avulla. Nimikkeisiin yleensä liitetään dokumentteja. Nimikerakenne on nimikkeiden rakenteellinen kuvaus eli nimikkeiden osaluettelo (esimerkiksi kuviossa 27). Toisin sanoen nimikerakenne on tuotteen kokoonpanon kuvaus. Nimikerakenne voi olla monitasoinen, jos tuotteen pääkokoonpanoon kuuluu alikokoonpanoja. SmartTeamissa nimikkeet on jaettu seuraaviin nimikeryhmiin:

- Tuotteet – kaikki myytävät ja valmistettavat laitteet
- Itsesuunnitellut osat
- Välityskomponentit
- Mekaaniset komponentit
- Ruuvit ja raaka-aineet
- Sähkökomponentit

- Ei-luokitellut
- Työ
- Aineet ja tarvikkeet.

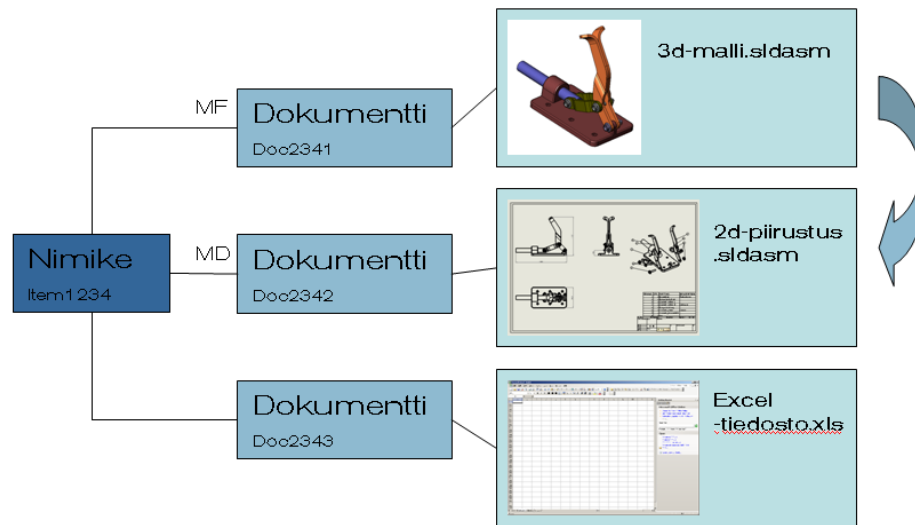
Tyypiltä nimikkeet ovat normaalit, virtuaaliset (universaali ei toimittajakohtainen osa, joka nimikerakenteen siirrossa ERP:iin korvataan normaalilla nimikkeellä) ja fiktiiviset (alihankinnassa valmistettavat osat, ei siirretä ERP:iin).

Organisaatio (Organization)

Organisaation avulla kuvataan yritykset ja yritysten tiedot sekä nimikkeiden toimittaja tai valmistaja. Yritykset luokitellaan toiminnan mukaan seuraavasti:

- Asiakas
- Toimittaja
- Valmistaja.

SmarTeamin tärkeä ominaisuus on objektien väliset linkit. Koko järjestelmän toiminta perustuu siihen: objektit kytkeytyvät toisiinsa liitosten avulla. Liitosten kautta muut objektit voidaan löytää järjestelmästä. Dokumenttien ja nimikkeiden välisiä linkkejä voidaan havainnollistaa kuviolla 32. Nimike- ja dokumenttiobjektien välisten linkkien kautta nähdään, mikä dokumentti kuuluu mihinkin nimikkeeseen ja toisinpäin. Nimike toimii kokoavana objektina, johon tässä tapauksessa liittyvät SolidWorks-kokoonpano ja -piirustus. Näin saadaan yksiselitteinen objekti, joka sisältää tuotteen kaikki tarpeelliset tiedot. (Oilon Intra 2016.)



KUVIO 32. Nimike-dokumentti-linkki PDM-järjestelmässä (Oilon Intra 2016)

4.3.3 Objektien attribuutit

Tallennettaessa objekteja SmarTeamiin niitä kuvataan attribuuttien avulla. Attribuutit ovat objektin ominaisuudet, jotka syötetään tietokorttien kenttiin. Attribuutit ovat välttämättömiä tiedon luokittelemiseksi järjestelmään. Yleensä koko objektia ei voida luoda, mikäli tiettyjä attribuutteja ei ole annettu. Myös attribuutit toimivat hakuehtoina, jotta tieto voidaan löytää järjestelmästä. Kuviossa 33 on SmarTeamiin tallennetun std-osan attribuuttikortin esimerkki. (Oilon Intra 2016.)

Profile Card Links Notes Revision Viewer

Main

Revision Info.

File Info.

Attributes

oilon® SolidWorks Standard Part

Code DocOnly PDM Description (Shows only in PDM)

STD003600 Torx Screw DIN7500CE

State Company

Released Oilon Industry

Creation Date File Type

19/02/2016 14:40 SolidWorks Part

Created by File Name (Complete file name in PDM vault)

STADM, STADM torx_screw_din7500ce_689917_699.sldprt

Modified by PDM vault directory

STADM, STADM [Released]

Last modification date and time Application Reference File Name

19/02/2016 14:40 torx_screw_din7500ce.sldprt

Document Type Cad Directory Name

c:\pdmwork\

Configuration name (Name of the Solidworks configuration)

M4x25

KUVIO 33. SmarTeamin attribuuttikortti

Attribuutit vaihtelevat riippuen siitä, minkä objektin (objektiluokan) tietoja ollaan antamassa. Tärkeimmät attribuutit ovat perustiedot (koodi ja kuvaus) ja revisiotiedot. (Oilon Intra 2016.)

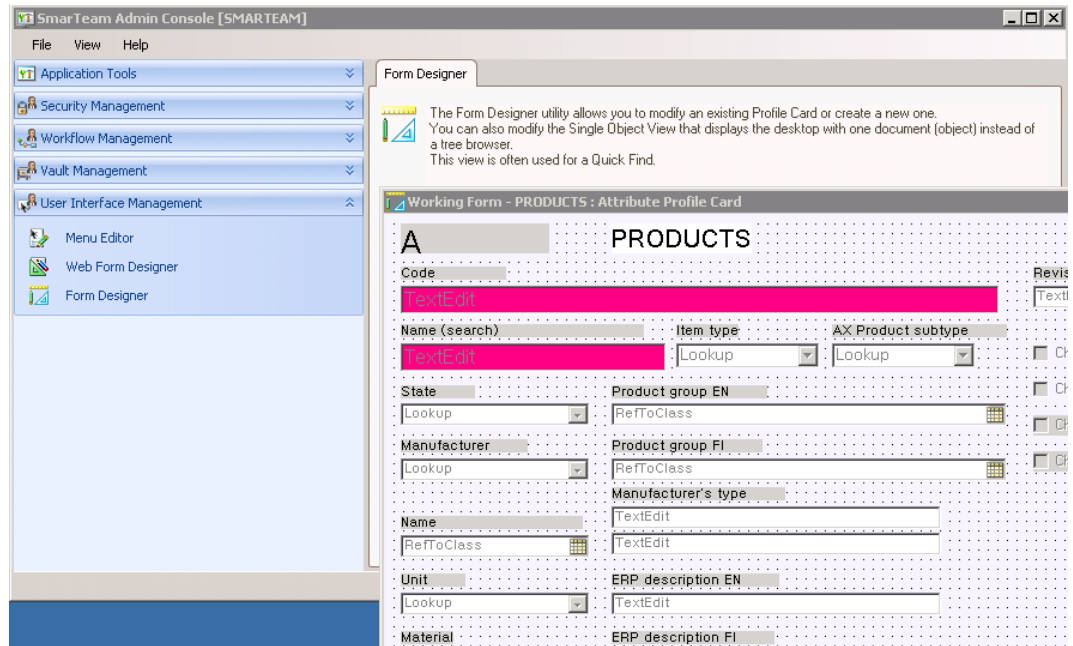
4.3.4 Monikielisuuden ongelma

Globaalisti toimivassa yrityksessä pitää pystyä jakamaan tuotetiedot eri kielillä. Kun SmarTeam PDM -järjestelmä oli otettu käyttöön Oilonilla vuonna 2005, tätä vaatimusta ei ollut täytetty. PDM-järjestelmän attribuuttikorttien otsikot ja kentät sekä SolidWoks-osien nimitykset olivat suomenkielisiä. Nimikkeiden attribuuttikorteilla on ERP description EN-kenttä nimikkeiden englanninkieliseen kuvaukseen (kentän tieto siirtyy ERP-järjestelmään), mutta kymmenillä tuhansilla nimikkeillä tätä kenttää ei ollut täytetty.

Nykyään yhtiön toiminnan laajennettua ulkomaille (muun muassa tuotanto Kiinassa) monikielisuuden ongelma vahvasti tuli esiin. Jotta PDM-järjestelmän sujuva käyttö olisi mahdollista myös Suomen ulkopuolella, muutama korjaustoimenpide suoritettiin tämän opinnäytetyön teon aikana.

SmarTeamin käyttöliittymän muokkaus

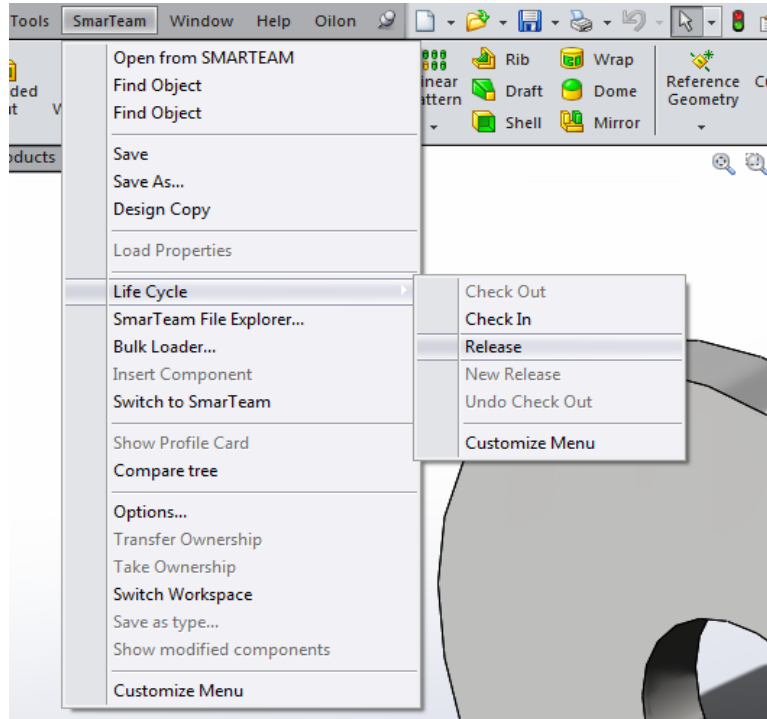
Opinnäytetyön alkuvaiheessa kaikki attribuuttikorttien kenttäotsikot ja valikot vaihdettiin englanninkielisiksi SmarTeam Admin Consolen Form Designer -työkalulla. Tähän ei ole mitään automaatiotoimintoa; jokaisen kortin joutuu muokkaamaan manuaalisesti.



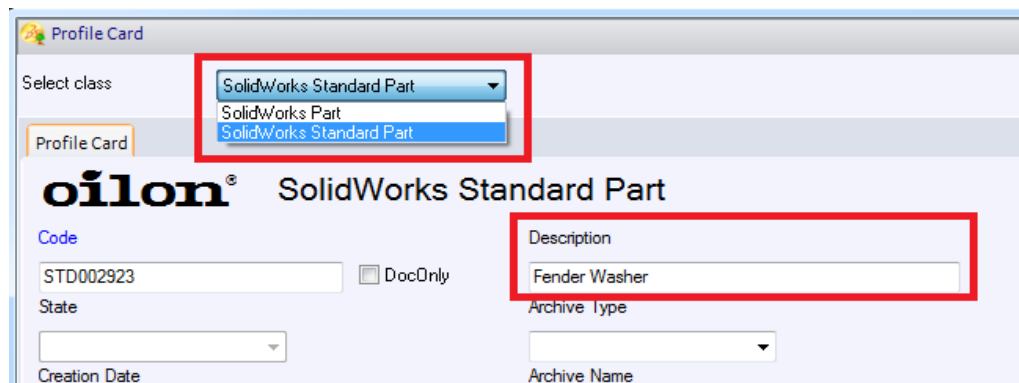
KUVIO 34. Attribuuttikortin muokkaus SmarTeam Admin Consolen kautta

Standardiosien kirjaston päivitys

Standardiosien kirjastoon lisättiin englanninkieliset standardiosat. Standardiosamallit oli jo tehty valmiiksi; niitä piti viedä PDM-järjestelmän tarkkoja ohjeita noudattaen. Ensin std-osan sisältävä tiedosto avattiin SolidWorks-ohjelmalla, sitten osa vietiin SmarTeamiin Release-toiminnolla täyttämällä jokaisen osan jokaisen konfiguraation kuvaus-kenttää (kuviot 35 ja 36). Konfiguraatio on esimerkiksi saman osan eri koot, kuten M10x30, M10x25.

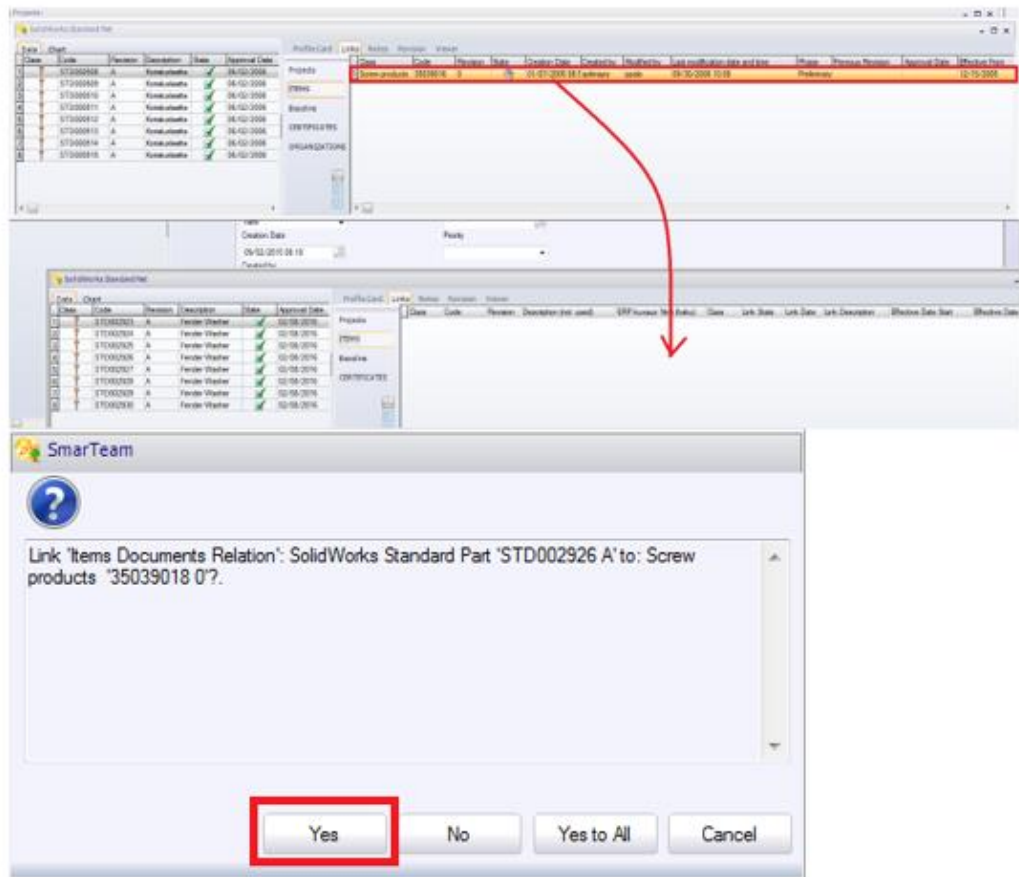


KUVIO 35. Standardiosan vieminen SmarTeamiin Release-toiminnolla



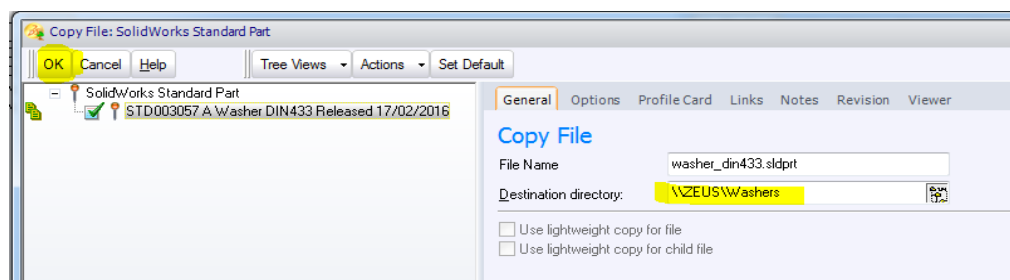
KUVIO 36. Standardiosan attribuuttikortin täyttäminen

Sen jälkeen kun std-osa on viety SmarTeamiin, jokaiseen konfiguraatioon on linkitettävä sama nimike, joka on linkitetty vastaavaan suomenkieliseen osaan (kuvio 37); muuten osaluetteloiden tulostus ei olisi mahdollista.



KUVIO 37. Nimikkeen linkittäminen standardiosaan

Tämän jälkeen uudet std-osat on kopioitava SmarTeamista verkkoasemalle (kuvio 38), jotta sinne syntyisi jokaisen osan vastaava xml-tiedosto. Ilman xml-tiedostoa PDM-järjestelmä "ei tiedä" tiedoston olemassaolosta ja osien avaaminen SolidWorks-ohjelmalla ei ole mahdollista. Tämän lisäksi kaikki SolidWorks- ja xml-tiedostot on laitettava lukutilaan, jotta niiden poistaminen ja muokkaus olisi suljettu normikäyttäjiltä.

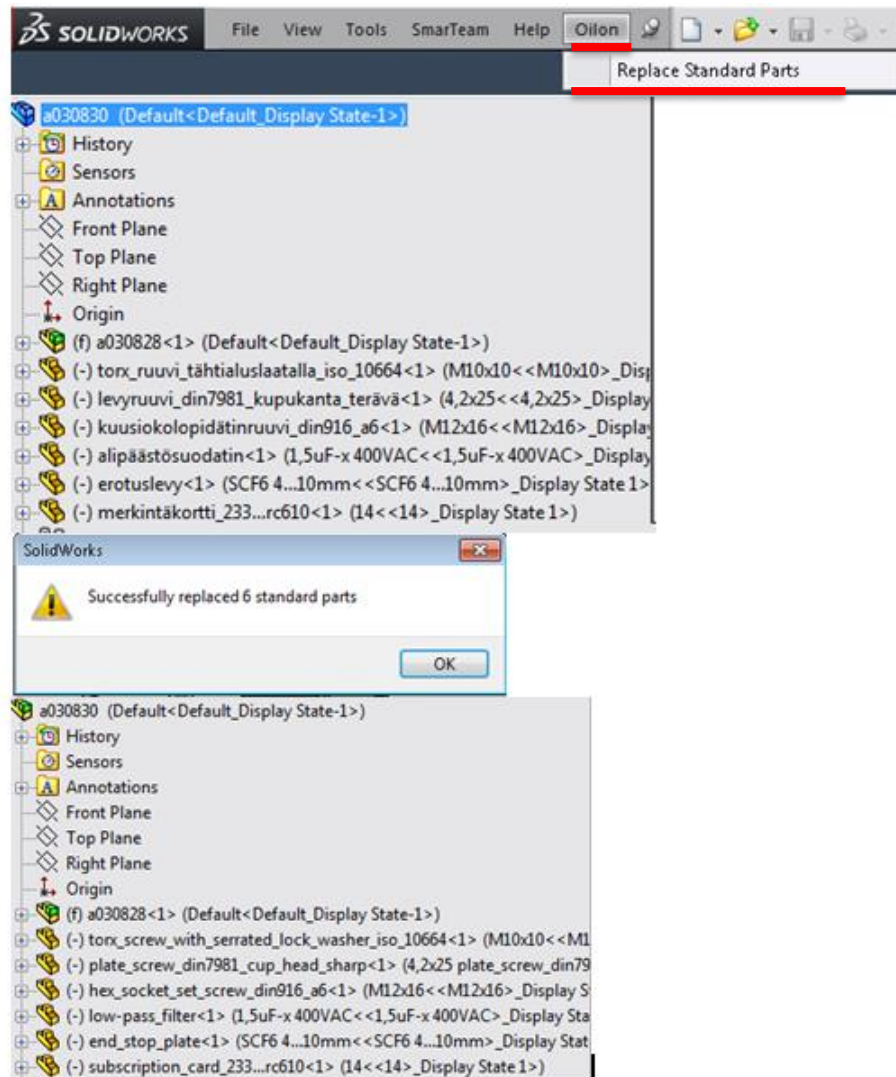


KUVIO 38. Standardiosan kopiointi verkkoasemalle

Kun tämän monimutkaisen operaatio on suoritettu, std-osat on kaikkien järjestelmän käyttäjien saatavilla SmarTeamin uudelleen käynnistyksen jälkeen.

Std-osien konvertteri

Kuitenkin tällä hetkellä kaikissa tuotannossa olevissa tuotteissa on käytössä suomenkieliset std-osat. Ennen englanninkielistä std-osien kirjaston käyttöönottoa keksittiin väliaikainen ratkaisu. Yhteistyössä SmarTeamin toimittajan kanssa räätälöitiin VB.Net -sovellus, jonka avulla kokoonpanojen suomenkieliset std-osat vaihdetaan englanninkielisiksi. Sovellus vaihtaa osia vastaavuuden Excel-taulukon perusteella (taulukko on laitettu englanninkieliset ja vastaavat suomenkieliset osien tiedostonimet) . Sovellusta ajetaan SolidWorks-makrona, ja sen pitää olla paikallisesti asennettu työasemiin. Työkalun käyttöesimerkki on esitetty kuviossa 39.



KUVIO 39. Standardiosien vaihto englanninkielisiksi std-konvertterin avulla

Alkukevällä Std-osien konvertteri oli vielä kehitysvaiheessa ja sen käyttötapojen selvittämiseksi oli tehty laaja testaustyö, jonka tuloksena sovelluksesta löydettiin virheitä ja epäkohtia, jotka korjattiin yhteistyössä toimittajan kanssa. Suurimmat ongelmat olivat seuraavat:

- Ääkkösongelma: konvertteri ei suostunut vaihtamaan ääkkösiä sisältäviä osia (esimerkiksi tähtialuslevy), tämä vika oli korjattu.
- Monitasoiset kokoonpanot: konvertteri toimii vain yhdentasoisissa kokoonpanoissa, mutta korjausten jälkeen sen ajaminen isoille monitasoisille tuotteille onnistuu, vaikka vie jonkin verran aikaa.

- Käyttöoikeudet: Alkuvaiheessa sovellus toimii vain admin-oikeuksilla, mutta tämä on usein aiheuttanut xml- ja sldprt-tiedostojen häviämisen verkkoasemalta, vaikka tiedostot olivat lukutilassa. Nyt työkalua on mahdollista käyttää normitunnuksilla, mikä auttaa välttämään tiedostojen katoamista.

Nimikkeiden englanninkielinen ERP-kuvaus

Nimikkeet, joiden attribuuttikorttien ERP description EN-kenttiä ei ollut täytetty, löydettiin tietokantakyselyllä, joka oli tehty MS Access -työkalulla. Kaiken kaikkiaan sellaisia nimikkeitä löytyi noin 25 000 kpl. Niistä oli muodostettu Excel-tiedosto, johon syötettiin puuttuvat kuvaukset. Seuraavaksi tieto syötettiin SmarTeamiin tietokantaan. Paitsi sanakirjan sanastoa, kuvaukset sisältävät teknisen tiedon, kuten koot ja tuotemallit, joten täysi kopiointi PDM:n sanakirjasta ei anna nimikkeen tarkkaa kuvausta. Tämä tarkoittaa, että sitäkin työtä jouduttiin tekemään manuaalisesti läpikäymällä jokaisen taulun rivi. Tähän työhön kului yli 100 tuntia.

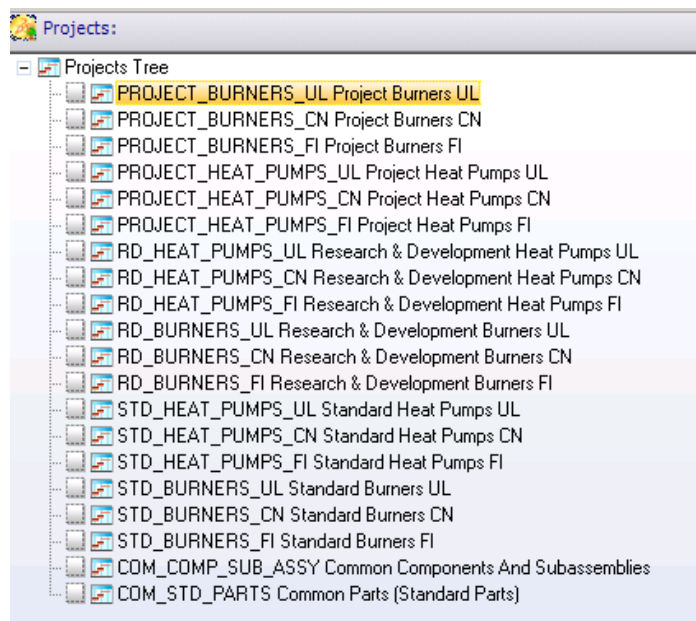
Yllä kuvattujen esimerkkien avulla nähdään, miten tärkeitä on ottaa huomioon yrityksen kehitysmahdollisuudet uusien järjestelmien käyttöönottovaiheessa. Jos tarve jakaa tuotetietoja globaalisti olisi huomioitu alusta asti, tässä luvussa mainitut korjaustoimeenpiteet olisi voitu välttää. Tämä säästäisi rahaa, aikaa ja vaivaa ja helpottaisi kommunikointia yhteistyökumppaneiden kanssa.

4.3.5 Tuotetiedon käyttöoikeudet

Toinen suuri haaste, joka tuli vastaan Oilonin liiketoiminnan laajentamisen myötä, on tuotetietojen suojaus. Tällä hetkellä Suomen suunnittelijat on sidottu SmarTeamin oikeusryhmiin, joiden perusteella niillä on oikeudet kaikkiin PDM-dokumentteihin. Nyt PDM-järjestelmää otetaan käyttöön myös Kiinan-tehtaalla. Silloin Kiinassa voidaan tuottaa omaa suunnittelumateriaalia, joka olisi keskitetysti hallittavissa ja jota voisi

hyödyntää Suomessakin. PDM-järjestelmän täydellisellä käytöllä nostetaan Kiinan organisaation ja samalla koko yhtiön tehokkuutta. Mutta Kiinassa valmistetaan vain rajoitettu tuoteryhmä (kuten polttimien venttiilikeskukset), eikä Kiinan ulkopuolella valmistettujen tuotteiden tietoja välttämättä haluta näkyviin Kiinan PDM-käyttäjille.

Ratkaisuna tietojensuojausongelmaan oli valittu tuotetietojen projektisuojaus, joka on SmarTeamin natiiviominaisuus. Se toimii niin, että kaikki tuotteet linkitetään eri projekteihin, riippuen maasta (Suomi, Kiina tai USA) ja tuoteryhmästä (esimerkiksi STD_BURNERS_CN – projektiin kuuluvat Kiinassa valmistetut standardipolttimet). Tämän lisäksi oli luotu COM_COMP_SUB_ASSY-projekti, johon on tarkoitus linkittää osat ja kokoonpanot, jotka ovat saatavilla kaikille suunnittelijoille globaalisti. SmarTeamin projektipuu löytyy kuvioista 40.



KUVIO 40. Projektipuunäkymä SmarTeamissa

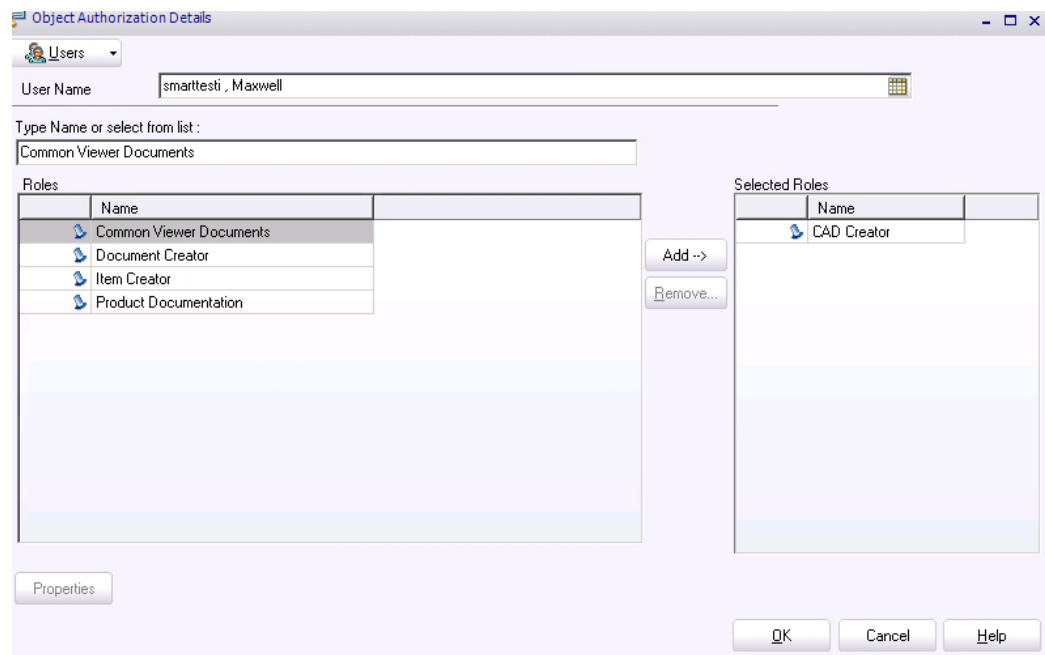
Kun projektit on luotu, luodaan käyttäjäroolit ja ryhmät, jotka otetaan käyttöön vanhojen oikeusryhmien tilalle. Roolien avulla käyttäjille annetaan tietyt oikeudet eri tuotetieto-objekteihin. Selkeään oikeuksien hallinnointiin, rooleja ja ryhmiä on luotu rajattu määrä. Taulukossa 5 on

lista testin alla olevista SmarTeamin uusista ryhmistä ja projektikohtaisista käyttäjärooleista.

TAULUKKO 5. SmarTeamin käyttäjäroolit (Oilon Intra 2016)

Ryhmä (ry) / Rooli (ro)	Kuvaus
AC Com Viewer for Project Auth (ry)	Ryhmä sisältää muun muassa haku- ja katseluoikeudet nimikkeisiin, std-osiin ja sanakirjaan. Ryhmää liitetään kaikille SmarTeam käyttäjille.
AC Item Creator (ry)	Ryhmään kuuluvat henkilöt, jotka luovat nimikkeitä ja päivittävät nimiketietoja.
AC Job Structure Creator (ry)	Ryhmään kuuluvat henkilöt, jotka luovat tuoterakenteita SmarTeamiin (rakennesuunnittelijat luovat rakenteisiin tuotannon vaiheistuksen ja ajavat rakenteita ERP:iin).
AC Dictionary (ry)	Ryhmä on luotu käyttäjille, jotka täydentävät SmarTeamin sanakirjaa, jota käytetään valittaessa nimityksiä objektien attribuuttikorteilla ja osaluetteloissa.
Common Viewer Documents (ro)	Rooli antaa katselu- ja tulostusoikeudet SmarTeamin dokumentteihin. Tällä roolilla ei ole muutosoikeuksia PDM-järjestelmässä.
CAD Creator (ro)	Rooli sisältää kaikki luonti ja muokkausoikeudet SolidWorks ja E3 dokumentteihin. Käyttäjä pystyy luomaan ja poistamaan dokumentteja sekä päivittämään niiden kaikkia attribuutteja.
Document Creator (ro)	Rooli mahdollistaa yleisten dokumenttien (datalehtien, sertifikaattien, huolto-ohje kirjojen) viemisen SmarTeamiin ja linkittämisen nimikkeille.
Product Documentation (ro)	Rooli kytketään henkilöille, jotka käyttävät ns. massatulostusta SmarTeamista.

Ryhmäoikeudet koskevat kaikkia PDM-objekteja yleensä. Käyttäjäroolit implementoidaan projektikohtaisesti: käyttäjällä voi olla eri oikeudet eri projekteihin. Esimerkiksi hänellä voi olla Common Viewer Documents ja CAD Creator roolit PROJECT_BURNERS_CN-projektissa, mutta vain Common Viewer Documents rooli PROJECT_BURNERS_FI-projektissa. Silloin käyttäjä pysyy editoimaan Kiinan-projektin dokumenttitietoja, mutta Suomen-projektiin hänellä olisi vain katseluoikeudet. Kuviossa 40 on esimerkki projektiroolien lisäämisestä käyttäjälle.



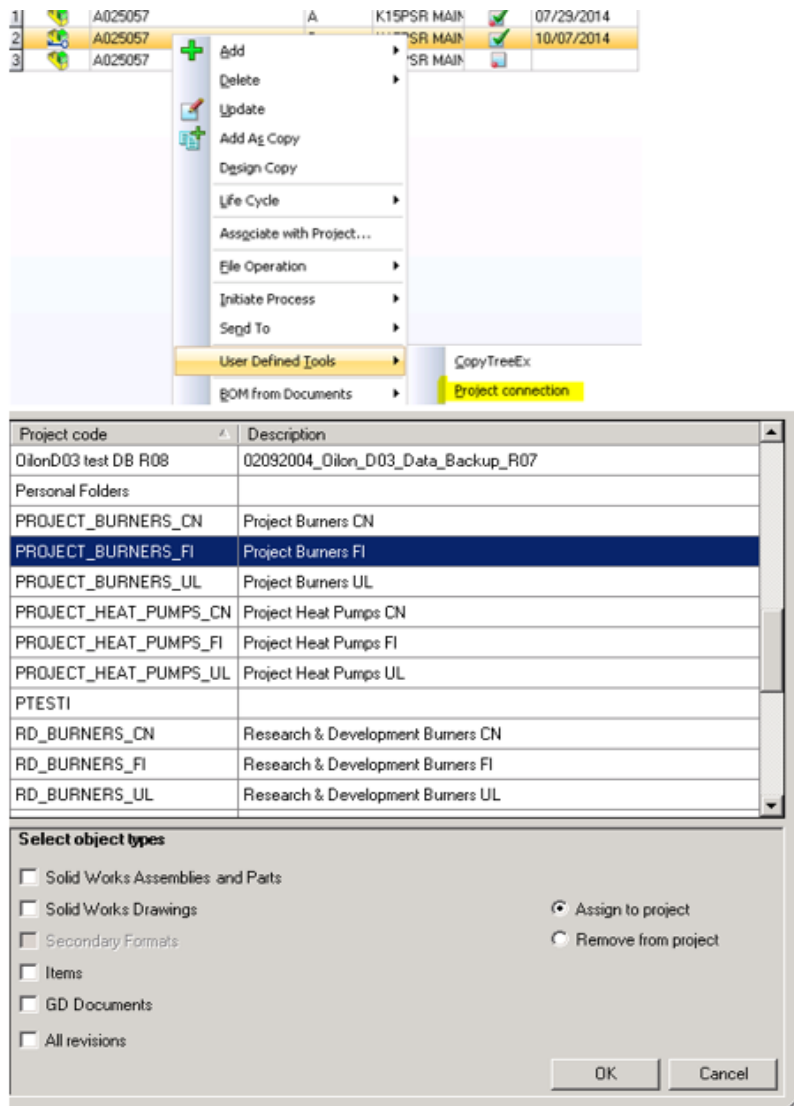
KUVIO 41. PDM-järjestelmän käyttäjän projektiroolien määrittäminen

Sen jälkeen kun kaikki tuotetieto on linkitetty tiettyihin projekteihin ja käyttäjille annettu heidän työkuvaan vastaavat ryhmät ja roolit, käyttäjät ovat oikeutettuja käyttämään (esimerkiksi näkemään tai muokkaamaan) vain ne objektit, jotka on linkitetty käyttäjille kuuluviin projekteihin. Kaikki muu tuotetieto on poissuljettu käyttäjiltä.

Ideana tämä kuulostaa hyvin selkeältä ja loogiselta, mutta noin ison muutoksen toteutus vaatii laajaa valmistelu- ja testaustyötä kaikkien mahdollisten ongelmien löytämiseksi ja riskitilanteiden välttämiseksi. Jo testien alkuvaiheessa muutama ongelmakohta tuli esiin:

- Järjestelmän hakuominaisuuksien heikentyminen: liian geneerisellä haulla käyttäjä ei välttämättä saa kaikkea haluamaansa tietoa.
- Suunnittelijoiden työmäärän lisääntyminen: uusien dokumenttien luomisen yhteydessä suunnittelijan on aina päätettävä, mihin projektiin dokumentteja sidotaan; usein dokumentteja joutuu linkittämään manuaalisesti.
- Vanhan dokumentaation linkittäminen projekteihin: PDM-järjestelmässä on kymmeniä tuhansia tiedostoja, yhden tuotteen takana voi olla eri data- ja tiedostotyyppisiä (SolidWorks-dokumentit, datalehdet, työrakenne, ynnä muuta) joiden linkittäminen projekteihin vie aikaa ja kuormittaa järjestelmän resursseja.

SmarTeamissa on omat työkalut objektien projektalinkkien luomiseen (Associate with Project-toiminto). Mutta työkalujen rajoituksena on lähinnä se, että niiden avulla pystyy linkittämään projektiin vain yksittäisen kokoonpanon revision tai yhden nimikerakenteen kerallaan. Kaikki kokoonpanoon liittyvät dokumentit (piirustukset, datalehdet) joutuu linkittämään erikseen, mikä hidastaa linkitysprosessia. Tämän ongelman ratkaisemiseksi yhteistyössä ohjelmistotoimittajan kanssa kehitettiin projektointityökalu, jolla pystyisi linkittämään projekteihin erityyppistä data ja tuotteen kaikki revisiot kerrallaan (kuvio 42).



KUVIO 42. Kokoonpanon linkittäminen projektiin projektointityökalulla

Tämän työkalun toiminnallisuudet on testattu Oilonin testiympäristössä ennen käyttöönottoa tuotannossa. Testien aikana löydettiin ja korjattiin monia virheitä, myös useat projektisuojausten konseptit oli muutettu testituloksien perusteella. Alla mainitaan sekä korjatut että työn alla olevat työkalun käyttöön liittyvät haitat ja riskitekijät.

GD-tiedostojen linkitys

Työkalun aiempi versio ei linkittänyt projektiin gd-tiedostoja (General Documents: pdf- ja dxf-tiedostot), nyt tämä on korjattu. GD-tiedostojen linkittäminen on nyt mahdollinen kokoonpanon linkittämisen yhteydessä.

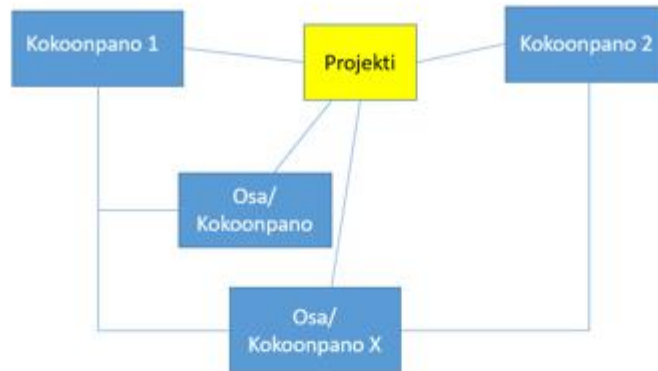
Isojen kokoonpanojen projektisuojaus

Isojen kokonaisuuksien linkittäminen projektiin on todella hidas prosessi; yhden kokoonpanon revision linkittämiseen voi mennä 2 – 5 minuuttia. Kaikkien revisioiden linkitys kerrallaan on liian raskas operaatio ja on monesti aiheuttanut SmarTeamin kaatumisen. Jotkut tuotteet sisältävät yli 30 revisiota, joten niiden linkittäminen (revisio kerrallaan) voi kestää muutama tunti. Järjestelmän resurssien kuormittamisen vähentämiseksi oli päätetty, että nimikkeitä ja std-osia ei linkitetä projekteihin ollenkaan, vaan ne ovat kaikkien käyttäjien näkyvissä ja käytettävissä.

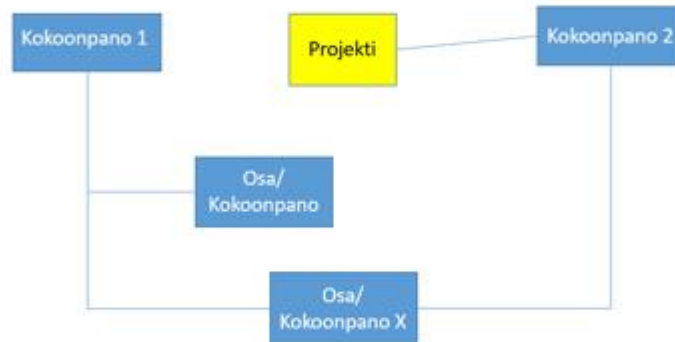
Projekttilinkkien purku

Projekttilinkkien poistaminen toimii sillä, että jos joku kokoonpano poistetaan projektista, sen alikokoonpanojen ja osien projektilinkit myös poistetaan. Niin se pitäisikin olla, mutta kyseisten osien projektilinkit häviävät myös muista samoja osia sisältävistä tuotteista ja käyttäjien näkyvistä. Tämä voi aiheuttaa virhetilanteita. Ongelma korjattiin yhteistyössä toimittajan kanssa. Projekttilinkkien poistamisen logiikan ennen korjausta ja korjauksen jälkeen voi havainnollistaa kuvion 43 avulla.

Alkutilanne: osa/kokoonpano X on käytössä kahdessa eri projektisuojatuiissa tuotteissa



Kokoonpanon 1 prjekttilinkki poistetaan. Tämä poistaa myös Osa/kokoonpanon X projektinlinkin, vaikka Kokoonpano 2 edelleen kuuluu projektiin. Tämä on virhetilanne.



Korjauksen jälkeen osan/kokoonpanon X projekttilinkki säilyy, koska se kuuluu projektisuojatuuun Kokoonpanoon 2



KUVIO 43. Projekttilinkkien purkamisen periaatteen korjaaminen

Tietokantavirheet

Tämä vika koskee niitä osia ja kokoonpanoja, joiden SolidWorks-tiedostot sisältävät useita konfiguraatioita, esimerkiksi std-osat. Jos projektiin linkitetään sellaisen osan yksi konfiguraatio, muille konfiguraatioille tulee

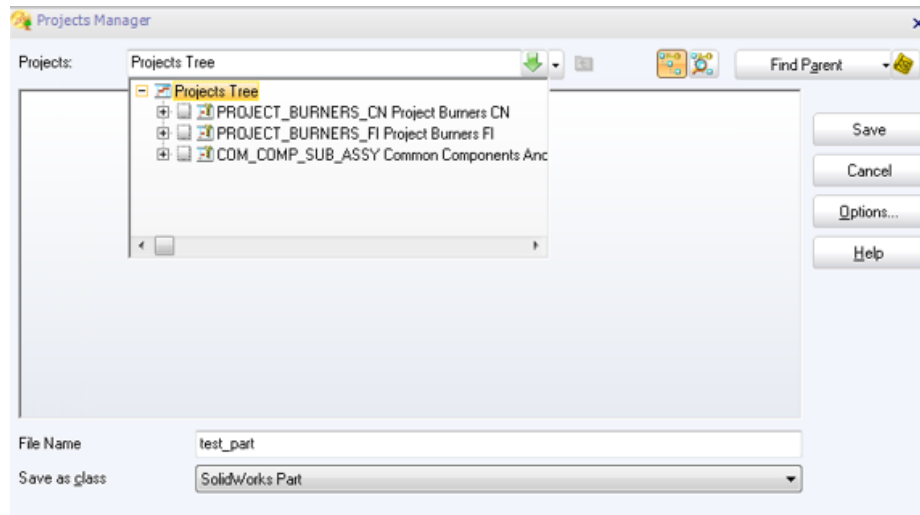
projektisuojausmerkintä tietokantaan, vaikka todellista projektilinkkiä ei ole olemassa, eli syntyy niin sanottu ”pääton” projektilinkki. Itsestään tämä ei vaikuta järjestelmän toimintaan. Mutta jos projekti, johon SolidWorks-osalla on virheellinen linkki, poistetaan ja sen jälkeen tätä osaa sisältävää kokoonpanoa yritetään editoida, koko PDM-järjestelmä lakkaa toimimasta. Tämä virhe löydettiin ikävällä tavalla: projekti, johon ei olisi pitänyt olla linkitetty mitään (mutta tietokannassa olivat virheelliset merkinnät), oli poistettu tuotannosta. Tuloksena PDM-järjestelmä oli pois käytöstä muutaman tunnin ajan koko yrityksessä. Tämä tilanne korjattiin SQL-tietokannan putsauksella. Ongelman syyn selvittämiseen meni paljon testitunteja. Koska kyseessä on ohjelmointibug, korjauspyyntö lähetettiin Dassaultille, minkä jälkeen virhe oli todennettu ja parhaillaan siihen etsitään ratkaisua. Tällä hetkellä järjestelmän ylläpitäjän käytössä on MS Access -työkalu, jonka avulla virheellisten linkkien syntymistä tietokantaan voi seurata (kuvio 44).

TDM_ID	OBJECT_ID	REVISION	TDM_SECURED_BY	OBJECT_ID1
A011527	48338	A	9887,459;	
P017944	96397	A	9887,459;	
STD000475	1394	A	9887,459;	
STD000476	1395	A	9887,459;	
STD000477	1396	A	9887,459;	
STD000478	1397	A	9887,459;	
STD002747	213996	A	9887,459;	

KUVIO 44. Tietokantavirheiden seuranta MS Access-työkalulla

Projektin valinta linkitysvaiheessa

Kun uusi SolidWorks-osa tallennetaan SmarTeamiin, käyttäjän tulee valita projektin, johon se linkitetään (kuvio 45). Ongelmana on, että tällä hetkellä käyttäjä pystyy valitsemaan vain yhden projektin, vaikka sillä olisi käyttöoikeudet useisiin projekteihin. Jos kyseisen osan halutaan linkittää muihin projekteihin, tämä on tehtävä jälkikäteen manuaalisesti, mikä voi helposti unohtua käyttäjältä.



KUVIO 45. Projektin valinta SolidWorks-osan linkitysvaiheessa

Siinä tapauksessa kun tuotteesta, joka on linkitetty muutamiin projekteihin, tehdään uusi revisio, check-in-operaation yhteydessä se automaattisesti linkittyy kaikkiin projekteihin, johon vanhalla revisiolla on linkit. Tässäkin tapauksessa projekteja ei voi valita. Siitä voi olla haittaa, jos uuden kehityksen alla olevan tuotteen revision halutaan sulkea muiden näkyvistä. Tätä ongelmaa ei ole vielä korjattu.

Projektisuojausten käytäntöjen ohjeistus

Projektointityökalu toimii vain kokoonpanojen ja nimikerakenteiden linkityksessä, yksittäisten tiedostojen linkitys sillä ei onnistu. Kuten aikaisemmin mainittiin, projektointityökalun lisäksi SmarTeamissa on omat työkalut projektilinkkien luomiseen. Niiden käyttötavat ja toiminnallisuudet eroavat huomattavasti testin alla olevan sovelluksen toiminnoista. Kuitenkin silloin, kun tietojen projektisuojaus otetaan käyttöön yrityksessä, käyttäjille on annettava tarkat ohjeet uusista toimintatavoista mahdollisten virheiden ja riskitekijöiden minimoimiseksi.

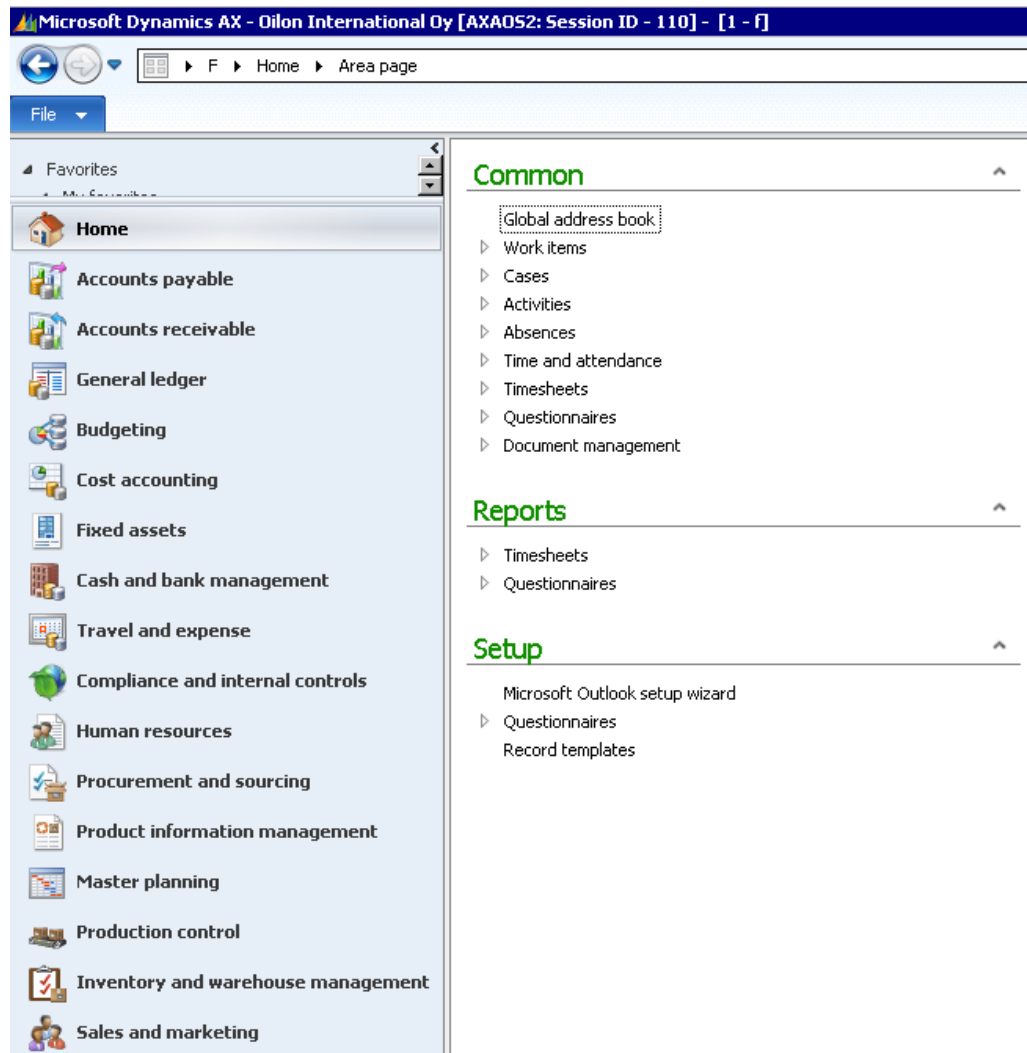
Kesäaikana projektisuojausmenetelmää oli alustavasti testattu Kiinassa testiympäristössä. Sitä varten Kiinan-käyttäjille oli luotu käyttäjätunnukset ja annettu käyttäjäroolit Kiinan-projekteihin. Niihin projekteihin oli linkitetty useita tuotteita PDM-järjestelmän käytön opettelua varten. Myös Oilonin suunnittelija oli lähetetty Lahdesta Wuxin-tehtaalle paikalliskäyttäjien

opastukseen SmarTeamin ja SolidWorksin käytössä. Samalla oli testattu tietoliikenneyhteydet ja Citrix-ympäristön toimivuus.

Menetelmän toimintojen varmistuksen jälkeen testiympäristössä aloitetaan sen implementointi myös tuotannossa. Suomen-tuotannossa projektisuojaus suunnitellaan ottaa käyttöön vaihteittain: vasta silloin kun kaikki tuotteet on linkitetty projekteihin ja käyttäjäroolit tarkkaan määrittely, vanhat käyttäjäryhmät jäävät pois käytöstä. Kuitenkin tällä hetkellä asiaa on vielä tutkittava testiympäristössä. Kun kyseessä on näinkin iso koko yrityksen toimintaa koskeva muutos, on hyvä selvittää kaikki mahdolliset riskit ja palautusmenetelmät. Tähän asti vastaavaa menetelmää ei ole ollut käytössä muilla Suomen-yrityksillä, siksi valmiita ratkaisuja ja ohjeita ei ole olemassa, mikä myös lisää haasteita.

4.4 Microsoft Dynamics AX ERP -järjestelmä

Oilonilla käytetään Microsoft Dynamics AX 2012 -toiminnanohjausjärjestelmää. Ensin se otettiin käyttöön yhdessä Oilon-konsernin yrityksistä (Scancool) ja Kiinan-toimipisteessä. Tämän vuoden toukokuussa AX 2012 oli otettu käyttöön koko yrityksessä Suomen Oilon-konserniin kuuluvien yritysten fuusioiden yhteydessä. Tähän asti vuodesta 1997 yrityksessä käytettiin Symix ERP:ä, jonka tekninen käyttöaika oli saavutettu. AX ERP oli valittu sen monipuolisuuden ja laajan käytön (sekä Suomessa että globaalisti) ansiosta. AX:n tärkeimmät moduulit ovat muun muassa ostoreskontra (Accounts payable), myyntireskontra (Accounts receivable), varastohallinta (Inventory and warehouse management), tuotetietojenhallinta (Product information management), myynti ja markkinointi (Sales and marketing), tuotantohallinta (Production control) (kuvio 46).



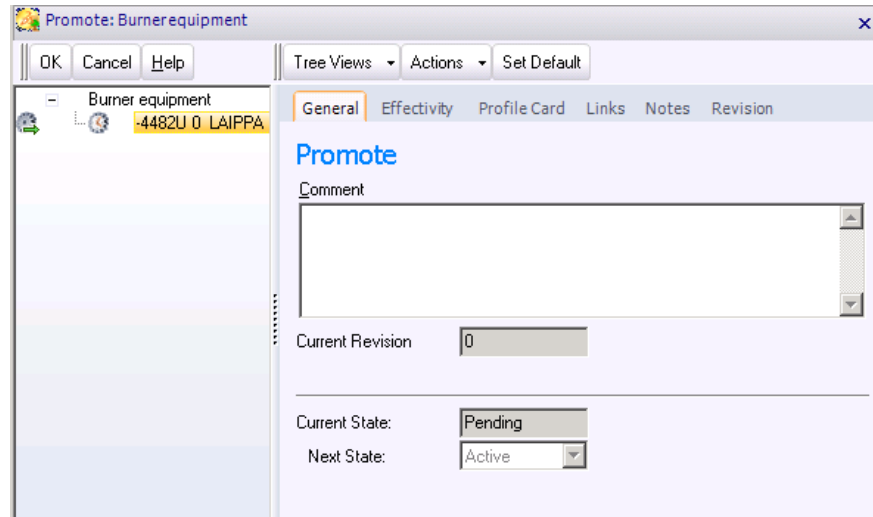
KUVIO 46. MS Dynamics AX 2012 käyttöliittymä

Tuotetieto PDM- ja ERP-järjestelmien välissä liikkuu seuraavalla logiikalla:

1. Asiakas tilaa tuotteita Oilonilta. Oilonin valikoimassa on sekä vakio-että suunnittelua vaativia tuotteita. Jos kyseessä on vakiotuote, tilaus käsitellään suoraan ERP:ssä, tilaustietoja ei siirretä PDM:ään. Jos kyseessä on suunnittelutyötä vaativat tilaustuotteet, AX:ssa tehdään tilaus, jonka rivit (nimikkeet) siirretään PDM-järjestelmään (send to PDM).
2. PDM:ssä tilausriveistä muodostetaan nimikerakenne. Silloin kun nimikkeet luodaan PDM-järjestelmään, ne ovat Pending-tilassa. Jotta nimikkeen ja sen tietojen siirto ERP:iin olisi mahdollista, nimike on aktivoitava Promote-toiminnolla (kuvio 47). Nimikkeisiin

linkitetään vastaavat SolidWorks-mallit ja E3-tiedostot.

Nimikerakenteesta vuorostaan tehdään työrakenne, joka sisältää työvaiheet.



KUVIO 47. Nimikkeen aktivointi PDM-järjestelmässä

3. Työrakenne vietään PDM:sta ERP:iin (retrieve BOM from PDM). Silloin kun suunnitteluvaihe on päättynyt, työrakenteen perusteella avataan työ eli tuotantoprosessi käynnistyy. Tämän jälkeen työrakennetta ei voi enää viedä ERP:iin ja PDM:n vastuualue loppuu siihen.

Järjestelmien välissä tieto liikkuu xml-tiedostojen välityksellä.

Integraatorajapinnat ovat Action Server Core SmarTeamin päässä ja MS BizTalk Server AX:n päässä.

4.5 Tuotetiedon jakamisen tekniikat ja työkalut

Edellisissä käytännön osion luvuissa tutkittiin tuotetietohallintaprosessia Oilon Oy:ssä, siihen liittyviä ohjelmistoja, prosesseja ja haasteita. Tämän luvun tarkoituksena on tiiviisti käydä läpi tietoliikenneyhteydet ja kanavat, joiden avulla yrityksen tuotetietoa jaetaan maan sisällä ja globaalisti.

4.5.1 Tietoliikenneyhteydet

Oilonin toimipisteet Suomessa on yhdistetty MPLS-pohjaisella yritysliittymällä. Suomen ulkopuolella Oilonilla on useita toimipisteita ulkomailla, muun muassa Kiinassa, Brasiliassa, USA:ssa ja Venäjällä. Suurin niistä on tehdas Kiinan Wuxissa, jossa suunnitellaan uusia tuotteita ja ERP- ja PDM-järjestelmät on otettu käyttöön. Tarkoituksena on myös opettaa paikallissuunnittelijoille SolidWorks-ohjelmiston käyttöä suunnittelutyön ja tiedonhallinnan helpottamiseksi. Tietoliikenneyhteys Suomen ja Kiinan välillä ei ole riittävän hyvää tasoa normaalin julkisen Internetin ylitse. Erityisinä haasteina siinä ovat suuri (noin 350 ms) latenssi, satunnaiset pakettien katoamiset sekä iso latenssvaihtelu (jitter). Stabiilin ja laadukkaan yhteyden saamiseksi Oilonilla on 10 Mb/s dedikoitu valokuituyhteys Kiinan. Yksityisverkon latenssi on noin 280 ms, yhteyden laatu on huomattavasti parempi, PDM-järjestelmän ja suunnittelutyökalujen käyttö onnistuvat kohtuullisen hyvin. Operaattorin laitteet on yhdistetty Oilonin palomuriin molemmissa linkin päissä.

Muut Oilonin ulkomaan toimipisteet ovat etupäässä myyntipisteitä, joissa ei tehdä suunnittelutyötä ja vaatimustaso tietoliikenneyhteyksille ei ole niin korkea. Yhteyksiin noihin pisteisiin käytetään paikallista julkista verkkoa, tietoja suojataan VPN-tunneloinnilla ja palomureilla (Site-to-site VPN-yhteys). Julkisen verkon toimivuus esimerkiksi USA:ssa ja Venäjällä on paljon vakaampi kuin Kiinassa, verkkojen nopeudet ovat riittävät. Verkon latenssi on noin 150 ms, kun tiedot siirretään USA:han, ja alle 100 ms Suomi-Venäjä yhteyksissä.

4.5.2 Ohjelmistojen ja järjestelmien käyttö sisä- ja ulkoverkossa

Suomen työpisteissä SmarTeam-, SolidWorks- ja E3-ohjelmistot on paikallisesti asennettu suunnittelijoiden työasemille, jotta saavuttaisiin ohjelmistojen parempi suorituskyky. Suorituskyvyn kannalta vähemmän kriittisissä työtehtävissä, kuten esimerkiksi myynti, SmarTeamia käytetään Windowsin Terminalin kautta (RemoteApp). Samoin AX ERP -järjestelmää

käytetään RemoteApp:na testiympäristössä ja tuotannossa. Kiinassa on oma ERP-ympäristö ja erillinen palvelin järjestelmän toimintoja varten.

Ulkopuoliset suomalaiset ja kiinalaiset suunnittelijat käyttävät SmarTeamia ja SolidWorksia virtualisoidun Citrix-ympäristön kautta. Citrix-virtualisointialusta valittiin, koska se parhaiten soveltuu 3D-suunnitteluun. Aikoinaan Oilonilla oli testattu 3D-mallien käsittely Windows Remote Desktopin kautta, joka on hyvin toiminut 2D-mallien kanssa. Mutta RDP-protokolla ei osannut virtualisoida näytönohjaintekniikkaa tehokkaasti, minkä seurauksena pitkä viive kuvien päivittämisessä ja pyörittämisessä tekivät suunnittelutyön mahdottomaksi. HDX-tekniikan ja Citrix-ympäristöön optimoitujen tehoajaintekniikoiden ansiosta Citrix-alusta vuorostaan on ollut toimiva ja tehokas ratkaisu tähän tehtävään. Suomalaisilla suunnittelijoilla alusta on ollut käytössä noin puolitoista vuotta. Kiinan tapauksessa PDM-järjestelmän ja SolidWorksin käyttö Citrixin kautta on ainoa toimiva vaihtoehto. Jos ohjelmisto olisi asennettu kiinalaisten käyttäjien työasemille, jokaisen operaation yhteydessä (tallennus, haku) SmarTeam olisi ottanut yhteyttä suomalaisella palvelimella sijaitsevaan Vaultiin. Tämä myös oli testattu aikoinaan ja aiheutti niin pitkän viiveen, että ratkaisu oli todettu käyttökelvottomaksi. Tämän opinnäytetyön kirjoitusaikana testattiin SmarTeamin ja SolidWorksin käyttöä Citrixin kautta Kiinan puolella ja tekniikka osoittautui toimivaksi: pientä viivettä lukuun ottamatta 3D-mallien käsittely ja PDM-järjestelmän käyttö onnistuivat hyvin. Seuraavassa alaluvussa kuvaillaan Citrix-ympäristön komponentteja ja toimintaa.

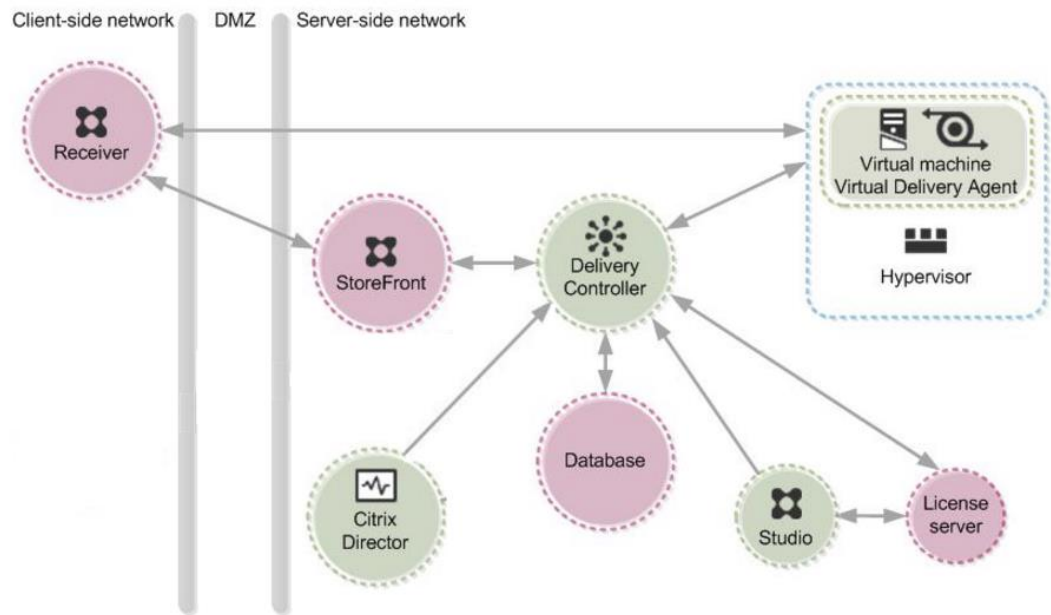
4.5.3 Citrix-ympäristön komponentit

Tällä hetkellä Oilonin etätyöntekijöillä on käytössä 10 XenServer-alustalla toimivaa virtuaalityöasema (Windows 7-käyttäjärjestelmä, keskusmuisti 8196 MB, kiintolevy 60Gb, graafinen muisti 256 Mb; 7 konetta tuotannossa ja 3 testiympäristössä). Virtualisointialustana toimii hypervisor-ohjelmisto, jonka päällä on luotu virtuaalikoneet. XenServerin ominaisuus on Control Domain (Domain0) -virtuaalikone, joka ajaa XenServerin hallintatyökalua

(xapi tai XenAPI) ja fyysisten laitteiden ajurit (Citrix 2015 b). Oilonilla XenServeria ajetaan Windowsilla ja käytetään XenCenteria virtualisointialustan hallintaan. XenCenter on graafinen käyttöliittymä, jonka avulla hallitaan virtuaalikoneita, niiden elinkaarta ja verkkoasetuksia. (Citrix 2015 b).

Citrixin käyttämät työpöytävirtualisointitekniikat ovat XenApp ja XenDesktop. Tärkein ero tekniikoiden välissä on järjestelmän resurssien jakamisessa. XenApp jakaa yhden virtuaalipalvelimen (esimerkiksi Windows Server 2008 tai 2012) resurssit monille käyttäjille, personalisointimahdollisuudet ovat rajoitettuja. XenDesktopin tapauksessa jokaiselle käyttäjälle tuodaan erillinen virtuaalikone (esimerkiksi Windows 7 tai 10), jolla on oma CPU, muisti, levytila ja mahdollisuus allokoida, eristää ja suojata omat resurssit. XenDesktop myös antaa laajat käyttäjäkohtaiset personalisointimahdollisuudet. XenAppin uusimmissa versioissa personalisointiominaisuuksia on laajennettu, mutta tekniikalla on edelleen rajoittumat administrointimahdollisuudet ja isommat sovellusten yhteensopivuusvaatimukset (sovellusten on oltava yhteensopivat Windows Serverin kanssa). Resurssien allokointitavasta johtuen XenApp käyttäjämäärä virtuaalipalvelinta (hostia) kohti on 10 – 40% isompi XenDesktopiin verrattuna. (Rose 2016). Oilonilla käytetään XenDesktop-tekniikka.

Kuviossa 48 on esitetty XenApp/XenDesktop-arkkitehtuurin tärkeimmät komponentit. Alla on komponenttien ja niiden toimintojen kuvaus. Muutamia alla listattuja komponentteja ei ole esitetty kuviossa 48, mutta ne ovat tärkeässä roolissa Oilon Oy:llä rakennetussa Citrix-ympäristössä.



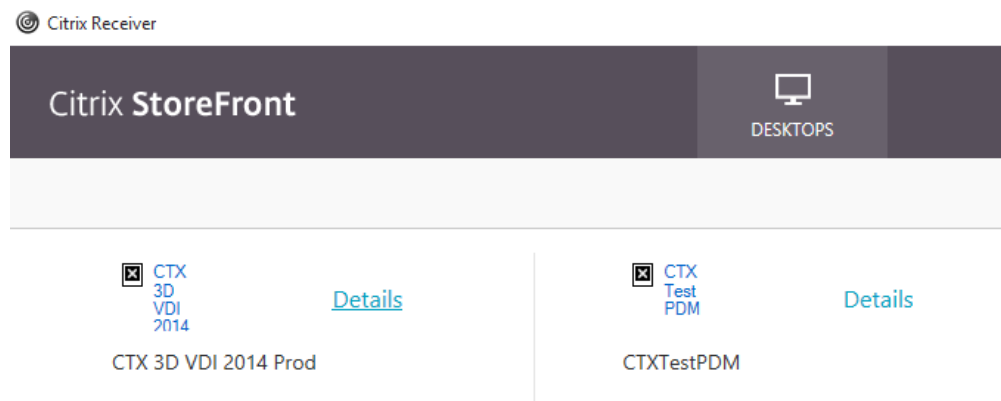
KUVIO 48. XenApp/XenDesktop-arkkitehtuurin tärkeimmät komponentit (Citrix 2016)

- Citrix Receiver on asiakasohjelmisto, joka tarjoaa käyttäjille nopean, turvallisen pääsyn etätyöasemiin, sovelluksiin ja tiedostoihin mistä tahansa laitteesta (PC, Mac, tabletit, älypuhelimet). Ohjelmisto on ilmaiseksi ladattavissa verkosta. (Citrix 2016 b.)
- NetScaler VPX 200 on virtuaalialustalla toimiva sovellusten toimitusjärjestelmä, joka yhdistää perinteisten konesalituotteiden ominaisuudet kuten kuorman tasauksen (load balancing), turvallisen etäyhteyden, välimuistin, pakkauksen, sovellusten SSL-kiihdytyksen, verkkohyökkäysten eston ja SSL VPN-yhteyden työasemiin ja sovelluksiin. Nämä ominaisuudet on suunniteltu maksimoimaan sovellusten suorituskykyä ja turvallisuutta. (Arrow Electronics 2014; Citrix 2016 a.)

Yksi NetScalerin tärkeimmistä tehtävistä on sääntöjenmukainen verkkoliikenteen ohjaus ja monitorointi. NetScalerin kautta ohjataan etäyhteyspyyntöjä NetScaler Gatewayhin. Jos pyyntö tulee sisäverkosta, kuten esimerkiksi kiinalaisten käyttäjien tapauksessa, yhteyden muodostamiseen riittää AD-autentikointi. Jos pyyntö tulee

ulkoverkosta, se ohjataan autentikointipalvelimelle vahvaa autentikointia varten (OTP- (One-Time Password), ja 2FA-todentamismenetelmät). Sen jälkeen kun käyttäjän identiteetti on todennettu, käyttäjä pääsee sisäverkkoon StoreFront-ohjelmiston liittymään.

- Citrix StoreFront on yhteinen käyttöliittymä, jonka kautta käyttäjät pääsevät omiin XenDesktop/XenApp-resursseihin: työasemiin, sovelluksiin, tiedostoihin (Citrix 2015 a). Kuviossa 49 on etäkäyttäjän StoreFront näkymä, josta on mahdollista päästä Oilonin tuotanto- tai testiympäristöön.

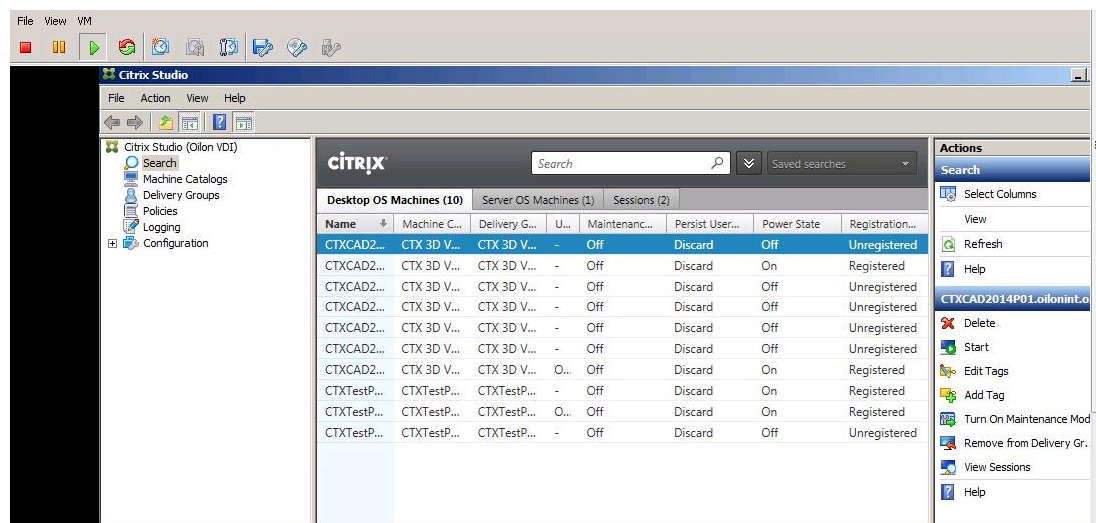


KUVIO 49. Citrix StoreFront käyttöliittymä

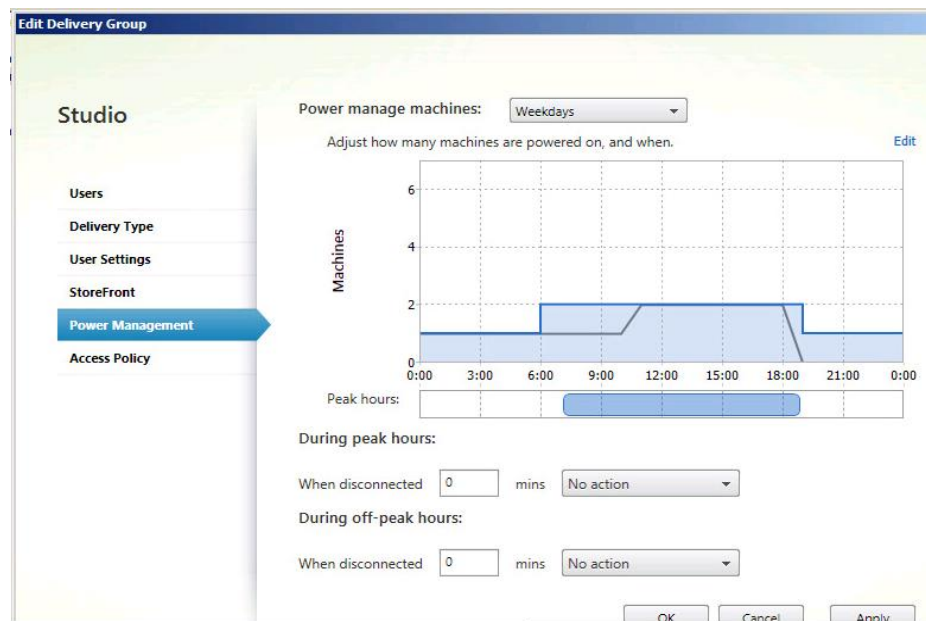
StoreFrontin pääpiirteet ovat hallitsevuus, käyttäjäkokemus (personaalisointi ja monien laitteiden tuki) ja turvallisuus (Citrix 2015 a).

- Desktop Delivery Controller: DDC on keskeinen hallintakomponentti XenApp/XenDesktop-ympäristössä. Kontrolleri koostuu palveluista, jotka kommunikoivat hypervisorin kanssa ja tuovat sovellukset ja työpöydät loppukäyttäjille, hallitsevat käyttäjien autentikointia ja pääsyä verkkoon. DDC myös vastaa käyttäjien yhteyksistä virtuaaliympäristöön, muun muassa optimoi ne yhteydet jakamalla verkon kuormitusta. DDC hallinnoi työasemien tilan, käynnistää tai sammuttaa ne riippuen on-demand-pyyntöistä tai järjestelmän konfiguraatioista. (Citrix 2016 a.)

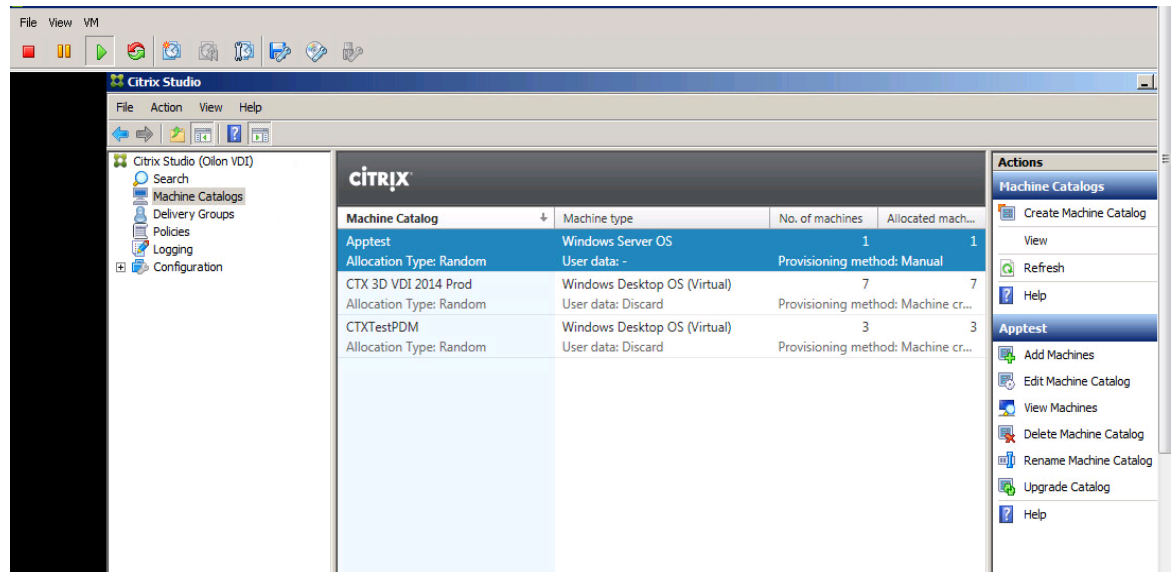
- Citrix Studio: Se on monipuolinen hallintakonsoli, jonka avulla pystyy hallitsemaan yksittäisiä virtuaalikoneita ja niiden asetuksia. Studio tarjoaa erilaisia ohjattuja toimintoja virtuaaliympäristön perustamiseen, sovellusten ja työpöytien isännöintiin ja määrittelyyn. Studion avulla voi myös allokoida ja seurata lisenssien käyttöä. Studio saa kaikki tiedot DDC:n Brocker-palvelusta. (Citrix 2016 b). Kuvioissa 50 – 53 on Citrix Studion hallintakonsolin eri näkymät.



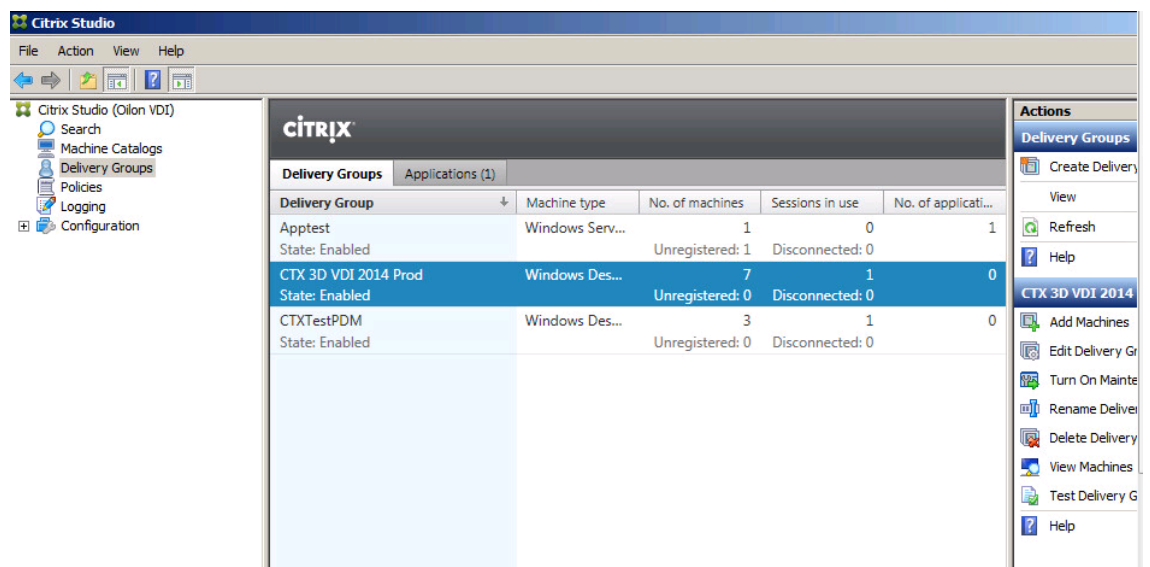
KUVIO 50. Citrix Studio: hallittavat virtuaalityöasemat



KUVIO 51. Citrix Studio -hallintakonsoli



KUVIO 52. Citrix Studio: koneluettelo (Machine Catalog)



KUVIO 53. Citrix Studio: jakeluryhmät (Delivery Group)

Kun luodaan XenApp/XenDesktop-ympäristö, on päätettävä, mitkä resurssit kenellekin käyttäjälle jaetaan. Jaetut resurssit määritellään koneluettelon avulla ja käyttäjät jakeluryhmien avulla. Koneluettelon (Machine Catalog) kuuluvat kaikki virtuaali- tai fyysiset koneet, jotka hallitaan yhtenä kokonaisuutena. Kaikilla koneilla on sama käyttöjärjestelmä ja samat sovellukset. Yleensä kaikki luettelon virtuaalikoneet ovat Master-koneen klooneja. Jakeluryhmät (Delivery Group) vuorostaan ovat luetteloja käyttäjistä, joilla on pääsyoikeudet

järjestelmään. Jokaisessa jakeluryhmässä voi olla useiden koneluettelojen koneita, ja jokainen koneluettelo voi tuoda koneita eri jakeluryhmille, mutta jokaisen yksittäisen koneen täytyy kuulua vain yhteen jakeluryhmään kerrallaan. Jakeluryhmien kautta voi jakaa sovellukset ja työpöydät käyttäjille ja määrittää, mihin resursseihin ryhmän jäsenillä on pääsy. (Citrix 2016 b). Kuviossa 52 Studio hallintakonsolissa näkyy Oilonin koneluettelot (esimerkiksi CTX 3D VDI 2014 Prod ja CTXTestPDM) ja jokaisen luettelon virtuaalikoneiden määrä. Kuviossa 53 on esitetty samannimiset jakeluryhmät, koneiden ja aktiivisten istuntojen määrä.

- Citrix Director: Citrix Director on web-pohjainen IT-tuki ja monitorointityökalu.
- Tietokanta (Database): XenApp/XenDesktop-ympäristön toimintaan tarvitaan ainakin yksi Microsoft SQL Server -tietokanta konfiguraatioiden ja istuntotietojen tallentamiseen. Tietokantaan tallennetaan kaikki DDC:n palveluiden hallinnoitu ja kerätty data. (Citrix 2016 b.)
- Virtual Delivery Agent: VDA on asennettava jokaisen ympäristöön kuuluvaan virtuaali- tai fyysiseen koneeseen, jos niiden halutaan olla etäkäyttäjien saatavissa. VDA mahdollistaa etäkoneen rekisteröintiä kontrollerille, muodostaa ja hallinnoi yhteyden etäkoneen ja käyttäjälaiteen välissä, varmistaa, että Citrix-lisenssi on käytettävissä kyseiselle käyttäjälle tai istunnolle ja suorittaa kaikki istuntokohtaiset käytännöt. Brocker Agentin avulla VDA kommunikoi kontrollerin Brocker Servicen kanssa. (Citrix 2016 b.)
- Hypervisor: Se isännöi kaikki ympäristön virtuaalikoneita, jotka sisältävät käyttäjille tuodut sovellukset ja työpöydät, ja virtuaalikoneita, joilla pyörivät XenApp/XenDesktop-komponentit. Isäntäkone, johon hypervisor on asennettu, on kokonaan omistettu sen ajamiseen ja virtuaalikoneiden isännöintiin.

- Lisenssi-palvelin (License server): hallinnoi kaikki tuotteen lisenssit. Se hallinnoi istuntojen lisensioinnin kommunikoimalla kontrollerin kanssa ja lisenssitiedostojen allokoinnin kommunikoimalla Studion kanssa. Citrixillä on konekohtainen lisensointi, johon kuuluu ylläpito. (Citrix 2016).

Tämä lista sisältää vain tärkeimmät XenApp/XenDesktop-ympäristön komponentit ja toiminnot, mutta tästäkin voidaan nähdä, miten monimutkainen ja monitasoinen järjestelmä on kyseessä, vaikka sillä ylläpidetään vain muutamaa virtuaalityöasemaa. Toimivan virtuaaliympäristön rakentamiseen tarvitaan asiantuntemusta ja yritystarpeiden ymmärtämistä. Virtuaaliympäristöylläpitotehtävät vaativat tarkkuutta, kaikki laitteet, komponentit, ohjelmistot ja palomuurit on pidettävä ajan tasalla. Silloin kun kaikki vaatimukset ovat täytetty ja yksityiskohdat huomioitu, lopputuloksena saadaan vakaa ja turvallinen virtuaaliympäristö, jonka avulla etätyöntekijöillä on mahdollisuus käyttää yrityksen työasemia ja sovellukset ajasta, paikasta ja laitteesta riippumatta. Virtuaalialustan käyttö myös vaatii paljon vähemmän fyysisiä resursseja, mikä tekee tämän ratkaisun taloudellisesti kannattavaksi.

4.6 Tuotetiedon jakamisen kehityssuunnitelma

Tämän luvun tarkoitus on etsiä Oilon Oy:n tietoliikenneyhteyksien ja ohjelmistojen parantamis- ja kehittämiskohtia. Se tehdään opinnäytetyön tulosten perusteella.

Alla on listattuna tutkitut ongelmat. Ensin kuvataan nykytilanne, sitten mietitään mahdollisia kehittämisvaihtoehtoja.

4.6.1 Tietoliikenneratkaisujen kehitys

Työpöytävirtualisoinnin lisäksi Oilon Oy on laajasti hyödyntänyt palvelinvirtualisointitekniikkaa: yli 90 % yrityksen palvelimista on virtualisoitu. Kuitenkin PDM-järjestelmä ja suunnitteluohjelmistot edelleen asennetaan suunnittelijoiden koneille lokaalisesti, koska fyysisille

työasemille asennettujen ohjelmistojen käyttö on vielä jonkin verran tehokkaampaa (vakaampaa ja nopeampaa) virtualisoituun ympäristöön verrattuna. Virtualisointitekniikat kehittyvät jatkuvasti ja lähitulevaisuudessa yhä useammin tulevat korvaamaan fyysiset järjestelmät monissa tehtävissä. Virtualisoidun alustan käyttö olisi vähentänyt ylläpitotyötä huomattavasti, koska jokainen virtuaalityöpöytä on master-koneen kloonit. Tämä myös parantaisi tietojen saatavuutta ja etätyömahdollisuuksia.

Etätyöntekijät ja kiinalaiset suunnittelijat käyttävät työssään luvussa 4.5.3 kuvattua Citrix-virtuaaliympäristöä. Tällä hetkellä se on ainoa toimiva etätyöratkaisu 3D-suunnitelutehtäviin tehokkaan näytönohjainvirtualisointitekniikan ansiosta. Muut testatut ratkaisut, kuten Windows Terminalin käyttö, ohjelmistojen paikallinen asennus Kiinan työasemille ja paikallisen palvelimen käyttö eivät toimineet lainkaan. Nykyratkaisu on toimiva, vaikka ei ole täydellinen (viive kuvan päivittämisessä). Tulevaisuudessa virtualisointitekniikoiden ja tietoliikenneyhteyksien kehityksen myötä käyttökokemus taatusti tulee paranemaan.

Nykyään PDM-järjestelmää ja suunnittelutyökaluja käytetään vain Suomen- ja Kiinan-toimipisteissä. Tulevaisuudessa suunnitellaan ohjelmistojen käyttöönottoa muun muassa USA:ssa ja Brasiliassa. Tämä vaatii Citrix-ympäristön kapasiteetin kasvattamista ja virtuaalityöasemien lisääntymistä. Myös tietoliikenneyhteyksivaatimukset voivat muuttua.

4.6.2 Monikelisen tuotetiedon tuottaminen

Tällä hetkellä SmarTeamin attribuuttikortit ja muut käyttöliittymän otsikot on käännetty englanniksi, mikä on huomattavasti helpottanut PDM-järjestelmän käyttöä ulkomailla. Standardiosienkirjastoon on myös lisätty englanninkielisiä osia.

Kuitenkin suurin osa Oilonin käytössä olevien tuotteiden 3D-malleista ja piirustuksista on suomenkielisiä. Standardiosien käännös nyt onnistuu

konvertterin avulla, mutta kaikkien muiden osien käänös on mahdoton tiedostomäärän suuruudesta johtuen. Osittain siihen auttaa nimikkeiden englanninkielinen ERP-kuvaus (tämä kenttä täytettiin työn aikana), muttaärkevin ratkaisu siihen ongelmaan olisi uusien CAD-tiedostojen ja muiden ulkomaiseen käyttöön tarkoitettujen dokumenttien tuottaminen englannin kielellä.

4.6.3 Tuotetiedon käyttöoikeudet: projektin eteneminen

Kuten edellä mainittiin, tämä projekti on vielä kesken. Käyttäjäroolit ja ryhmät on jo hyvin testattu testiympäristössä sekä Suomen että Kiinan puolella. Nyt vastaavat roolit ja ryhmät on luotu myös tuotantoon. PDM-järjestelmän käyttäjälista on käyty läpi, ja siihen on tehty ajankohtaiset muutokset: osa vanhettuneista käyttäjätunnuksista on poistettu, lisätty muutama uusi käyttäjä. Seuraava askel on käyttäjäoikeuksien määrittely ryhmien ja projektiroolien avulla. Sen jälkeen kaikki Oilonin tuotteet tulisi linkittää tiettyihin projekteihin. Tämä on iso ja tarkkuutta vaativa työ, tuotteiden luokitteluun tarvitaan muun muassa tuotesuunnittelu- ja -kehitysjohdon osallistumista.

Alussa tämä projekti implementoidaan Kiinassa, mikä on helpompi pienempään käyttäjämäärän ja rajoitetun tuoteryhmän ansiosta. Suomessa on tarkoitus testata mallin toimivuuden pienellä pilottiryhmällä mahdollisten riskien ja virhetilanteiden minimoimiseksi. Pilottitestauksen jälkeen projektioikeus otetaan käyttöön koko Suomen tuotannossa. Tämä käytäntö huomattavasti parantaa tietoturvaa: käyttäjällä on pääsyoikeudet vain niihin tiedostoihin, jotka kuuluvat niiden työkuvaan. Tämä on erittäin tärkeä, kun PDM-järjestelmä otetaan käyttöön Suomen ulkopuolella. Administrintyö myös helpottuu ja selkenee: uusien ryhmien ja roolien määrä on hyvin rajattu nykymalliin verrattuna.

Kuitenkin projektioikeuksien implementointi vaati konseptin ymmärrystä koko organisaation kokonaisuuden osana. Alkuvaiheessa uusi käytäntö voi tuntua monimutkaiselta ja selkeiden käyttöohjeiden laatiminen on

todella tärkeä. Opinnäytetyön case-osuuden avulla asian kanssa tekemisissä olevat henkilöt, kuten suunnittelupäälliköt ja tuotekehitysjohtaja, voivat saada paremman käsityksen uudesta konseptista.

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia tuotetiedon globaalin jakamisen haasteita ja mahdollisia ratkaisuja. Työn tutkimuspäakohteina olivat yrityksen tuotetiedonhallinta ja tietoliikenneyhteydet.

Ensimmäisessä teoriaosuuden luvussa tutkittiin tuotetiedonhallintaa ja sen keskeisiä käsitteitä kuten nimike, revisio, dokumentti ja tuoterakenne. Työssä käsiteltiin myös tuotetietojenhallinnan työkaluja ja PDM-järjestelmää tuotetietojen tärkeimpänä hallintatyökaluna. Työssä käytiin läpi PDM-järjestelmän rakennetta, PDM-järjestelmän valintakriteereitä ja esiteltiin Suomessa eniten käytetyt PDM-järjestelmät. CAD/CAM-yhdistyksen tutkimuksien mukaan lähes 80 % suuryrityksillä on PDM/PLM-järjestelmä käytössä ja järjestelmien käyttäjämäärä kasvaa jatkuvasti myös pk-yritysten keskuudessa. Samassa luvussa tutkittiin PDM-järjestelmien integraatiot ERP-järjestelmien kanssa ja todettiin integraatioiden tärkeä rooli nyky-yrityksen tietojärjestelmäkokonaisuuden toiminnassa.

Toisessa teorialuvussa käytiin läpi yritysten käytössä olevat yksityiset ja julkiset WAN-ratkaisut, niiden hyödyt ja haitat. Käsiteltiin myös VPN-tekniikkaa, jolla suojataan julkisten verkkojen läpi kulkevaa tietoliikennettä, IPSec-protokollan tietoturvaoperaatioita ja menetelmiä. Webtorialsin tutkimuksen mukaan nykyään eniten käytetyt WAN-tekniikat ovat MPLS ja Internet, eli niin sanottu hybridi-WAN, joka on perinteisten WAN-tenologioiden ja Internet-palveluiden yhdistelmä. Tulevaisuudessa hybridi-WAN:n käyttö tulee korvamaan vanhoja WAN-tekniikoita. Eniten WAN-liikennettä käyttävät sovellukset ja palvelut ovat yritysjärjestelmät (esimerkiksi ERP ja PDM), video- ja ääni-palvelut, pilvipalvelut ja sovellukset, mobiilikäyttäjien tuki.

Yritysovellusten luonto on myös muuttumassa, monet sovellukset hallitaan ja käytetään hajautetusti pilvi-infrastruktuurin avulla. Sen takia virtualisointi ja pilvipalvelut ovat olennainen osa monien yritysten toimintaa. Viimeisten tutkimusten mukaan monilla yrityksillä yli 75 %

palvelimista ovat virtualisoituja ja tämä luku tulee kasvamaan. Virtualisoinnin avulla vähennetään fyysisten laitteiden käyttöä, ylläpitokustannuksia, samalla nostetaan järjestelmän skaalautuvuutta ja hallitsevuutta, helpotetaan varmuuskopiointia ja palautumista. Opinnäytetyössä käytiin läpi palvelinten ja työpöytien virtualisointitekniikan perusteet, edut ja rajoitteet. Myös tässä käsiteltiin pilvipalveluiden tärkeimmät muodot (IaaS, PaaS, SaaS), operaattorin ja käyttäjän vastuunjakoalueet eri pilvimuodoissa ja pilvipalveluihin kohdistuvat riskit kuten tietojen katoaminen tai pääsy "väärin käsiin".

Opinnäytetyön käytännönsuudessa tutkittiin tuotetiedon globaalin jakamisen konkreettisia ongelmia Oilon Oy:n casen avulla. Käytännönsuuden keskeisenä tutkimuskohteena oli SmarTeam PDM -järjestelmä, sen toiminnot ja hallintatyökalut.

Työn tulosten perusteella tultiin päätökseen, että kansainvälisen yrityksen tuotetiedonhallinnan ja jakamisen suuret haasteet ovat tuotetietojen tuottaminen monilla kielillä ja tuotetietojen suojaus.

Monikielisydenongelmaa ei ollut huomioitu Oilonilla PDM-järjestelmän käyttöönottovaiheessa: SmarTeamin attribuuttikortit, kokoonpanojen osat ja ERP-kuvaukset olivat suomenkielisiä, mikä hankaloitti yhteistyötä ulkomaalaisten kumppaneiden kanssa. Opinnäytetyönteon aikana attribuuttikorttien kentät ja nimikkeiden ERP-kuvaukset oli käännetty englanniksi, std-osien kirjasto täydennettiin englanninkielisillä std-osilla. Myös std-osien käännöstyökalu kehitettiin käyttökuntoon testaamalla ja korjaamalla virheet yhteistyössä PDM-järjestelmän toimittajan kanssa.

Tuotetietojen suojausta on päätetty toteuttaa SmarTeamin projektisuojausten avulla. Silloin kaikki tuotetiedot on linkitetty projekteihin ja jokaisella PDM-järjestelmän käyttäjällä on omat roolit eri projekteissa. Roolien avulla käyttäjille annetaan tietyt oikeudet tiettyihin objekteihin (esimerkiksi katselu- tai muokkausoikeus). Tämän menetelmän avulla voidaan rajoittaa esimerkiksi kiinalaisten käyttäjien pääsyä Suomessa valmistettuihin tuotemalleihin. Tähän tarkoitukseen SmarTeamin toimittaja

on kehittänyt Oilonille projektointityökalun, jonka käyttö on vaatinut opettelua, ohjelmalogiikan ymmärrystä ja monta testaustuntia. Projekti on edistynyt opinnäytetyön aikana, useita virheitä on löydetty ja korjattu, projektin konsepti on osittain muuttunut testituloksien perusteella. Lähitulevaisuudessa on tarkoitus implementoida projektisuojausta tuotantoon, alussa Kiinassa ja sitten vaihteittain Suomessa. Kuitenkin ennen käyttöönottoa menetelmää on tutkittava ja testattava lisää testiympäristössä eli tämä projekti on vielä kesken.

Oilonin tietoliikenneyhteyksiin ei ole tehty muutoksia tämän työn kirjoittamisen aikana. Alaluvun 4.5 (Tuotetiedon jakamisen tekniikat ja työkalut) ideana on antaa yleiskatsaus yrityksen tietoliikenneyhteyksistä ja erityisesti Citrix-virtuaaliympäristöstä ja sen arkkitehtuurista. Citrix-komponenttien kuvauksen avulla voi havainnollistaa virtuaalialustan monipuolisia toimintoja ja hallintamahdollisuuksia. Kesän aikana oli testattu SmarTeam- ja SolidWorks-ohjelmistojen toiminta Kiinan päässä Citrixin kautta ja yhteys osoittautui hyvin toimivaksi.

Luvussa 4.6 pohdittiin tietoliikenneyhteyksien ja ohjelmistojen kehittämiskohteita. Mahdolliset ratkaisut etsitään työn tulosten perusteella.

Opinnäytetyön kehityksen yhteydessä käytiin läpi eri lähteitä, tehtiin paljon käytännön työtä, globaalien tuotetiedonhallinnan ja jakamisen ongelmia tutkittiin eri näkökulmista ja siihen löytyi eri ratkaisumahdollisuuksia sekä tiedonhallinnan, että tietoliikenteen puolelta. Tuotetiedonhallinta, joka oli minulle uusi aihe työn alkuvaiheessa, tutkimusten ja testausten myötä on tullut hyvin tutuksi. Myös koulun aikana opittuja tietoja tietoliikenteestä syvenivät tässä yhteydessä.

Opinnäytetyön käytännön tulokset kuten PDM-käyttöliittymän käännöstyöt ja std-osien kirjaston päivitys, edesauttavat Oilonin kansainvälistä toimintaa. Projektisuojausmenetelmää ei ole vielä otettu käyttöön, ja sen onnistumisesta voi päättää vain käyttökokemusten kautta. Kuitenkin opittujen tietojen ja tehdyn työn tulosten nähden tämän opinnäytetyön voi todeta hyvin onnistuneeksi ja saatu kokemus on hyödynnettävissä

tulevaisuudessakin.

Lopuksi voidaan todeta, että tuotetiedonhallinta ja jakaminen ovat niitä ongelmia, jotka jollain tasolla tulevat lähes jokaisen nyky-yritykseen eteen, koosta ja toimialalta riippumatta. Internetin, tietoliikenne- ja virtualisointitekniikoiden kehityksen myötä yhä useampien organisaatioiden (myös pk-yritysten) toiminta kansainvälistyy, mikä tuo lisää haasteita tuotetiedon tuottamiseen ja turvalliseen jakamiseen. Yritystietojärjestelmät ja niiden väliset integraatiot monimutkaistuvat. Ohjelmistot tulevat käyttäjäystävällisemmiksi, mutta ylläpitotyö kasvaa ja monipuolistuu, isojen järjestelmien pyörittäminen vaatii asiantuntemusta ja tarkkuutta, pienikin virhe voi maksaa paljon yritykselle. Siksi sujuva yhteistyö ohjelmistotoimittajien kanssa on todella tärkeä ylläpidon osa. Nykyään lähes kaikki yritystoiminnot on digitalisoitu. Yrityksen tehokkuus, kilpailukyky ja menestyminen pitkälti riippuvat siitä, miten hyvin yritys osaa hyödyntää työkaluja ja tekniikoita joilla digitaalituotetieto tuotetaan, hallitaan ja jaetaan.

LÄHTEET

Arrow Electronics 2014. Netscaler on suunniteltu maksimoimaan sovellusten suorituskykyä ja turvallisuutta [viitattu 28.8.2016]. Saatavissa: <https://ecs-fi.arrow.com/edustukset/citrix/Uutiset/netscaler-verkkoj%C3%A4rjestelm%C3%A4/Sivut/default.aspx>

Brown, J. 2013. PDM Buyer's Guide. Ensuring Maximum Value from Product Data Management) [viitattu 11.5.2016]. Saatavissa: <http://www.tech-clarity.com/documents/Tech-Clarity-PDM-Buyers-Guide-Summary.pdf>

Cisco 2015. CCNA Routing and Switching Connecting Networks. Verkkokurssi. Käytetyt luvut: Chapter 2: Connecting to the WAN; Chapter 3: Point-to-Point Connections; Chapter 6: Broadband Solutions; Chapter 7: Securing Site-to-Site Connectivity [viitattu 13-19.6.2016].

Citrix 2015 a. Citrix Store Front [viitattu 28.8.2016]. Saatavissa: https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en_us/documents/products-solutions/citrix-storefront-solution-brief-2015.pdf

Citrix 2015 b. XenServer 6.5: Technical FAQ [viitattu 27.8.2016]. Saatavissa: http://support.citrix.com/content/dam/supportWS/kA560000000Ts7qCAC/XenServer_6.5.0_Technical_FAQ.pdf

Citrix 2016 a. Netscaler VPX Data Sheet [viitattu 28.8.2016]. Saatavissa: https://www.citrix.com/content/dam/citrix/en_us/documents/products-solutions/citrix-netscaler-vpx-data-sheet.pdf

Citrix 2016 b. Product Documentation. Concepts and components [viitattu 27.8.2016]. Saatavissa: <https://docs.citrix.com/en-us/xenapp-and-xendesktop/7-6/xad-architecture-article/xad-core-concepts.html>

Cloud Sim 2012. Virtualization [viitattu 20.6.2016]. Saatavissa: <http://cloudsim-setup.blogspot.fi/2012/12/virtualization-and-its-type.html>

Davis, D. 2013. The Top 5 Enterprise Type 1 Hypervisors You Must Know [viitattu 20.6.2016]. Saatavissa: <http://www.virtualizationsoftware.com/top-5-enterprise-type-1-hypervisors/>

G2 2016. Best Platform as a Service (PaaS) [viitattu 24.6.2016]. Saatavissa: <https://www.g2crowd.com/categories/platform-as-a-service-paas>

Gartner 2016. Gartner Says Worldwide Server Virtualization Market Is Reaching Its Peak [viitattu 20.6.2016]. Saatavissa: <http://www.gartner.com/newsroom/id/3315817>

Heino, P. 2010. Pilvipalvelut. Hämeenlinna: Tallentum Media Oy.

Innala, M. 2013. CAD/CAM/CAE/PLM/BIM-kyselyn 2013 tulokset. Valokynä 2/2013, 64.

J/Rocky Oy 2016. Tuotetiedon hallinta: tutkimukset [viitattu 11.5.2016]. Saatavissa: <http://jrocky.fi/tuotetiedonhallinta/tutkimus/>

Lahti, S. & Salminen, T. 2014. Digitaalinen taloushallinto. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Logistiikan Maailma 2016. Toiminnanohjausjärjestelmä [viitattu 16.5.2016]. Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Toiminnanohjausj%C3%A4rjestelm%C3%A4>

Marketvisio 2013. CGI ja Axapta vahvoja alle 500 hengen yritysten ERPissä [viitattu 16.5.2016]. Saatavissa: <http://www.marketvisio.fi/fi/ajankohtaista/uutiset-marketvisio/1722-cgi-ja-axapta-vahvoja-alle-500-hengen-yritysten-erpiss>

Metzler, J. & Metzler, A. Associates Webtorials Editorial/Analyst division 2014. 2014 Wide Area Networking State-of-the Market Report [viitattu 20.6.2016]. Saatavissa: <http://www.webtorials.com/main/resource/papers/webtorials/2014-WAN-SotM/WAN-2014-SotM.pdf>

Metzler, J. & Metzler, A. Associates Webtorials Editorial/Analyst division 2015. The 2015 Guide to WAN Architecture & Design [viitattu 20.6.2016]. Saatavissa: <https://www.cisco.com/c/dam/en/us/solutions/collateral/enterprise-networks/intelligent-wan/wan-architecture-and-design.pdf>

Nichols, C. 2014. Pros and Cons of Virtualization [viitattu 20.6.2016]. Saatavissa: <http://www.unitiv.com/it-solutions-blog/bid/103228/Pros-and-Cons-of-Virtualization>

Nilsson, C. 2016. Profitability leaks in your product development process? [viitattu 30.4.2016]. Saatavissa: <https://plmgroupp.eu/webinar/pdm-webinar-profitability-leaks-product-development-process/>

Oilon 2016. Oilon yleisesite [viitattu 29.4.2016]. Saatavissa: http://www.oilon.com/uploadedFiles/Oilon/Materials/Oilon_yleisesite_FI.pdf

Oilon Intra 2016. Käytetyt tiedostot: PDM / CAD Integraatio; SolidWorks SmarTeam järjestelmäkäyttöohje; PDM-esittely; Dokumenttien katselu SmarTeamissa; Projektionnin käytännöt SmarTeamissa; Oilonin tuotetiedonhallinnan vaiheittainen globaalikäyttöönnotto.

Peltonen, H., Martio, A. & Sulonen, R. 2002. PDM Tuotetiedon hallinta. Helsinki: Edita Publishing Oy IT Press.

Pluralsight IT 2013. What is Desktop Virtualization and VDI? [viitattu 21.6.2016]. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=RsSiewDb7Dk>

Razorleaf 2009. PDM Versus ERP [viitattu 18.5.2016]. Saatavissa: <https://www.razorleaf.com/2009/04/pdm-versus-erp/>

Remde, K. 2011. SaaS, PaaS, IaaS.. Oh My! [viitattu 23.6.2016]. Saatavissa: <https://blogs.technet.microsoft.com/kevinremde/2011/04/03/saas-paas-and-iaas-oh-my-cloudy-april-part-3/>

Rose, T. 2016. Citrix XenApp vs XenDesktop: How to Decide [viitattu 27.8.2016]. Saatavissa: <http://blog.unidesk.com/citrix-xenapp-vs-xendesktop-how-to-decide>

Shen, Z. 2016. Virtualization technology [viitattu 20.6.2016]. Saatavissa: <http://www.cs.cornell.edu/courses/cs6410/2013fa/slides/09-virtualization.pdf>

Strickland, J. 2012. How Server Virtualization Works [viitattu 20.6.2016]. Saatavissa: <http://computer.howstuffworks.com/server-virtualization.htm>

Tammela, J.-P. Provianet Oy 2015. ERP – Ttoiminnanohjausjärjestelmän hankinta ja käyttöönotto yrityksessä [viitattu 16.5.2016]. Saatavissa: <http://www.provianet.fi/erp-toiminnanohjausjarjestelman-hankinta-ja-kayttoonotto-yrityksessa/>

Technopedia 2016. Product Data Management (PDM) [viitattu 29.4.2016]. Saatavissa: <https://www.techopedia.com/definition/12101/product-data-management-pdm>

Tilastokeskus 2012. Suomalaiset yritykset ulkomailla: lähes 4900 tytäryhtiötä 119 maassa vuonna 2012 [viitattu 29.4.2016]. Saatavissa: http://www.stat.fi/til/stu/2012/stu_2012_2014-04-17_tie_001_fi.html

Viksilä, R. 2016. Palvelinjärjestelmät ja Virtualisointi, kurssimateriaali. Lahden ammattikorkeakoulu, Tekniikan ala.