

Varastohallintaratkaisun toteutus tiedonhallintajärjestelmällä

Case: M-Files

Pekka Korpi-Tassi

Opinnäytetyö
Marraskuu 2015

Logistiikan koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala



JYVÄSKYLÄN
AMMATTIKORKEAKOULU



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Tekijä(t) Korpi-Tassi, Pekka Iisakki	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 2.11.2015
	Sivumäärä 83	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkajulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Varastohallintaratkaisun toteutus tiedonhallintajärjestelmällä Case: M-Files		
Koulutusohjelma Logistiikka		
Työn ohjaaja(t) Juha Sipilä		
Toimeksiantaja(t) Risto Kovanen, M-Files Oy		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyössä tutkittiin kunnossapidon varastohallintajärjestelmän toteuttamista M-Files-tiedonhallintajärjestelmää soveltaen. Tutkimus toteutettiin tapaustutkimuksena, johon kirjallisuustutkimuksen lisäksi sisältyi teemahaastattelu sekä varastohallintajärjestelmän prototypointia. Tutkimuksen teoreettisen viitekehyksen laatimisen yhteydessä tututtiin varastohallintaan, kunnossapitoon ja varastohallintajärjestelmiin. Kirjallisuustutkimus kohdistui ammattikirjallisuuteen ja artikkeleihin, joista löytyi viitteitä siitä, että kunnossapidon varastohallintaa ei olisi juurikaan tutkittu, vaikka varastohallintaan ja kunnossapitoon liittyvää ammattikirjallisuutta olikin saatavilla. Kirjallisuustutkimuksen yhteydessä havaittiin, että varastohallintajärjestelmiä käsittelevää ammattikirjallisuutta ei ole lainkaan saatavilla, mutta että aiheesta on olemassa artikkeleja, jotka paljastivat varastohallintajärjestelmien ominaisuuksia kattavasti. Tutkimuksen toteutus tapahtui prototypomallalla varastohallintajärjestelmää. Suunnittelun pohjana käytettiin hahmoteltuja järjestelmän ominaisuuksia. Ominaisuuksia täydennettiin kirjallisuustutkimuksen ja teemahaastattelun löydöksillä. Tutkimukseen kuuluneen teemahaastattelun perusteella selvisi, että ainakaan yhdessä tapauksessa kunnossapidon varastohallinta ei ollut vahvasti ohjattua ja että kunnossapidon varastohallintaa kannattaisi tutkia lisää. Tutkimus kokonaisuudessaan osoitti, että M-Files-tiedonhallintajärjestelmä soveltuu varastohallintajärjestelmän alustaksi. Tutkimuksen lopputuloksena syntyi mahdollinen varastohallintajärjestelmän tietovaraston rakenne, VBScript-funktiokirjastoajennos ja ehdotelma tavasta toteuttaa tarvittavia M-Files Desktop UI-laajennoksia. Loppupäätelmä oli, että M-Files-tiedonhallintajärjestelmän sovittaminen varastohallintakäyttöön vaatisi luotettavan varastokirjanpito-moduulin toteuttamista sekä yhteisiä M-Files Desktop UI-laajennoksien elementtejä.</p>		
Avainsanat (asiasanat) varastohallinta, tiedonhallinta, varastohallintajärjestelmä, kunnossapito, M-Files		
Muut tiedot		



Author(s) Korpi-Tassi, Pekka Iisakki	Type of publication Bachelor's thesis	Date 2.11.2015
	Number of Pages 83	Language of publication Finnish
		Permission for web publication: x
Title of publication Warehouse management system implementation with information management system Case: M-Files		
Degree of programme Logistics		
Tutor(s) Sipilä, Juha		
Assigned by Kovanen, Risto, M-Files Oy		
Abstract <p>This bachelor's thesis is a report for research where implementation of warehouse management system utilizing M-Files software was studied. Research was implemented as a case study that included a literature review, a semi-structured interview and prototyping the warehouse management system. Forming the theoretical framework consisted of studying topics warehouse management, maintenance and warehouse management systems. The literature review focused on books and articles, which seemed to indicate that maintenance related warehouse management had not been studied much, although there was professional literature on maintenance and warehouse management separately available. The literature review showed that there are no book sources about warehouse management systems available, but that there are articles available on the topic, which revealed an extensive set of features for warehouse management system. The actual research was conducted by prototyping the warehouse management system. Some preliminary features of the system were used as starting point for the prototype. The features were updated according to results from the literature review and the semi-structured interview. The semi-structured interview indicated that at least in one case the maintenance related warehouse management was not strongly controlled and that maintenance related warehouse management ought to be studied more. The research as a whole demonstrated that M-Files can be used as a platform for a warehouse management system. The concrete results of the research included possible Vault structure, VBScript function library and a proposal on the structure of UI extensions necessary to use M-Files Desktop for warehouse management purposes. The final conclusion was that M-Files in warehouse management system usage would require dependable stock control module and common UI extension elements to be made available.</p>		
Keywords/tags (subjects) warehouse management, information management, warehouse management system, maintenance, enterprise asset management, M-Files		
Miscellaneous		

Sisältö

1 Johdanto.....	3
1.1 Tärkeiden käsitteiden määrittely.....	4
1.2 Motivaatio ja tausta.....	7
1.3 Tutkimusongelma ja tutkimusongelman rajaus.....	7
1.4 Tutkimusprosessin esittely ja tutkimusmenetelmä.....	8
1.4.1 Tapaustutkimus.....	9
1.4.2 Kirjallisuustutkimus.....	12
1.4.3 Ammattikirjallisuus.....	12
1.4.4 Sähköiset lähteet.....	13
1.4.5 Teemahaastattelu.....	13
1.4.6 Havainnointi.....	14
1.4.7 Muut lähteet.....	15
2 Tutkimuksen viitekehys.....	16
2.1 Varastointi.....	16
2.1.1 Varastotoiminnot.....	20
2.1.2 Vastaanotto.....	20
2.1.3 Lähettäminen.....	22
2.1.4 Materiaalinkäsittely.....	22
2.1.5 Varastokirjanpito.....	23
2.1.6 Varastonhallinta.....	25
2.1.7 Varastonhallintajärjestelmä.....	30
2.2 Kunnossapito ja varastointi.....	37
2.3 Ohjelmistokehitys.....	42
2.3.1 Vesiputousmalli.....	42
2.3.2 Tilakaavio.....	44
2.3.3 ER-kaavio.....	44
2.4 M-Files-tiedonhallintajärjestelmä.....	45
2.4.1 M-Files Oy.....	45
2.4.2 Järjestelmän osat.....	46
2.4.3 Vault (tietovarasto).....	47
2.4.4 M-Files Desktop käyttöliittymä.....	50
2.4.5 Ohjelmointirajapinnat.....	50

2.4.6 Raportointi.....	51
2.4.7 Muokattavuus.....	51
3 Tutkimuksen toteutus.....	53
3.1 Varastohallintajärjestelmän hahmottelu.....	53
3.1.1 Järjestelmän vaatimukset.....	54
3.1.2 Järjestelmän prosessikaavio.....	55
3.2 Varastohallintajärjestelmän prototypointi.....	55
3.2.1 Prototypointi, 1. viikko.....	57
3.2.2 Prototypointi, 2. viikko.....	58
3.2.3 Prototypointi, 3. viikko.....	60
3.2.4 Tietovarasto.....	61
3.2.5 VBScriptLibrary.....	62
3.2.6 Käyttöliittymälaajennokset.....	62
3.3 Kunnossapidon varastohallinta, Koskisen Oy.....	64
3.3.1 Varastotoiminnot.....	66
3.3.2 Nimikkeistö.....	67
3.3.3 Kunnossapidon varastohallinnan problematiikkaa.....	67
3.3.4 Huomioita.....	68
3.3.5 Varastohallintajärjestelmän ominaisuuksista.....	69
3.3.6 Kehitysideoita.....	70
4 Tutkimustulokset.....	72
4.1 Johtopäätökset.....	73
4.2 Luotettavuus.....	77
4.3 Tutkimustulosten merkitys ja jatkokäyttö.....	77
4.4 Mahdollisia jatkotutkimuksen aiheita.....	79
4.5 Pohdinta.....	79
Lähteet.....	81

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö toimii raporttina tutkimukselle, jossa käsitellään varastohallintaratkaisun toteutusta, jonka pohjana käytettäisiin M-Files-tiedonhallintajärjestelmää. Opinnäytetyössä tutkitaan millaisia prosesseja ja perustoiminnallisuuksia kunnossapitoratkaisuun liittyvän varastohallintajärjestelmän tulisi tarjota sekä millaisia lisäominaisuuksia varastohallintajärjestelmä voisi sisältää. Opinnäytetyössä selvitetään, kuinka tiedonhallintajärjestelmä M-Files soveltuu kunnossapidon varastohallintaratkaisun alustaksi ja kuinka M-Filesiin pohjautuva varastohallintaratkaisu M-Filesin päälle toteutettuna voisi rakentua.

Opinnäytetyön tutkimusmenetelmänä on tapaustutkimus ja tiedonkeruumenetelmä käytetään kirjallisuustutkimusta, teemahaastattelua sekä havainnointia. Opinnäytetyö jakaantuu rakenteellisesti neljään osaan, joissa käsitellään seuraavia aiheita:

- Johdanto (1. kappale) käsittelee opinnäytetyön taustaa, tarkoitusta ja rakennetta sekä käytettävien tutkimusmenetelmien teoriaa.
- Tutkimuksen viihtekehys (2. kappale) käsittelee varastohallintaan, kunnossapitoon ja ohjelmistoprojektiin liittyvää teoriaa sekä esittelee M-Files-tiedonhallintajärjestelmän.
- Tutkimuksen toteutus (3. kappale) käsittelee varastohallintaratkaisun suunnittelua ja toteutusprosessia sekä esittelee M-Files-tiedonhallintajärjestelmällä toteutettavan varastohallintajärjestelmän mahdollisen toteutusmallin.
- Yhteenveto (4. kappale) käsittelee tutkimuksen löydöksiä varastohallintaratkaisun toteutukseen liittyvistä asioista, arvioi työn tuloksia ja esittää mahdollisia jatkotutkimuksen aiheita.

Tässä opinnäytetyön raportissa ilmenee toisiinsa liittyviä, mutta erilaisia painotuksia omaavia käsitteitä, kuten tiedonhallintajärjestelmä, varastohallintajärjestelmä, kunnossapitoratkaisu ja niin edelleen. Opinnäytetyön lukijan on hyvä tiedostaa muutamia oleellisia käsitteitä, jotta lukija ymmärtää millainen oh-

jelmisto M-Files-tiedonhallintajärjestelmä on. Seuraavassa kappaleessa selvennetään sellaisia käsitteitä, jotka on hyvä ymmärtää, mutta joita ei tämän opinnäytetyön yhteydessä muutoin tutkita. Varsinaisen opinnäytetyöhön liittyvän tutkimuksen kohteena oleviin käsitteisiin tutustutaan syvemmin kappaleessa tutkimuksen viitekehys.

1.1 Tärkeiden käsitteiden määrittely

DMS (Document Management System), jonka vapaa suomennos voisi olla **dokumentinhallintajärjestelmä**, tarkoittaa Association for Information and Image Managementin mukaan tietokoneohjelmistoa, jonne voi tallentaa **sähköisiä dokumentteja** ja hallita sekä seurata niitä (2015a). Dokumentinhallintajärjestelmään tallennetuille dokumenteille voidaan suorittaa operaatioita, kuten muokkaukseen varaus, muokkauksesta palautus tai muutosten peruminen. Dokumentinhallintajärjestelmän avulla dokumentteja voidaan myös audioda, annotoida tai leimata ja dokumentteihin pääsyä voidaan rajoittaa vain tietyille henkilöille. (Association for Information and Image Management 2015a).

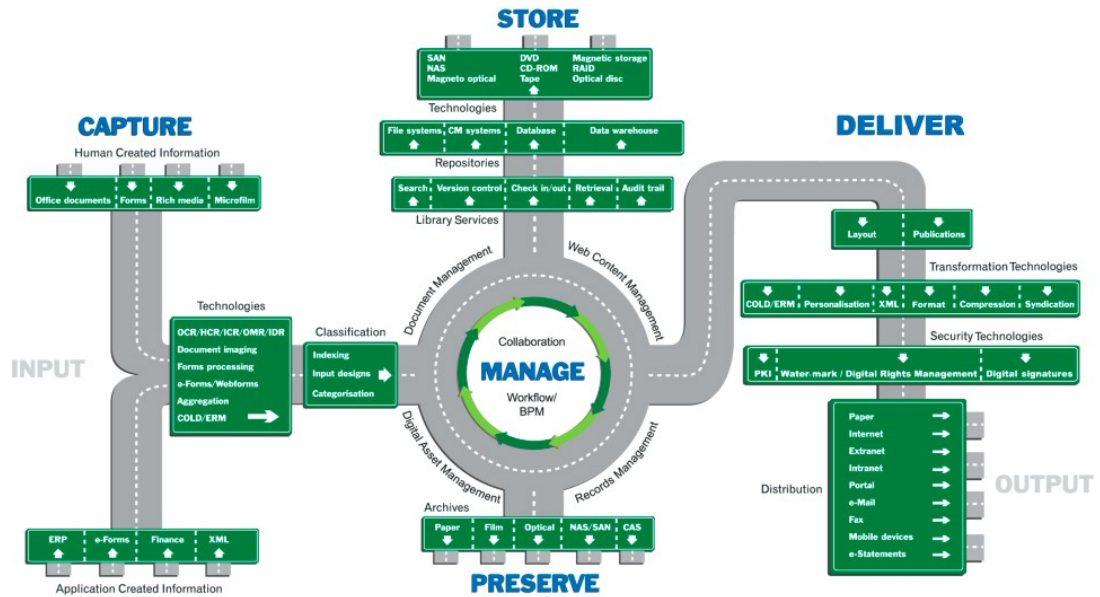
EAM (Enterprise Asset Management), jonka vapaa suomennos voisi olla **kunnossapito**, viittaa yrityksen tuotantoon käyttämien fyysisten laitteiden tai tilojen optimaaliseen elinkaarihallintaan (Wikipedia 2015c). Järvinen niin ikään kuvailee kunnossapitoa siten, että tuotanto liittyy aina prosesseja, jotka muuttuvat ajan myötä aina huonompaan suuntaan. Kuluva tuotanto-omaisuus vaatii oikeanlaista hoitamista, jonka tavoitteena on pitää laitteet toimintakykyisinä koko elinkaarensa ajan. Käsitettä kunnossapito määritellään myös standardeilla SFS-EN 13306:2010 ja PSK 6201:2011. (2012, 17-18.)

ECM (Enterprise Content Management) (Wikipedia 2015b), jonka vapaa suomennos voisi olla yrityksen **sisällönhallinta**, tarkoittaa Association for Information and Image Managementin mukaan eri lähteistä tulevien **tietojen** systemaattista keräämistä, hallintaa, tallentamista, arkistointia ja jakamista tietyille yleisölle niin, että oleelliset tiedot löytyvät (2015b). Association for Information and Image Management listaa keskeisiksi sisällönhallinnan toiminnoiksi muun

muassa (2015b):

- dokumentin-, sähköpostin- ja muun tallennetun sisällön hallinnan, arkistoinnin ja tietoon kohdistuvat haut
- paperidokumenttien (muutetaan sähköisiksi) hallinta
- työkulkujen ja liiketoimintaprosessien hallinnan
- verkkosisällön hallinnan
- ryhmätyöskentelyn
- tekstintunnistuksen
- sähköiset lomakkeet
- tallennetun sisällön migraation, varmistamisen ja palauttamisen

EIM (Enterprise Information Management) (Wikipedia 2015c), jonka vapaa suomennus voisi olla yrityksen **informaationhallinta**, tarkoittaa Association for Information and Image Managementin mukaan yritystasolla olevaa suunnitelmallista toimintaa, jossa tietoa hallitaan koko tiedon elinkaaren ajan riippumatta lähteestä tai tallennustavasta (sähköinen tieto, paperidokumentit, sähköiset dokumentit, äänitallenteet, videot, jne.) siten, että tietoa voidaan jakaa monien eri kanavien kautta (esim. mobiililaitteet ja verkkokäyttöliittymät) (2015c). Informaationhallintaan liittyy yritystason toimintatapoja, prosesseja, teknologioita ja parhaita käytäntöjä. Informaationhallinnan toimintaympäristö voi koostua lukuisista erillisistä tietoja sisältävistä järjestelmistä (mukaan lukien sisällönhallinta- ja dokumentinhallintajärjestelmistä). (Association for Information and Image Management 2015c.)



Kuvio 1: Information Management (Association for Information and Image Management 2015c).

M-Files on tiedonhallintajärjestelmä. **Tiedonhallintajärjestelmä** on käsitteenä hieman hankala, koska sanalla **tiedonhallinta** voi eri yhteyksissä olla erilaisia painotuksia ja tiedonhallinnalla saatetaan eri tilanteissa viitata esimerkiksi dokumentinhallintaan, sisällönhallintaan tai informaationhallintaan. Oleellista on ymmärtää, että M-Files-ohjelmistoa voidaan hyödyntää kaikissa yllämainituissa käyttötarkoituksissa!

Tuote, integraatio, räätälöinti vai ratkaisu? Tutkimuksista tai ammattikirjallisuudesta voitaisiin hakea määrittämiä tuotteen, integraation, räätälöinnin, soveltamisen ja ratkaisun eroille. Tämän opinnäytetyön yhteydessä kuitenkin riittää, että määritellään käsitteet M-Filesiä esimerkkinä käyttäen ja opinnäytetyön tekijän ohjelmistoalan työkokemusta hyödyntäen. **Tuote** tarkoittaa M-Files-ohjelmistoa sellaisenaan, kun se asiakkaalle ilman muokkauksia toimitetaan. **Integraatio** puolestaan määritellään siten, että se tarkoittaa M-Files-ohjelmiston käyttöönoton yhteydessä toisiin tietojärjestelmiin tai tietolähteisiin tehtyjä liittymiä. **Räätälöinti** määritellään tarkoittamaan harvinaisia varsinaiseen M-Files-ohjelmistoon tehtäviä asiakaskohtaisia muutoksia, jotka muuttavat tuotteen toiminnallisuutta. **Ratkaisu** määritellään tarkoittamaan M-Files-ohjelmiston päälle rakennettua valmista toiminnallisuutta, joka kelpaa asiakkaalle sellaisenaan tai vaatii vain suhteellisen vähäistä soveltamista ja joka rat-

kaisee asiakkaan laajemman ongelman tai tietyn erityisen tarpeen.

Sovittaminen tarkoittaa M-Files-tietovaraston rakenteen toteuttamista ja toiminnallisuuden laajentamista käytettävissäolevin rajapinnoin siten, ettei varsinaiseen ydintuotteeseen tehdä ohjelmallisia muutoksia. Esimerkiksi M-Files kunnossapitoratkaisu tarjoaa asiakkaalle valmiina toiminnallisuutena tietyt kunnossapitoon liittyvät prosessit (M-Files Oy 2015c). M-Files-tuotteen päälle rakennettua kunnossapitoratkaisua voitaisiin laajentaa niin, että ratkaisu sisältäisi myös varastohallintajärjestelmän.

1.2 Motivaatio ja tausta

Tämän opinnäytetyön aihe liittyy M-Files-tiedonhallintajärjestelmällä toteutettuun kunnossapitoratkaisuun, jonka yhteydessä tiedonhallintajärjestelmällä saatettaisiin joissakin asiakastapauksissa haluta toteuttaa myös varastohallintajärjestelmä. Varastohallinta liittyy siis tämän opinnäytetyön puitteissa erityisesti kunnossapitoon. Lähtökohtaisesti opinnäytetyön tekijän rooli varastohallintaratkaisun suunnittelussa ja toteutuksessa oli toimia konsultoinnin lisäresurssina osallistuen valitun teknisen osa-alueen toteutukseen ja pyrkiä tutkimuksen avulla löytämään mahdollisia varastohallintajärjestelmän kehityskohteita.

Opinnäytetyön aihepiiri oli opinnäytetyön tekijälle erittäin ajankohtainen ja mielenkiintoinen. Opinnäytetyön toteutuksessa tekijälle oli erityisen tärkeää syventää ymmärrystään tietyn logistiikan osa-alueen – varastohallinnan – osalta ja samalla kerryttää myös teknisiä taitoja, jotka liittyvät yleisesti ohjelmointiin ja erityisesti M-Files-tiedonhallintajärjestelmän muunteluun.

1.3 Tutkimusongelma ja tutkimusongelman rajaus

Opinnäytetyön tutkimusongelma kiteytyi varsin käytännönläheiseen muotoon:

- Voidaanko tiedonhallintajärjestelmällä toteuttaa kunnossapitoon liittyvä varastohallintajärjestelmä?

Tutkimusongelma jakaantuu neljään tutkimuskysymykseen, joihin tutkimusmenetelmän avulla pyritään hakemaan vastauksia:

1. Mitä keskeisiä varastohallinnan prosesseja kunnossapidon varastohallintajärjestelmällä pitää pystyä tukemaan?
2. Millaisia mahdollisia lisäominaisuuksia varastohallintajärjestelmällä tulisi olla, jotta se soveltuisi erityisesti kunnossapidon varastohallintakäyttöön?
3. Vastaako M-Filesin kunnossapitoratkaisuun liittyvän varastohallintaratkaisun hahmoteltu toiminnallisuus tutkimuskysymysten 1. ja 2. esiin tuomiin seikkoihin?
4. Kuinka M-Files-tiedonhallintajärjestelmä soveltuu varastohallintajärjestelmän toteutuksen alustaksi?

Opinnäytetyön aihe liittyy tietojärjestelmiin, varastohallintaan ja kunnossapitoon. Opinnäytetyön painotus on siis kunnossapitoon liittyvässä varastohallinnassa ja erityisesti kunnossapidon varastohallintajärjestelmässä. Tämä painotus on pyritty pitämään opinnäytetyötä tehdessä.

1.4 Tutkimusprosessin esittely ja tutkimusmenetelmä

Opinnäytetyöhön käytettävissä olevia ajallisia resursseja rajoitti opinnäytetyön tekijän tutkimuksen aiheeseen liittymätön päivätyö. Opinnäytetyöprosessi oli suunniteltu etenemään sellaisen aikataulun mukaan, joka ei aiheuttaisi kohtuutonta häiriötä opinnäytetyön tekijän normaaleille työtehtäville, mutta mahdollistaisi kuitenkin opinnäytetyön palauttamisen vuoden 2015 aikana. Opinnäytetyön tekijän työpaikan ja Jyväskylän ammattikorkeakoulun sovittiin seuraavanlaisesta toteutusaikataulusta:

2015	Tehtävä
Helmi	Opinnäytetyön aiheesta käydään keskusteluja M-Filesillä ja mahdollinen aihe löytyy.
Maalis	Aiheen sopivuus varmistetaan JAMK:lta ja suunnitellaan aikataulu karkealla tasolla.
Huhti	Tehdään sopimus opinnäytetyöstä opinnäytetyön tekijän, M-Filesin ja JAMK:n kesken.
Touko	Laaditaan opinnäytetyön sisällysluettelo, etsitään oleelliset kirjalliset lähteet ja niihin tutustutaan.
Kesä (1kk)	Opinnäytetyön teoriaosuus kirjoitetaan ja samalla pohjustetaan varastohallintajärjestelmän toteutusta.

Heinä (1kk)	Varastohallintajärjestelmään liittyvän valitun teknisen osa-alueen toteutus.
Elo (1vko)	Kunnossapidon varastointiin tutustuminen vierailemalla aihepiirin kannalta oleellisessa yrityksessä.
Syys (1vko)	Tutkimustulosten käsittelyä ja opinnäytetyön kirjoittamista sekä viimeistelyä.
Loka (1vko)	Tutkimustulosten käsittelyä ja opinnäytetyön kirjoittamista sekä viimeistelyä.
Marras (1vko)	Tutkimustulosten käsittelyä ja opinnäytetyön kirjoittamista sekä viimeistelyä.
Joulu (1vko)	Opinnäytetyön palautus.

Riittäviksi arvioidut ajalliset resurssit järjesteltiin siten, että opinnäytetyön tekijä tekisi teoreettisen tutkimuksen kesälomallaan kesäkuussa, tekisi varastohallintajärjestelmään liittyvän teknisen osa-alueen toteutuksen heinäkuussa työajallaan ja pystyisi käyttämään elokuusta joulukuuhun viikon palkallista vapaata joka kuukausi, jotta työ valmistuisi viimeistään joulukuussa.

1.4.1 Tapaustutkimus

Painotus ammattikorkeakoulun opinnäytetöissä on käytännönläheisyys eikä niinkään tieteellisyys (Kananen 2013, 17). Tämän tutkimuksen kohteena on todellinen sähköinen varastohallintajärjestelmä ja sen toteutus tiedonhallintajärjestelmää hyödyntäen. Opinnäytetyön tekijä pyrki ymmärtämään tähän ilmiöön liittyvät asiat mahdollisimman tarkasti. Staken mukaan tapaustutkimuksessa tutkitaan yhden tapauksen erityispiirteitä ja monimutkaisuutta (1995, xi). Kananen niin ikään kirjoittaa tapaustutkimuksen kohteena olevan yhden ilmiön – eli tapauksen – jota tutkitaan syvällisesti ja pyritään antamaan hyvä kuvaus ilmiöstä (2013, 9, 28). Tapaustutkimusta tekevän tutkijan tavoitteena on kerätä, analysoida ja esittää tietoa siten, että siitä voidaan kirjoittaa kiehtova raportti (Yin 2003, 1). Stake painottaa itsessään mielenkiintoisentapaustutkimuksen ympäröivän kontekstin kuvailun tärkeyttä (1995, 63-64) ja tähän on yritetty kiinnittää huomiota kertomalla opinnäytetyön taustoista. Tapaustutkimukset ovat lähinnä laadullisia tutkimuksia (Kananen 1995, 9). On melko luonnollista, että opinnäytetyön tutkimusmenetelmäksi on valikoitunut tapaustutkimus.

Opinnäytetyön aihe oli tekijälle erittäin tärkeä ja mielenkiintoinen, mutta aiheita ei olisi mikäli työnantajalla ei olisi ollut kiinnostusta varastohallintajärjestelmän toteutusasioiden tutkimiseen. Stakekin toteaa, ettei tutkijalla aina ole valinnanvaraa tapauksen määrittelyyn, vaan ilmiötä on tutkittava, koska hänet on veloitettu siihen (1995, 3). Kun tutkijalla on luontainen tarve ja erityinen kiinnostus ainutlaatuisen tapauksen ymmärtämiseen on kyseessä silloin itsessään arvokas tapaustutkimus (Eriksson & Koistinen 2005, 9). Tapaustutkimuksessa ei ole lopputuloksena yleensä yleistettäviä löydöksiä (Stake 1995, 7).

Tämän itsessään mielenkiintoisen tapaustutkimuksen rakenne vastaa jokseenkin Kanasen esittelemää Yiniä mukailevaa tapaustutkimuksen ja opinnäytetyön rakennetta (2013, 13):

- Johdanto (kappale 1.)
- Tutkimusongelma, tutkimusongelma, työn tavoitteet (kappale 1.)
- Tutkimusasetelma, menetelmät, tiedonkeruu (kappaleet 2. ja 3.)
- Teoreettinen viitekehys, kirjallisuuskatsaus, havainnointi (kappaleet 3. ja 4.)
- Tutkimustulokset, analyysi, johtopäätökset (kappaleet 5. ja 6.)
- Lähdekirjallisuus, liitteet

Tapaustutkimus ei ole varsinainen tutkimusmenetelmä, vaan tutkimusstrategia jossa tarkastellaan tapausta, joka määritellään, analysoidaan ja ratkaistaan (Eriksson & Koistinen 2005, 4). Tapaustutkimuksen tutkimusongelmasta muotoillaan tutkimuskysymyksiä, joihin vastataan tutkimusmenetelmällä (Kananen 2013, 65). Tutkimusongelma ja tutkimuskysymykset on määritelty kappaleessa 1.3. Tapaustutkimuksessa tutkittavan aineiston keruu tehdään yleensä useita lähteitä käyttäen. Yin listaa yleisiksi käytetyiksi lähteiksi dokumentit, arkistoidut tallenteet, haastattelut, suoran havainnoinnin, osallistuvan havainnoinnin ja fyysiset artefaktit (2003, 85). Stake nostaa esiin tiedonkeruumenetelmistä havainnoinnin, haastattelut ja dokumenttien katselmoinnin (1995, 60, 64, 68). Kananen huomauttaa että tapaustutkimukset lähes aina sisältävät teemahaastatteluja (2013, 58). Kaikkien valittavissa olevien tiedonkeruumenetelmien sovellettavuuteen vaikuttaa useita asioita. Stake toteaaakin ettei aikaa

koskaan ole tarpeeksi ja tiedonkeruun täytyy olla suunnitelmallista (1995, 51). Eriksson ja Koistinen puuttuvat samaan asiaan tuomalla esiin ajallisen rajallisuuden ja kehottaa pohtimaan, kuinka tapausta ylipäättään pystyy tutkimaan. Tutkittavan aineiston saatavuudelle voi olla rajoitteita esimerkiksi siinä mielessä, ettei aineistoa saakaan käyttöön tai mahdolliset haastateltavat eivät suostu haastateltaviksi. (2005, 23). Kerättyjen tietojen analysointivaiheessa huomataan usein, että tietoa on analysoitavaksi liikaa, joten on tärkeää että aika käytetään parhaan tiedon tutkimiseen (Stake 1995, 84). Tutkimuksen tekijän mielestä parhaita tietolähteitä pystyi ennakoimaan opinnäytetyön suunnittelu- vaiheessa, mutta vasta tutkimuksen toteuttaminen paljasti, mitkä lähteistä olivat lopulta saatavilla.

Käytettyjä tiedonkeruumenetelmiä ja niiden analysointia käsitellään tarkemmin omissa kappaleissaan. Tutkimuksen kannalta oleellisiksi tiedonkeruumenetelmiksi valikoituvat:

- Kirjallisuustutkimus (-katsaus), ammattikirjallisuus (korkea tärkeys)
- Kirjallisuustutkimus, sähköiset lähteet (korkea tärkeys)
- Havainnointi (keskitason tärkeys, saatavuus epävarma)
- Teemahaastattelu (keskitason tärkeys, saatavuus epävarma)

Kanasen mukaan tapaustutkimuksen tutkimustyö on raportti löydöksistä ja esitys tutkimusongelman ratkaisemiseksi (2013, 61). Tämän tutkimuksen lopputuloksena oli tarkoitus syntyä:

- Insinöörin opintoihin liittyvä opinnäytetyö, joka toimii raporttina tutkimukselle.
- Kunnossapidon varastohallintajärjestelmän rajatun osa-alueen toteutus.
- Opinnäytetyön tekijän syvempi ymmärrys varastohallinnasta ja varastohallintajärjestelmistä.
- Opinnäytetyön tekijän syvempi ymmärrys tiedonhallintajärjestelmän teknisistä mahdollisuuksista ja sovittamisesta.
- Mahdollisia kehityskohteita käytettyyn ohjelmistoalustaan tai varastohallintajärjestelmään liittyen sekä jatkotutkimuksen aiheita.

1.4.2 Kirjallisuustutkimus

Lopputöihin liittyy aina katsaus aiheeseen liittyviin teksteihin. Tästä tutkimuksen osiosta käytetään nimeä kirjallisuustutkimus tai kirjallisuuskatsaus, mutta siitä voidaan puhua yleisesti vain kirjallisuuteen tutustumisena. Kirjallisuuskatsaus tarkoittaa suppeaa tai laajaa tutkimuskokonaisuutta, joka hakee vastauksia tutkimusongelmaan rajatulta osa-alueelta (Johansson, Axelin, Stolt & Ääri 2007, 2-3).

Tämän tutkimuksen yhteydessä pyritään kuvailemaan tutkimusongelman kohdetta mahdollisimman tarkasti hyvän kokonaiskuvan antamiseksi. Kyseessä on asiantuntijan tekemä koonta aihealueesta. Kyseessä on narratiivinen kirjallisuustutkimus (Johansson ym. 2007, 4). Kirjallisuustutkimus tehdään ammattikirjallisuuteen ja sähköisiin lähteisiin perehtymällä.

1.4.3 Ammattikirjallisuus

Staken mukaan lähes kaikissa tutkimuksissa vaaditaan sanomalehtien, vuosiraporttien ja muistiinpanojen tarkastelua. Eri lähteiden hyödyllisyyttä pitää ennakoida, jotta osataan kohdistaa ajankäyttö oikein. (1995, 68.) Myös Yin on samoilla linjoilla (2003, 84). Kananen tarkentaa kirjallisiin lähteisiin liittyen, että opinnäytetyössä pitää käyttää ammattiteoriaan liittyvää kirjallisuutta. Ammattikirjallisuuteen tutustumalla kirjoittaja oppii ammattisanastoa ja osoittaa aiheeseen perehtymistä. Ammattikirjallisuuden lisäksi tutkimuksessa tarvitaan menetelmäkirjallisuutta, jotta tutkimus ylipäätään voidaan tehdä. (2013, 83-84.)

Aineistoa käsitellään niin, että ennen opinnäytetyön toteutuksen aloittamista, mutta alustavan sisällysluettelon laatimisen jälkeen, tunnistetuille aihealueille etsitään sopivia lähteitä ja niihin tutustutaan. Hyviksi havaittuja menetelmä- ja ammattikirjallisuuskirjoja käytetään lähteinä opinnäytetyössä. Aineisto on siis järjestelty aihealueen mukaan ja se on käyty läpi ennen kuin aineistoa on alettu käyttämään, joskin uusia lähteitä joudutaan etsimään tarpeen mukaan tutkimuksen edetessä. Opinnäytetyön yhteydessä on tutkittu myös muita saman aihepiiriin liittyviä yliopiston ja ammattikorkeakoulun lopputöitä pääasiassa hyvien ammattikirjallisuuslähteiden löytämiseksi. Kirjoja on säälimättä alleviivattu

ja muistiinpanoja on tehty. Kirjallisuuslähteet on hankittu Tampereen kaupunginkirjastosta, Tampereen teknisen yliopiston kirjastosta ja Jyväskylän ammattikorkeakoulun kirjastosta.

1.4.4 Sähköiset lähteet

Ei-tieteellisiä sähköisiä lähteitä käytetään runsaasti, kun viitataan käsitteiden määritelmiin, mutta myös kun joudutaan viittamaan M-Files-tiedonhallintajärjestelmän teknisiin ominaisuuksiin. Ei-tieteellisiä sähköisiä lähteitä haetaan hakukoneella www.google.com. Tällaisia lähteitä ei erikseen luokitella, vaan niitä etsitään ja käytetään tarpeen mukaan.

Tieteellisiä sähköisiä lähteitä haetaan tieteellisten tekstien hakemiseen erikoistuneilla hakukoneilla, joista yleisesti kaikille vapaa hakukone on scholar.google.com. Kaikkiin tieteellisiin lähteisiin ei ole pääsyä ilman mahdollisesti maksullista rekisteröintiä, joten hakukoneena käytetään myös Jyväskylän ammattikorkeakoulun kirjaston kautta käytössä olevia hakukoneita Emerald Journal ja IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineering) Xplore. Tieteellisiä sähköisiä lähteitä hankitaan niin, että käytetään kiinnostavia hakusanoja ja kerätään joukko artikkeleja otsikkotietojen tai nopean vilkaisun perusteella. Myöhemmin artikkelit luokitellaan ja luetaan läpi siinä toivossa, että artikkeleista löytyy uusia näkökulmia, joita ammattikirjallisuudessa ei ole esiintynyt. Artikkeleita voidaan käyttää tai olla käyttämättä lähteinä luokittelun ja analyysin perusteella.

1.4.5 Teemahaastattelu

Tämän opinnäytetyön kannalta oleelliseksi tietolähteeksi koettiin kunnossapidon varastohallinnasta tai varastohallintajärjestelmistä tietävät asiantuntijat. Tiedonkeruumenetelmäksi valittiin teemahaastattelu. Haastatteluja pyydettiin kahdelta varastohallintajärjestelmien toimittajalta ja kahdelta logistiikkapäälliköltä. Neljästä ehdokkaasta kolme suhtautui myönteisesti haastattelupyynn- töön, mutta lopulta vain yksi haastattelu toteutui. Teemahaastattelun tuloksia voidaan peilata tutkimuksen kannalta oleellisista aiheista kirjoitettuun teoriaan ja tuloksista voi löytyä myös aiheita, joita kirjallisuudessa ei ole käsitelty. Haastattelulla tarkoitetaan keskustelunomaista tutkimusmenetelmää jossa py-

ritään lähestymään haastateltavan tietoisuutta, aikomuksia ja elämyksiä: asioita joita ei voi saada selville muilla keinoilla. (Hirjärvi & Hurme 1991, 7-8). Teemahaastattelu on puolistrukturoitu haastattelumenetelmä, mikä tarkoittaa sitä, että siitä puuttuvat strukturoidulle haastattelulle ominaiset määrätysissä järjestyksessä esitetyt tarkat kysymykset. Teemahaastattelussa teema-alueet tiedetään ja haastattelurunkona toimii kysymysluettelon sijaan teema-alueuuttelo (Hirjärvi & Hurme 1991, 36, 40).

Jotta haastattelu voidaan jälkikäteen käsitellä se opinnäytetyön tekijän käsityksen mukaan pääsääntöisesti nauhoitetaan. Nauhoitteen litteroiminen eli puhtaaksikirjoittaminen – Hirsjärvi ja Hurme käyttävät termiä purkaminen (1991, 109) – sanasta sanaan on hidasta ja aikaa vievää (Wikipedia 2015e). Haastatteluja ei tämän tutkimuksen yhteydessä ollut kuitenkaan syytä litteroida sanasta sanaan, vaan päädyttiin soveltamaan ratkaisua jossa nauhoite litteroitiin teema-alueittain. Myös Hirsjärvi ja Hurme kuvailevat käytettävän samantyyppistä, joskin strukturoidumpaa ratkaisua (1991, 111). Haastattelun luotettavuus ja oikeat tulkinnat varmistettiin lähettämällä teema-alueittain litteroidun haastattelun referaatti katselmoitavaksi haastatellulle.

Teemahaastattelun kohteeksi suostui Koskisen Oy:n logistiikkapäällikkö Mikko Kivimäki ja varsinainen haastattelutilaisuus pidettiin Järvelässä Koskisen Oy:n tehtaalla 10.8.2015. Teemahaastattelun haastattelurunkona toimi opinnäytetyön sisällysluettelo, joka oli muodostunut suunnitelmien, kokemuksen ja kirjallisuustutkimuksen perusteella. Puolitoista tuntia kestänyt haastattelunauhoite litteroitiin kuvatulla tavalla 8.9.2015 ja tuloksia käsitellään kappaleessa 3.3.

1.4.6 Havainnointi

Kananen kertoo havainnointia pidettävän eräänä tehokkaimmista tiedonkeruumenetelmistä, kunhan tietää mihin pitää kiinnittää huomiota (2013, 81). Osa havainnoimalla kerätystä aineistosta on sanatonta eli hiljaista tietoa, eikä sitä tietoa voi kerätä millään muulla tavalla, kuin osallistumalla tutkimukseen (Eriksson & Koistinen 2005, 27). Eriksson ja Koistinen kehottavatkin tutkijaa pitämään kenttäpäiväkirjaa, jota voi käyttää myös aineistona tutkimuksessa (2005, 28). Myös Stake mainitsee, että tapaustutkimusta tekevän tutkijan kan-

nattaa kirjoittaa hyvät muistiinpanot tapahtumista, kun ne vielä ovat tuoreeltaan mielessä (1995, 62). Opinnäytetyön tekijällä oli muutenkin tapana tehdä muistiinpanoja kaikenlaisista asioista päivittäisessä työssään, mutta muistiinpanot eivät välttämättä olleet niin siistissä muodossa, että niitä olisi voinut ilman lisäkäsittelyä hyödyntää lähteinä. Tärkeistä havainnoista tehtiin muistiinpanoja tutkimuksen aikana ja niitä on sisällytetty opinnäytetyöhön.

Opinnäytetyössä oli tarkoitus käyttää lähteenä omien tutkimuksesta tehtyjen havaintojen lisäksi myös osallistuvaa havainnointia. Yin määrittelee osallistuvan havainnoinnin niin, että tutkija ei ole pelkästään passiivinen tarkkailija vaan omaksuu tietyn roolin tapaustutkimuksessa (2003, 94). Eräs rooli oli tämän tutkimuksen yhteydessä tietysti olla varastonhallintajärjestelmän toteuttaja, mutta tutkimuksen aikana omaksuttiin myös rooli jossa vieraana tutustutaan varastonhallintajärjestelmää käyttävän asiakkaan varastointitoimintaan. Tämä oli ehkä hieman kevyt rooli, mutta opinnäytetyön tekijän mielestä se oli kuitenkin enemmän osallistuvaa- kuin passiivista havainnointia. Yin toteaa että osallistuvalla havainnoinnilla on mahdollista vaikuttaa pieniin tapaukseen liittyviin asioihin ja saada parempi kuva tapauksesta, kun tutkija on mukana tapauksessa (2003, 94). Havainnointi tapahtui tämän opinnäytetyön tekemisen yhteydessä keskustelemalla, valokuvaamalla ja havainnoimalla sekä tekemällä hyviä muistiinpanoja tilanteista.

1.4.7 Muut lähteet

Muita opinnäytetyön yhteydessä käytettyjä lähteitä olivat opinnäytetyön tekijän omat muistiinpanot eri yhteyksissä, kun opinnäytetyöprojekti edistyi. Nämä eivät olleet tieteellisesti kovin hyviä lähteitä, mutta niillä oli kiistatonta käytännön merkitystä. Muistiinpanot vaihtelivat prosessikaaviohahmotelmista opinnäytetyötä tehdessä tehtyihin tilapäisiin muistiinpanoihin. Lisäksi näkymättömänä lähteenä on käytetty opinnäytetyön tekijän työnantajan sisäisiä sähköposti- ja muita keskusteluja sekä workshopeja.

2 Tutkimuksen viitekehys

Tässä kappaleessa käydään läpi varastonhallintaan, kunnossapitoon, varastohallintajärjestelmään ja ohjelmistoprojektin läpivientiin liittyvää kirjallisuustutkimuksen yhteydessä kerättyä aineistoa. Kappaleen on tarkoitus määritellä teorian kannalta, kuinka varastointi liittyy kunnossapitoon, millaisia prosesseja ja toimintoja varastohallintajärjestelmällä on ja kuinka pieni ohjelmistoprojekti viedään läpi. Kappaleessa esitellään myös oleellisilta osin millainen on M-Files-tiedonhallintajärjestelmä, jonka päälle varastohallintajärjestelmän toiminnallisuus voitaisiin mahdollisesti rakentaa.

2.1 Varastointi

Varasto voi suomenkielessä tarkoittaa vaihto-omaisuuden materiaaliosuutta eli yritykseen hankittuja materiaaleja joita ei vielä ole käytetty tai tilaa jossa materiaaleja säilytetään (Hokkanen & Karhunen & Luukkainen 2011 ,125). Varastoon liittyviä toimintoja tapahtuu lähes kaikessa tuotannollisessa ja kaupallisessa, mutta myös palvelullisessa liiketoiminnassa. Hyvin harvoin materiaalin varastointi kasvattaa sen arvoa. (Hokkanen & Virtanen 2012 ,9-10). Varastoja pidetään monista syistä ja varastointi sekä materiaaliin sitoutunut pääoma aiheuttavat yrityksille varastokustannuksia.

Varastokustannukset sisältyvät logistiikkakustannuksiin. Logistiikkaselvitys 2014 sisällyttää teollisuuden ja kaupan logistiikkakustannuksiin kuljetuksista aiheutuvat kustannukset, varastoinnin kustannukset, varastoihin sitoutuneeseen pääomaan liittyvät kustannukset, hallinnon kustannukset ja muut kustannukset. Logistiikkakustannuksille ei kuitenkaan ole yksiselitteistä määritelmää. (Solakivi, Ojala, Laari, Lorentz, Töyli, Malmsten & Viherlehto 2014, 32, 220).

Logistiikkaselvityksen 2014 mukaan Suomessa teollisuuden ja kaupan logistiikkakustannukset olivat vuonna 2013 keskimäärin 13,4% liikevaihdosta (Solakivi ym. 2014, 115). Varastoinnin kustannukset olivat samana aikana teollisuuden ja kaupan liikevaihdoista keskimäärin 3,5% ja varastointiin sitoutuneen pääoman kustannukset keskimäärin 4,5% (Solakivi ym. 2014, 118). Va-

rastoinnin ja varastointiin sitoutuneen pääoman kustannuksien kehitystä ja osuutta liikevaihdosta voi tarkastella liikevaihdon suuruuden mukaan Kuviosta 2.

2013					
Kokoluokka	LV	Kuljetus	Varastointi	Pääoma	Hallinto & muut
Mikro	<2M€	4.1%	2.5%	5.7%	~2.7%
Pieni	2-10M€	4.5%	2.2%	5.2%	~1.6%
Keskisuuri	10-50M€	4.1%	2.8%	4.8%	~2.2%
Suuri	>50M€	4.8%	1.8%	3.3%	~1.6%

Kuvio 2: Logistiikkakustannusten osuus kotimaisten yritysten liikevaihdosta vuonna 2013 (muokattu lähteestä Solakivi ym. 2014, 120).

Logistiikkakustannuksia ja varastoihin liittyvien kustannusten suuruutta osuutena teollisuuden ja kaupan yritysten liikevaihdosta havainnollistetaan kuviossa 2. On tärkeä muistaa, että logistiikkakustannusten keskimääräisen prosenttiosuuden liikevaihdosta tarkastelu on vain yksi, mutta ei suinkaan ainoa tai hyödyllisin tapa tarkastella kustannuksia. Tärkeintä on hahmottaa kustannusten suuruusluokkaa. Yritysten välillä prosenttiosuudet voivat vaihdella suuresti. Varastointiin liittyy varaston pääomakustannusten ja varastointikustannusten lisäksi myös materiaalin tilaamisesta, vastaanotosta, vakuutuksista, varastoteknologiasta hävikistä ja materiaalien puuttumisesta aiheutuvia kustannuksia (Emmet 2005, 39-40). Kustannukset voidaan katsoa sisältyvän esitystavasta riippuen pääoma- tai varastointikustannuksiin.

Liikevaihto vuonna 2013	1M€	5M€	25M€	75M€
Kuljetus	4.1% 0.04M€	4.5% 0.23M€	4.1% 1.03M€	4.8% 3.60M€
Varastointi	2.5% 0.03M€	2.2% 0.11M€	2.8% 0.70M€	1.8% 1.35M€
Varasto, pääomakustannukset	5.7% 0.06M€	5.2% 0.26M€	4.8% 1.20M€	3.3% 2.48M€
Hallinto ja muut	~2.7% 0.03M€	~1.6% 0.08M€	~2.2% 0.55M€	~1.6% 1.20M€
Logistiikkakustannukset	15.0% 0.15M€	13.5% 0.68M€	13.9% 3.48M€	11.5% 8.63M€
Varastokustannukset	8.2% 0.08M€	7.4% 0.37M€	7.6% 1.90M€	5.1% 3.83M€
% logistiikkakustannuksista	54.7%	54.8%	54.7%	44.3%

Kuvio 3: Kuvioon 2 pohjautuva havainnollinen taulukko logistiikka- ja varastokustannusten suuruudesta suhteessa yrityksen liikevaihtoon.

Varastoon sitoutuneen pääoman ja varastointikustannusten jakautumista voidaan tarkastella vielä tarkemmin. Varastokustannukset ovat noin 19,5-36%:ia vuoden varastoarvosta (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 444). Karkeasti sanottuna vuotuiset varastokustannukset ovat siis ~25% varastoarvosta. Jyväskylän ammattikorkeakoulun opettajan Eero Aarresolan mukaan varastokustannukset ovat karkealla tasolla noin 24% vuoden varastoarvosta, mikä on linjassa Haverilan ja kumppaneiden esittämän kanssa. Varastokustannukset jakaantuvat edelleen seuraavalla tavalla (Haverila ym., 2009, 444):

- Pääomakustannukset 10-20%
- Varastointikustannukset 4,5-16%

Varastokustannukset jakaantuvat Haverilan ja kumppaneiden esittämien lukujen keskiarvojen mukaan edelleen niin, että varastoituu materiaalin sitoutuneen pääoman kustannukset aiheuttavat karkeasti 56% kustannuksia ja varastointi itsessään aiheuttaa 44% kustannuksista riippuen suuresti siitä, mitä kustannuksia varastoinnin katsotaan sisältävän (2009, 444). Varastointi voi aiheuttaa kuluja esimerkiksi niin, että henkilöstökulujen osuus varastokustannuksista on 25%, tilojen aiheuttamat kustannukset ovat noin 13%, muiden kulujen aiheuttamat kustannukset ovat noin 8% ja teknologian aiheuttamat kulut ovat noin 4%.

Kuvio 3 osoittaa ettei jako mene tasan pääoma- ja varastointikustannusten kesken, vaikka kyse onkin keskiarvoista. Kaikki varastointiin liittyvät kustannukset pitää yrityksessä tietää ja selvittää tapauskohtaisesti. Tässä esitetty on todella karkea arviointi, eikä sitä voi käyttää muuhun kuin varastokustannusten suuruusluokan yleiseen havainnollistamiseen. Kuvio 4 esittää Kuvioon 3 pohjautuvan esimerkin varastoarvosta ja siitä, kuinka varastokustannukset voivat jakaantua, koska se voi auttaa lukijaa ymmärtämään asiaa.

Varastoarvo	342K€	1.54M€	7.92M€	15.94M€
Varastokustannukset	82K€	370K€	1.90M€	3.83M€
% varastoarvosta	24.0%	24.0%	24.0%	24.0%
Varasto, pääomakustannukset	57K€	260K€	1.20M€	2.48M€
Varastointi	25K€	110K€	700K€	1.35M€
Henkilöstö	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%
	13K€	55K€	350K€	675K€
Tilat	25.0%	25.0%	25.0%	25.0%
	6K€	28K€	175K€	338K€
Muut	17.0%	17.0%	17.0%	17.0%
	4K€	19K€	119K€	230K€
Teknologia	8.0%	8.0%	8.0%	8.0%
	2K€	9K€	56K€	108K€

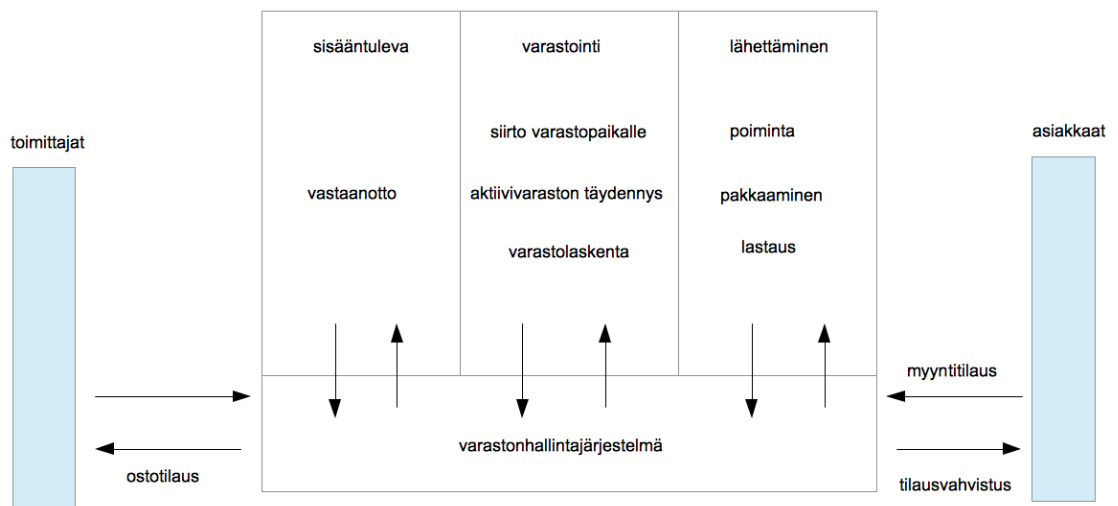
Kuvio 4: Kuvioon 3 pohjautuva esimerkki kuinka varastokustannukset jakaantuvat pääoma- ja varastointikustannusten kesken.

Varastoja tarvitaan erilaisista syistä. Eräs hyödyllinen tapa luokitella varastoja on ryhmitellä niitä varastoidun materiaalin tai varaston käyttötarkoituksen mukaan (Hokkanen ym. 2012, 126). Teollisessa kontekstissa varastot jakaantuvat raaka-aine, puolivalmiste ja valmistevarastoihin (Sakki 2014, 72) sekä tarvikke- että työvälinevarastoihin (Hokkanen ym. 2012, 127). Jakeluun liittyvät varastot ovat tukku-, myynti-, varmuus-, terminaali- ja tullivarastoja (Hokkanen ym. 2012, 127-128). Kunnossapitoon liittyvät ja tämän opinnäytetyön kannalta huomioon otettavat varastot ovat pääasiassa:

1. Tarvikevarastoja joissa säilytettäviä materiaaleja ovat valmistusprosessin tarvitsemat poltto-, voitelu- ja apuaineet, pakkaustarvikkeet sekä varaosat (Hokkanen ym. 2012, 127).
2. Työvälinevarastoja joissa säilytetään osittain huoltoa vaativia ja helppoa löytymistä edellyttäviä materiaaleja joita käytetään työvälineinä (Hokkanen ym. 2012, 127).

2.1.1 Varastotoiminnot

Varastoissa säilytettäviin materiaaleihin kohdistuu toimenpiteitä. Kaikista varastoista löytyy Hokkasen ja Virtasen mukaan kolme perustoiminnallisuutta, jotka ovat materiaalien vastaanotto, varastointi ja lähettäminen (2012, 16). Emmet mainitsee toiminallisuudeksi erikseen materiaalin siirtämisen varastoitavaksi ja materiaalin varastosta noutamisen eli poiminnan (2005, 90). Lisäksi toimintoja voidaan ymmärtää siltä kannalta, että varastossa tapahtuu varastointia eli materiaalien säilytystä ja materiaalin käsittelyä. Materiaalin käsittelyllä tarkoitetaan toimenpiteitä kuten materiaalien purkamista, siirtelyä ja lähettämistä (Hokkanen ym. 2011, 130).



Kuvio 5: Varastologistiikka (mukailtu lähteestä Kylmäniemi 2008, 43).

Kylmäniemi määrittelee gradussaan käsitteen varastologistiikka, jonka avulla varastotoimintoja on käytännöllistä havainnollistaa. Hän jakaa toiminnan sisään tulevaan (inbound), varastointiin liittyvään (warehousing) ja lähettämiseen liittyvään (outbound) (2008, 41-42). Kuviossa 5 havainnollistetaan varastologistiikkaa ja sen suhdetta varastonhallintajärjestelmään. Tämänkaltainen varaston toimintojen jaottelu on myös ammattikirjallisuudessa tyypillinen.

2.1.2 Vastaanotto

Vastaanottoon liittyvät toiminnot ovat varaston yleisen toiminnan kannalta kaikkein tärkeimpiä. Virheet vastaanotossa, kuten väärät merkinnät vastaanotettujen materiaalien tyypissä tai määrässä, heijastuvat koko varaston toimin-

taan. Vaikutukset kokevat varaston palveluja käyttävät asiakkaat. (Emmet 2005, 91.) Seuraamukset voivat ilmetä virheinä toimituksissa esimerkiksi tuotteen toimitusajan, tyypin tai määrän suhteen. Heräte vastaanotolle tulee toimittajalle tehtävästä tilauksesta, jonka perusteella tiedetään saapuvien materiaalien määrä ja arvioitu saapumispäivä (Hokkanen & Virtanen 2012, 28). Toimittajalle lähetetystä tilauksesta käytetään nimeä ostotilaus (PO, purchase order) (Kylmäniemi 2008, 65). Toimittajan kannalta ostotilauksessa on kyse myyntitilauksesta (SO, sales order), jonka vastaanottamisesta lähetetään tilaajalle tilausvahvistus (SOC, sales order confirmation). Tilaajalle lähetetään toisinaan myös toimitusajankohdan sisältävä ennakkoilmoitus (ASN, advanced shipping notice) saapuvasta toimituksesta, jotta tilaaja voi valmistautua materiaalin vastaanottoon (Hokkanen & Virtanen 2012, 28).

Kun toimitus saapuu tilaajalle, siitä lähetetään toimittajalle kuittaus: mitä on saatu, milloin, minkä verran ja missä kunnossa (Hokkanen ym. 2011, 131). Kuittauksesta käytetään nimeä vastaanottoilmoitus (GR, good receipt). Kun toimituksia vastaanotetaan, voidaan joutua vastaanottamaan useita tilauksia yhdellä kertaa. Yksittäiset toimitukset eivät aina välttämättä saavu oikeanlaisina, joten tilaukset saatetaan joutua vastaanottamaan monessa toimituserässä, jolloin puhutaan jälkitoimituksista. Toimituksen vastaanotto etenee niin, että ensiksi sen saapumisaika kirjataan ylös. Tämän jälkeen toimitus puretaan (ajoneuvosta vastaanottoalueelle) ja toimitetun materiaalin oikeellisuus (määrän, toimitusosoitteen, vahinkojen, laatuvaatimusten suhteen) tarkistetaan, poikkeamat kirjataan välittömästi ylös (Emmet 2005, 92.) rahtikirjaan (Hokkanen & Virtanen 2012, 29) ja varastokirjanpitoa päivitetään toimituksen osalta (Hokkanen ym. 2011, 131). Rahtikirjan varaumien suhteen kannattaa olla tarkkana. (Hokkanen & Virtanen 2012, 30). Tämän jälkeen materiaali siirretään vastaanottoalueelta pääasialliselle varastopaikalle (aktiivivarasto, paikka josta keräily tapahtuu) tai reservivarastoon, jota käytetään aktiivivaraston täydentämiseen (Hokkanen ym. 2011, 131). Tilanteen niin vaatiessa materiaalia voidaan siirtää myös karanteeniin (Emmet 2005, 92), esimerkiksi jos jatkokäsittelyä varten on siirrettävä syrjään toimituksen aikana vahingoittuneita tuotteita. Materiaalin siirtoa varastoon kutsutaan hyllytykseksi, joka tehdään hyllytyslistan (SI, shelving instructions) perusteella. (Hokkanen & Virtanen 2012, 30-31.)

2.1.3 Lähettäminen

Lähettämisen herätteenä toimii asiakas- tai muu tilaus, joka aiheuttaa prosessin, missä materiaalia keräillään varastopaikoilta, yhdistellään ja pakataan. Samassa yhteydessä kerättyjä materiaaleja verrataan saatuun tilaukseen. Kun tilaus on pakattu, se osoitetaan tilaajalle ja voidaan kuormata. (Hokkanen ym. 2011, 131.) Lähettämisen yhteydessä materiaali tarkastetaan uudelleen myös mahdollisten vahinkojen tai laatuvirheiden varalta (Emmet 2005, 110). Osoittaminen tapahtuu perinteisellä tavalla painettujen osoitelappujen avulla, mutta nykyään myös esimerkiksi koodeilla, jotka yksilöivät lähetyksen pakkaus- (GTIN, global trade item numbering), kuljetuspakkaus- (DUN, distribution unit numbering) tai sarjatoimitusyksikön (SSCC, serial shipping container code) tarkkuudella. Teollisuudessa myös yritysten sähköinen tiedonvaihanta (EDI, electronic data interchange) on lisännyt toimitusten koodausta. (Hokkanen & Virtanen 2012, 41-42.) Lähetyksen yksikkökoosta riippuen pakkaus- kohdistuvat vaatimukset vaihtelevat. Kaikkia tilauksia ei tietenkään tarvitse lähettää, vaan kuten vähittäiskaupan tapauksessa tuotteet poistuvat varastosta esimerkiksi kassan (Hokkanen & Virtanen 2012, 42) tai muun palvelutiskin kautta.

2.1.4 Materiaalinkäsittely

Materiaalin käsittely tarkoittaa Hokkasen ym. mukaan materiaalin purkamista, siirtelyä ja lähettämistä (2011, 130). Kaukokuljetuksia ei katsota materiaalinkäsittelyksi, vaan ainoastaan yrityksen sisäiset siirrot ovat materiaalinkäsittelyä. Sisäiset siirrot eivät tarkoita pelkästään kiinteistön sisäistä materiaalin siirtelyä, vaan siirtoja voi tapahtua myös kiinteistöjen tai ulkotilojen välillä. Varasto- toiminnassa sisäisillä siirroilla hoidetaan:

- Lähetyksissä saapuvien materiaalien siirto tulopisteeltä varastoon.
- Materiaalien siirtoa varastopaikkojen tai tuotannon ja varaston välillä
- Lähetyksissä lähtevien materiaalien siirto varastosta lähtöpisteelle
- Kuljetusvälineen purku ja kuormaus.

(Hokkanen ym. 2011, 139-140.)

Vastaanottoon liittyen materiaaleille tehdään hyllytys. Hyllytykseen liittyy muun

muassa materiaalin numerointi ja varastopaikkojen hakeminen järjestelmästä (Hokkanen & Virtanen 2012, 33). Materiaalille osoitettu varastopaikka on joko ennalta määritelty tai se osoitetaan varastohallintajärjestelmän toimesta hyllytyksen yhteydessä. Kiinteän varastopaikan käyttö helpottaa materiaalin löytämistä, mutta siitä voi seurata epätehokasta tilankäyttöä (Emmet 2005, 96-97.) Materiaalin siirtäminen vastaanottoalueelta varastopaikalle voi tapahtua hyllytyslistan avulla. Hyllytyslista välitetään varastomiehelle käsipäätteelle, trukkipäätteelle tai paperille (Hokkanen & Virtanen 2012, 31.) Vastaanotettuun tavarahan voidaan soveltaa myös "cross-docking" toimenpidettä, mikä tarkoittaa sitä että tavara siirretään pikin miten suoraan lähetysalueelle toimitettavaksi niin ettei tavara kierrä varaston kautta (Murphy & Wood 2008, 244).

Lähehtämiseen liittyvä keskeinen toiminto varastossa on keräily, eli nimikkeiden siirto varastosta lähetysalueelle. Keräilyn tehokkuus liittyy oleellisesti materiaalin sijoitteluun varastossa ja yksi tapa järjestellä nimikkeiden varastopaikkoja on ottaa huomioon nimikkeisiin kohdistuneiden keräilytoimenpiteiden taajuuden (Emmet 2005, 98). Keräilyn tarkkuus on tärkeää, sillä virheet keräilyssä aiheuttavat herkästi asiakasvalituksia ja virheen oikaisu lisäkuluja. Virheet voivat johtua inhimillisistä erehdyksistä keräilyn yhteydessä tai virheellisten varastopaikkamerkinnoista. (Emmet 2005, 99.) Varastoon tullut tilaus aiheuttaa keräilytapahtumia. Keräily tapahtuu keräilylistan (PI, picking information) perusteella. Keräilylista voidaan tulostaa paperille, mutta se voidaan välittää keräilyä tekeväälle henkilölle myös käsipäätteellä tai puheohjauksella. Keräilyn tehokkuutta ilmoitetaan kerättyjen rivien määrällä rivi/tunti-muodossa. Keräilyä voidaan tehostaa tietojärjestelmien avulla niin, että usean tilauksen rivit kerätään samalla kertaa. (Hokkanen & Virtanen 2012, 34, 36.)

2.1.5 Varastokirjanpito

Varastoissa säilytetään materiaaleja, joita täytyy pystyä tarkastelemaan monella tapaa. Tärkeää on esimerkiksi tietää mitä varastoon on varastoitu, minkä verran ja minne tavarat on fyysisesti varaston sisällä sijoitettu. Yritykset luokittelevat varastoitavan materiaalin nimikkeiksi (SKU, stock keeping unit). Jokaista erityyppistä varastoitavaa materiaalia kohden määritellään nimike. Nimikkeitä määritellään myös jokaista materiaalin erilaista pakkauskokoa tai

määriteltyä muuta erää kohden ja nimikettä käsitellään jonkun tietyn minimi-erän kautta. (Murphy & Wood 2008, 233.) Nimike on siis pienin varastossa tunnistettava kohde, jolle määritellään tunnistamista varten uniikki koodi (Hokkanen ym. 2011, 128) Nimikkeitä käsitellään esimerkiksi pullon, muffinssin, olutkorin, litrojen, tonniin tai kuormalavan kokoisina erinä riippuen siitä, mikä on varaston toimintojen kannalta oleellinen yksikkö. Murphy ja Wood huomauttavat että varastossa olevien nimikkeiden määrä vaikuttaa oleellisesti siihen kuinka paljon eri materiaaleja täytyy tunnistaa, varastoida ja seurata (2008, 11). Nimikkeitä tarvitaan, että niihin voidaan kohdistaa sekä operaatioita että kustannuksia ja niitä kohden voidaan tallentaa tietoja. Usein varastotasojen seuraaminen perustuu varastosaldotietoihin (Hokkanen & Virtanen 2011, 18), jotka ovat nimikekohtaisia. Varastosaldo kertoo varastoon varastoidun nimikkeen määrän. Sähköiseen järjestelmään luodaan nimikkeistö, jonka perusteella materiaalit on mahdollista löytää. Tämä on erityisen tärkeää jos materiaaleja varastoidaan eri paikoissa sijaitseviin varastoihin. (Hokkanen & Virtanen 2011, 14.)

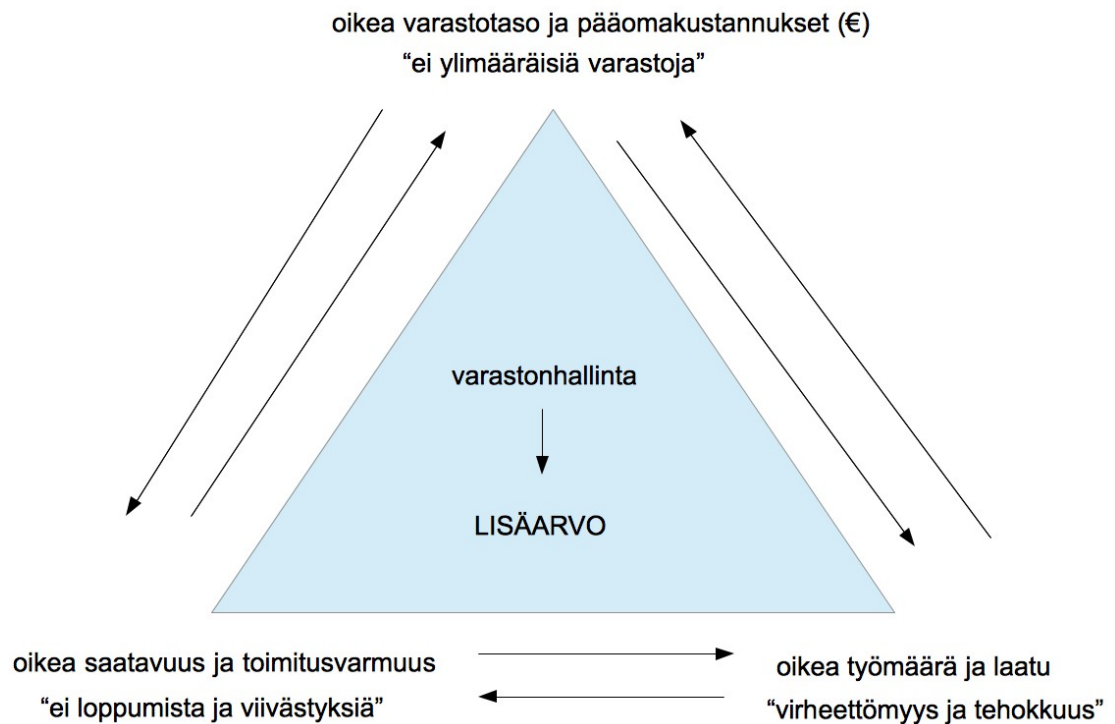
Yrityksen materiaaleja käyttävä toiminta luottaa varastolta saataviin saldotietoihin. Vaikka vastaanottamiseen ja lähettämiseen liittyvien toimintojen yhteydessä tapahtuvat virheet olisivat vähäisiä, täytyy varastosaldojen oikeellisuutta ajoittain tarkistaa. (Hokkanen & Virtanen 2012, 65) Fyysisistä varastossa olevista materiaaleista käytetään nimitystä inventaario ja varastosaldojen paikkansapitävyyden tarkistamisesta käytetään nimitystä inventointi (stock checking). Inventaario voi olla jakautunut useisiin maantieteellisesti eri paikoissa sijaitseviin varastoihin, joten varastohallinnan suhteen tämä täytyy ottaa huomioon. Varastoitavia materiaaleja voidaan siirrellä varastosta toiseen. Inventaarioon liittyy ilmiö, jossa varastosta lähtee vähemmän materiaaleja kuin sinne on vastaanotettu (Murphy & Wood 2008, 219). Ilmiötä kutsutaan hävikiksi (inventory shrinkage). Syitä hävikkiin ovat esimerkiksi materiaalin katoaminen, vahingoittuminen, varastelu (Murphy & Wood 2008, 219) tai vaikkapa elintarviketuotteiden pilaantuminen. Varastosaldoissa voi olla myös materiaaleja, joille ei ole enää kysyntää (dead inventory) (Murphy & Wood 2008, 231) tai varastossa voi olla materiaaleja, joita ei näy varastosaldoissa (Hokkanen & Virtanen 2012, 67).

Inventointia voidaan tehdä jatkuvana inventointina tai sitä voidaan tehdä sopivin aikavälein. Mikäli varastossa jonkun materiaalin kohdalla käy niin, että varastosaldo osoittaa nollaa (nollainventaario) materiaalin määrä fyysisessä varastossa tarkastetaan välittömästi. (Hokkanen & Virtanen 2012, 68-69). Seurauksena voi olla varaston loppuminen (stock out) (Murphy & Wood 2008, 221) tai kyse voi olla virheestä varastosaldossa. Suoritetaanpa inventointi miten hyvänsä, tulee poikkeamat inventaarion ja varastosaldon suhteen kirjata ylös tapauskohtaisesti jotta syyt ymmärretään (Hokkanen & Virtanen 2012, 67-68).

Jatkuva inventointi vaatii käytännössä varastohallintajärjestelmän, mutta mahdollistaa tarkimman varastokirjanpidon (Hokkanen & Virtanen 2012, 67-68). Jatkuva inventointi tarkoittaa sitä, että varastosaldoja tarkistetaan materiaalin kriittisyyden mukaan pitkin vuotta muun toiminnan ohessa (Emmet 2005, 77), mutta se vie aikaa muilta toiminnoilta (Hokkanen & Virtanen 2012, 68). Sopivin aikavälein suoritettu inventointi puolestaan on suurempi henkilökunnan vieroksuma aikaavievä operaatio, joka aiheuttaa varaston toiminnalle käyttökatkon (Hokkanen & Virtanen 2012, 67) (Emmet 2005, 78).

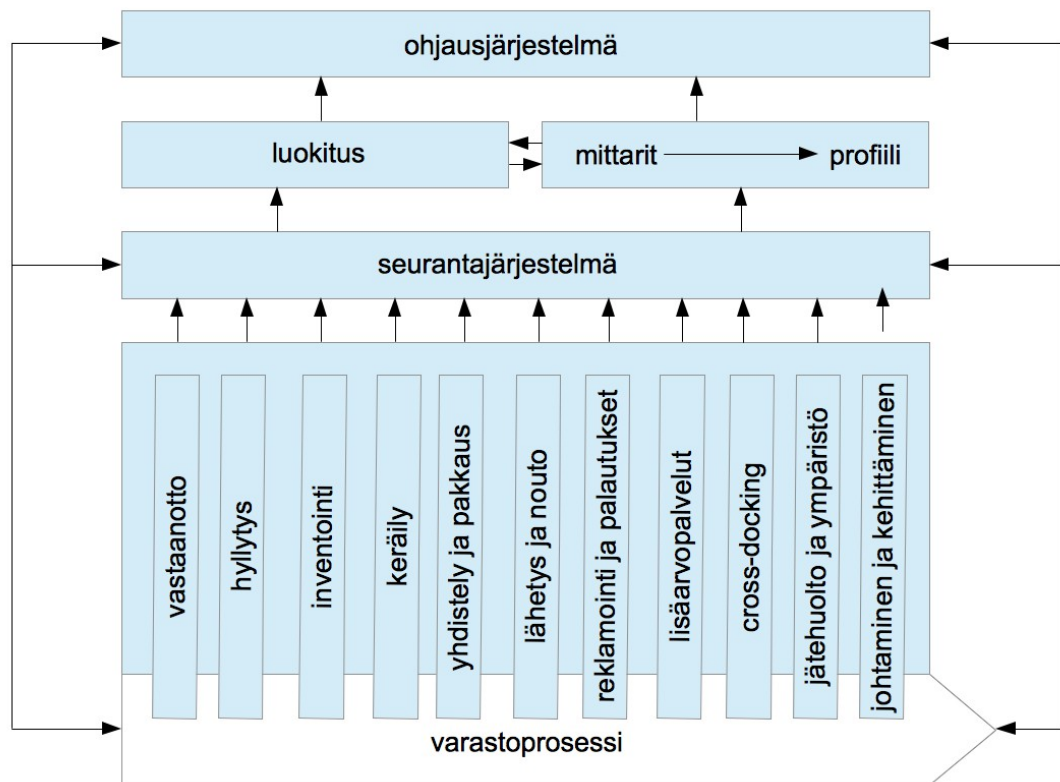
2.1.6 Varastohallinta

Kuten on jo todettu, varastointi aiheuttaa aina kustannuksia ja tarpeettomista varastoista ei ole kenellekään hyötyä (Hokkanen ym. 2011, 200). Varastonohjaus määritellään toiminnaksi, jolla hallitaan varastoihin sitoutuvaa pääomaa ja materiaalivirtoja ja jonka tavoitteena on tasapainottaa kustannuksia, toimituskykyä ja laatua parhaan lisäarvon tuottamiseksi yrityksille ja asiakkaille (Hokkanen ym. 2011, 200-201) (Hokkanen & Virtanen 2012, 72-73). Kuviolla 6 havainnollistetaan varastohallinnan tasapainotettavia muuttujia sekä lisäarvon tuottamisen tavoitetta.



Kuvio 6: Varastonohjauksen muuttujien tasapainottelu lisäarvon tuottamiseksi (muokattu lähteistä Hokkanen & Virtanen 2012, 72 ja Hokkanen ym. 2011, 201).

Sähköinen varastonohjaus tarkoittaa usein varastohallintajärjestelmää, joka toimii varaston seuranta- ja ohjausjärjestelmänä. Varastonohjaus on synonyymi varastohallinnalle, kuten nähdään Hokkasen ja Virtasen osatekijöitä selvittävästä kuvasta (2012, 73). Kuviossa 7 havainnollistetaan varastotoimintojen kytköstä seuranta- ja ohjausjärjestelmiin.



Kuvio 7: Varastotoiminnan seuranta ja mittaaminen (mukailtu lähteestä Hokkanen & Virtanen 2012, 71).

Varastonhallinnan yksi toimintaa eniten määrittelevistä asioista on päätös siitä, mitä tarvikkeita missäkin varastossa ylipäättään varastoidaan (Emmet 2005, 36). Syitä siihen mihin varastoon tarvikkeita varastoidaan voi löytyä tarvikkeiden käyttöpaikan fyysisestä sijainnista tai tarvikkeiden toimittajan fyysisestä sijainnista (Emmet, 2005, 36). Syitä siihen miksi tavaroita päädytään varastoimaan voivat olla Emmetin mukaan esimerkiksi (2005, 36):

- Tarve materiaalin sijoituspaikka esimerkiksi raaka-ainelähteen ja tuotannon välille, tuotannolle sisäisesti tai valmiille tuotteille.
- Tarve suojautua epävarmoina aikoina tai varaudutaan ennustamattomaan kysynnän ja tarjonnan vaihteluun.

Varastonhallinnassa on oleellista tietää, kuinka varastoinnista aiheutuvat kustannukset kohdistuvat nimikkeisiin. Emmetin mukaan varastonhallinta on tasapainottelua, jossa vastakkain ovat varastoinnista aiheutuvat kustannukset ja varaston asiakkaiden palvelemisesta aiheutuvat kustannukset. Lopullisena tavoitteena on tarjota asiakkaille korkeatasoista palvelua pienin kustannuksin.

Erilaisilla inventaarion täydennysmenetelmillä pyritään mainittuun lopputulokseen. (2005, 37.) Sakki käyttää materiaalin saatavuuden varmistamisesta ja vaihto-omaisuuden pitämisestä sekä varastoinnista aiheutuvien kustannusten hallitsemisesta nimitystä materiaalin ohjaus (2014, 81). Perinteinen materiaalin ohjaus on varastolähtöistä. Tämä tarkoittaa sitä, että tarvikkeiden tilausimpulssi tulee varastokirjanpidosta. Tilausimpulssin täytyy sisältää tietoja tavaran tarpeesta, kuten tarvemäärän ja hankinta-ajan, mutta lisäksi pitäisi olla tietoja tilaukseen, kuljettamiseen ja varastointiin liittyvistä kustannuksista sekä saatavuuden riskitekijöistä. (Sakki 2014, 82.) Se kuinka materiaalin ohjausta tehdään, riippuu oleellista varastoitavan tuotteen kysynnästä ja kriittisyydestä.

Kuinka paljon tavaraa sitten tulisi varastoida? Emmetin mukaan asiaan vaikuttaa kolme tekijää (2008, 51):

- Jos hankinta-aika ja kulutus ovat tasaisia, eikä toimitukseen liity epävarmuutta, voidaan tilauseräkokoa (ROL, re-order level) ja tilauspiste (ROP, re-order point) määritellä suoraan. Tällöin varasto (bulk stock) kattaa vain hankinta-ajan kulutuksen.
- Jos toimitukseen liittyy epävarmuutta, joudutaan tästä johtuvaan mahdolliseen hankinta-ajan pidentymiseen varautumaan varmuusvarastolla (SS, safety stock).
- Jos kulutukseen liittyy vaihtelua, joudutaan tästä johtuvaan mahdolliseen kulutuksen kasvuun niin ikään varautumaan varmuusvarastolla.

Emmet kirjoittaa kiertovarastosta (cycle stock) viitatessaan varsinaiseen kulutukseen tarkoitettuun varastoon ja varmuusvarastosta viitatessaan saatavuuden ja kulutukseen vaihtelun kattamiseen tarkoitettuun varastoon. Fyysisesti kyse on siis yhdestä ja samasta varastosta. (2008, 52.) Varsinainen tavoiteltava varastotaso liittyy siis oleellisesti kulutukseen ja siihen, kuinka usein varastoa täydennetään.

Varastotasoon vaikuttaa oleellisesti se, kuinka usein tavaraa tilataan lisää, mutta kustannuksia ei voi pudottaa yksinkertaisesti tilaustajuutta kasvattamalla. Jokainen tilaus aiheuttaa kustannuksia, jotka koostuvat pääasiassa ti-

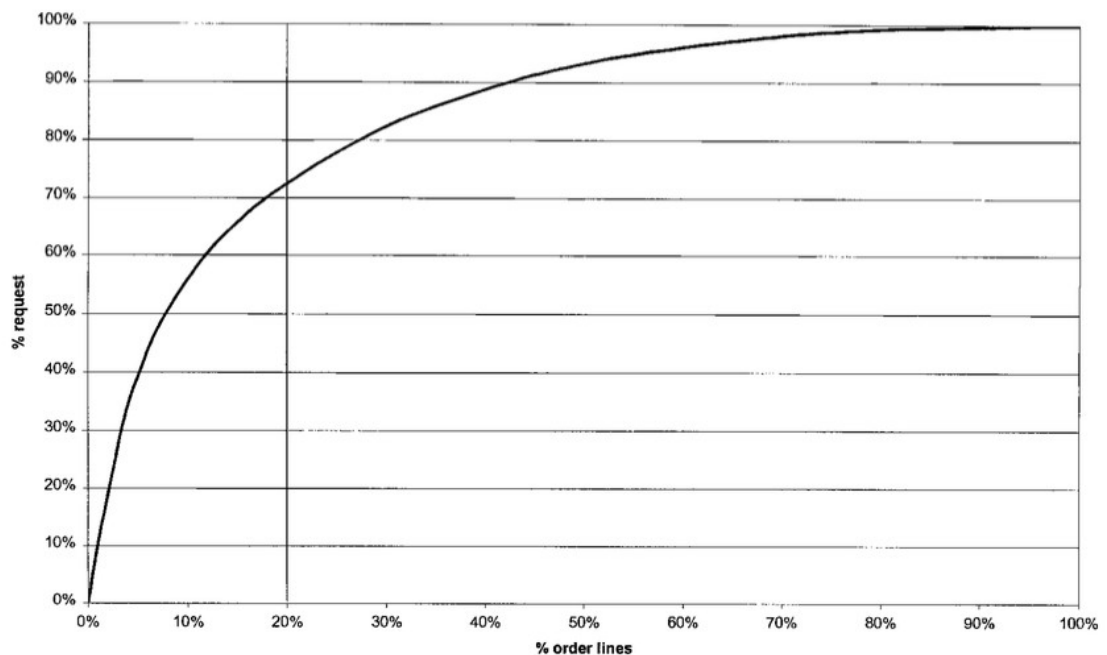
lauksia tekevien henkilöiden työllistämisestä aiheutuvista kuluista, mutta joihin voidaan laskea myös viestinnästä koituneet kulut (Emmet 2005, 61). Optimaalista tilauseräkkoa (EOQ, economic order quantity) voidaan laskea Wilsonin kaavalla, joka antaa tuloksena karkean likiarvon siitä missä tilauskustannukset ja omistamisen kustannukset leikkaavat (Sakki 2014, 86). EOQ on laskennallinen arvo ja olettaa ettei kulutukseen tai saatavuuteen liity yllätyksiä, joten se soveltuu etupäässä nimikkeisiin, joiden kulutus on hyvin ennustettavaa (tilausohjautuva valmistus, tasaisesti kuluvat varaosat, tukkuvarastot) (Emmet 2008, 59-60).

Paitsi kiertovaraston kokoa, niin myös varmuusvaraston kokoa, voidaan optimoida. Varastoituihin nimikkeisiin liittyy käsite palveluaste, jolla tarkoitetaan tavaran toimituskykyä. Kulutukseen liittyvän satunnaisuuden huomioon ottaminen varmuusvarastossa (Emmet 2008, 49) lasketaan menekin hajonnan perusteella (Sakki 2014, 83). Varastojen suhteen joudutaan siis tekemään kompromisseja tavaran saatavuuden suhteen. Mitä suurempi palveluaste halutaan, sitä suuremmaksi nousee keskihajonta. Emmet havainnollistaa asiaa siten, että palveluasteen nosto 95%:sta 98%:iin edellyttää 25%:ia suuremman varmuusvaraston (2008, 49). Tavarasta riippuen eri nimikkeille on erilaisia palveluastevaatimuksia. Mikäli tarvikkeille hyväksytään toisinaan tilanteet jossa ne toimitetaan jälkitoimituksina, voidaan selvittää esimerkiksi 90% palveluasteella (Emmet 2008, 51).

Edellä kirjoitetun perusteella lienee selviää, että eri nimikkeisiin täytyy kohdistaa erilaista varastonhallintaa. Tyypillisesti nimikkeet luokitellaan varastossa jollain tapaa, jotta ohjaustoimenpiteiden kohdistaminen on helpompaa. Yleinen nimikkeiden luokittelutapa on niin kutsuttu ABC-analyysi (Hokkanen & Virtanen 2012, 74), joka perustuu italialaisen ekonomistin Parenton kaavaan (Emmett 2008, 30). Kaavaa voi havainnollistaa esimerkiksi, jossa pieni osuus nimikkeistä (20%) muodostaa valtaosan vuosimyynnistä (80%) ja suuri osuus nimikkeistä (80%) muodostaa vain pienen osan vuosimyynnistä (20%). Kaavaa voidaan soveltaa käyttötarkoituksen mukaan mitatessa esimerkiksi myyntivolyyymiä valuutassa, myyntivolyyymia yksiköissä, nopeimmin kiertäviä tavaroita, myyntituottoja, materiaalin tärkeyttä tai kunnossapidon tapauksessa ma-

teriaalin kriittisyyttä (Murphy & Wood 2008, 227). Nimikkeisiin voidaan kohdentaa luokittelun mukaisesti oikeanlaista varastonhallintaa (Hokkanen & Virtanen 2012, 75):

- A-nimikkeet, tiukka varastonohjaus.
- B-nimikkeet, varastonohjaukset tarve keskipäivillä.
- C-nimikkeet, löyhä varastonohjaus.



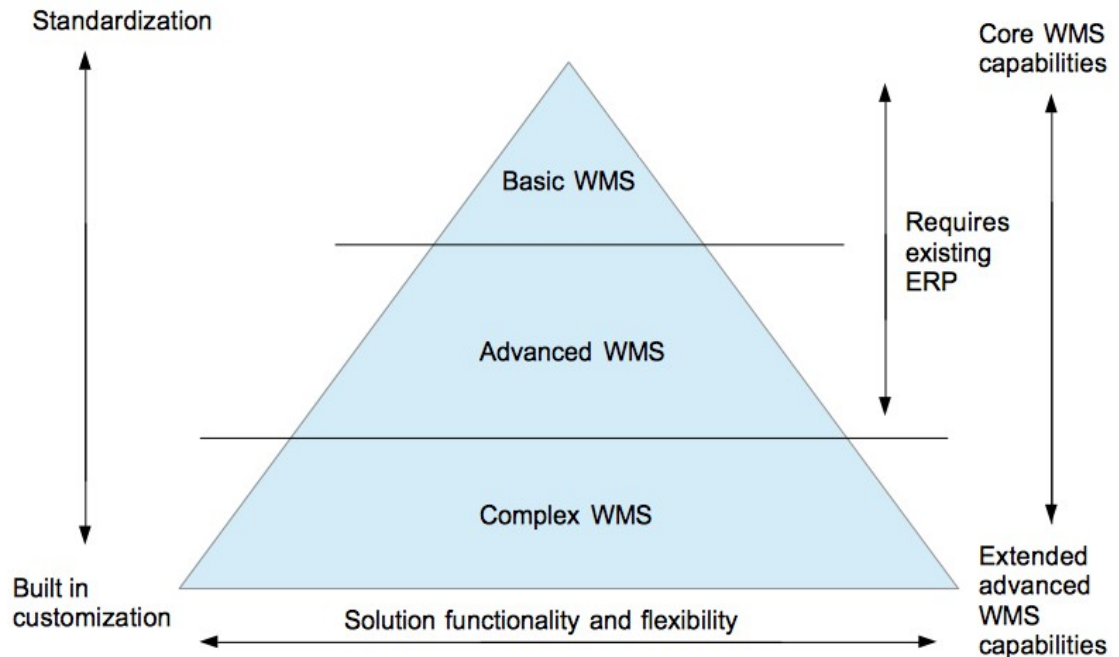
Kuvio 8: ABC-analyysin kuvaaja käsiteltyjen tilausrivien mukaan (Rizzi & Zamboni 1999, 372) (saatetaan joskus kutsua XYZ-analyysiksi).

ABC-analyysiä voidaan soveltaa monella tapaa muun muassa niin, että mitataan tarvikkeiden kysyntäkertoja ja niiden mukaan A-nimikkeet sijoitetaan varastoon helpoiten kuljettaville paikoille ja B- ja C-nimikkeet vasta sen jälkeen vaikeammin kuljettaville paikoille (Hokkanen & Virtanen 2012, 96). Tällöin saatetaan puhua XYZ-luokittelusta, jolloin painotetaan luokittelun tietynlaista käyttötarkoitusta.

2.1.7 Varastonhallintajärjestelmä

Varastonohjaus tapahtuu nykypäivänä usein varastonhallintajärjestelmää hyödyntämällä. Varastonhallintajärjestelmästä saadaan rivikohtaista tietoa toimintojen tehokkuudesta (keräilyaika, käsitellyt rivit, käsitellyt määrät, jne.) (Hokka-

nen & Virtanen 2012, 72). Varastohallintajärjestelmiä voidaan luokitella eri tavoilla. Kenties lähtökohtaisesti tärkein luokittelutapa on Lindströmin (2013, 9) sekä Faberin, de Kosterin ja van de Velden (2002, 385-386) viittaamaa Dusseldorpin (1996) esittämä toiminnallisuuteen perustuva varastohallintajärjestelmien jaottelu (kuvio 9).

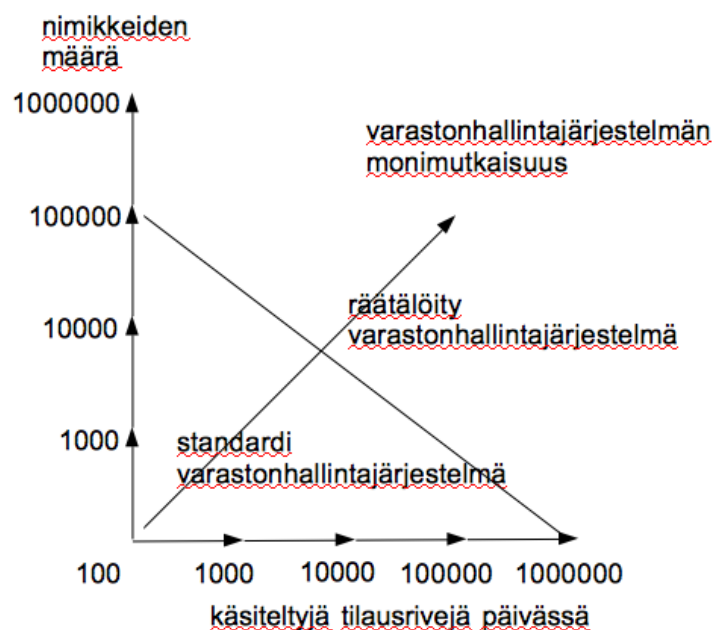


Kuvio 9: Erityyppisten varastohallintajärjestelmien toiminnalliset erot (mukailtu lähteestä Lindström 2013, 9).

Lindströmin (2013, 9) sekä Faberin ym. (2002, 385-386) viittaamaa Dusseldorpin (1996) jaottelun mukaan varastohallintajärjestelmien tyypit omaavat seuraavanlaisia piirteitä.

- **Perusominaisuudet sisältävä varastohallintajärjestelmä:** Järjestelmä tukee varastokirjanpidon lisäksi vain tavaroiden paikannusta. Järjestelmä voi tukea tietojen lukemista skannereilla ja tarjota hyllytys- ja poimintalistoja. Järjestelmän integrointimahdollisuudet ovat hyvin rajalliset ja järjestelmä keskittyy vain tavaroiden läpikulun seurantaan.
- **Kehittynyt varastohallintajärjestelmä:** Tarjoaa perusominaisuuksien lisäksi tukea resurssien ja toimintojen suunnittelulle, jotta materiaalivirta varastossa voidaan synkronoida. Tavaroiden läpikulun seuraamisen lisäksi järjestelmä tukee myös varastoitaviin tavaroihin ja varaston kapasiteetin liittyvää analysointia.

- **Monimutkainen varastohallintajärjestelmä:** Tarjoaa toiminnallisuuden varaston tai useiden varastojen sekä koko toimitusketjun optimointiin. Jokaisesta nimikkeestä on saatavissa seurantatiedot (missä, minne menossa, miksi), jotka ulottuvat toimitusketjun ylä- ja alavirtoihin kuluttajalle saakka. Kyseessä on erillinen sovellus, joka on riippumaton tietystä ERP-järjestelmästä. Järjestelmä voidaan integroida useiden toimittajien ERP-järjestelmiin. Tarjoaa monenlaisia lisämoduuleita ja liittämismahdollisuuksia esimerkiksi roboteille ja tiedonkeruujärjestelmille.



Kuvio 10: Nimikkeiden määrän ja käsiteltyjen tilausrivien suhde varastohallintajärjestelmän monimutkaisuuteen (mukailtu lähteestä Faber, de Koster & Smitds 2012, 381)

Soveltuvan varastohallintajärjestelmän monimutkaisuuden määrää hallittavan varaston monimutkaisuus. Varaston monimutkaisuuden päämuuttujat ovat varastoitujen nimikkeiden määrä sekä käsitellyt tilausrivit (Faber, de Koster & Smitds 2002, 381). Faber, de Koster ja Smitds ovat tutkimuksessaan havainneet, että nimenomaan varaston sisäisellä monimutkaisuudella – ei niinkään varaston toimintaympäristöllä (ennakoimattomat asiakkaat, muuttuva toimintaympäristö) – on vaikutusta varastotoimintojen suunnittelun kattavuuteen sekä monimutkaisiin päätelystäntöihin ja sitä kautta

varastohallintajärjestelmän erikoistuneisuuteen (2012, 1235, 1237, 1247-1248). Faber ym. ovat tutkimuksessaan havainneet että edellisestä seuraa se, että mitä monimutkaisempi varasto on kyseessä sitä tarkempaa on toimintojen suunnittelu ja kontrollointi (2002, 391). Varastohallintajärjestelmät voivat olla standardoituja, hybridejä tai räätälöityjä järjestelmiä. Faberin ym. mukaan standardoidun varastohallintajärjestelmän etuja ovat verrannollinen riskittömyys, toteutusprojektin verrannollinen lyhyys, pienemmät kustannukset ja paremmat tukipalvelut (2002, 381). Räätälöidyn ratkaisun etuna on se että järjestelmä mukautuu paremmin varaston prosesseihin, eikä pakota toimintaa heikentäviin kompromisseihin (Faber ym. 2002, 381-382). Faberin ym. tutkimus osoittaa, että jos varastossa on yli 10000 nimikettä tai varastossa käsitellään yli 10000 tilausriviä päivässä vaaditaan käytännössä räätälöity varastohallintajärjestelmä, jotta kilpailukyky säilyy (2002, 392).

Mitä toimintoja varastohallintajärjestelmät sitten varsinaisesti tukevat? Faber ym. (2002, 393-395) vastaavat kysymykseen viittaamalla Baanin (1998) käyttämään Jacobsin ym. (1997) laatimaan varastohallintajärjestelmän toimintojen luokitteluun:

- **Varastojenväliset hallinnalliset toiminnot, päälliköt**
 - **Yrityksen kokonaisvarastosuunnittelu**, järjestelmällä voidaan määrittellä varastojen hajautus ja klusterointi.
 - **Inventaarion analysointi**, järjestelmä antaa tietoja tuotteista tai tuoteryhmistä eri varastoissa (esim. arvo, valikoima, ABC).
 - **Täydennyksien hallinta**, järjestelmällä suunnitellaan täydennysstrategiat ja hallitaan nimikevalikoimaa.
 - **Seuranta**, järjestelmä mahdollistaa tavaroiden ja tilausten seurannan.

- **Varastohallintatoiminnot, päälliköt**
 - **Varaston fyysinen suunnittelu**, järjestelmä mahdollistaa fyysisen tallennustilan ja siellä toimimisen suunnittelun.
 - **Varastokirjanpidon raportointi**, järjestelmä mahdollistaa varastosaldojen tarkastelun ja tekee hälytyksiä nimikkeiden relevanttiudes-

- ta (yli- ja alivarastointi, tarpeettomat nimikkeet, yms.)
- **Resurssointi**, järjestelmä auttaa sovittamaan vastaanotto-, lähettämisen-, siirto-, lastaus-, purku- ja -kokoontuotoaktiviteetit sekä varastonkierron laskennan käytössä oleviin resursseihin.
 - **Raportointi**, järjestelmä raportoi varastotoimintojen suorituskyvystä ja pullonkauloista sekä historiatietoja toimintoihin ja nimikkeisiin liittyen.
- **Varastotoiminnot, työntekijät**
 - **Lastauspihan toiminnot**, järjestelmä mahdollistaa lastaus- ja purkutoimintojen suunnittelun ja suorittamisen.
 - **Vastaanotto**, järjestelmä tarjoaa toiminnot ennakoitun tai yllättävän toimituksen vastaanottamiseksi (sis. lähetyslistan tarkistus).
 - **Tarkastukset**, järjestelmä tarjoaa toiminnallisuuden nimikkeiden tarkastamiseksi vastaanotossa, lähetyksessä ja muissa tilanteissa mahdollistaen erän hyväksymisen, hylkäämisen, romuttamisen tai uudelleentyöstämisen.
 - **Siirrot**, järjestelmä mahdollistaa varastonsisäiset nimikkeiden siirrot (hyllytys, poiminta, varastonsiirto, cross-dockin).
 - **Paikannus**, järjestelmä päättelee ja rekisteröi nimikkeiden varastopaikat valitun varastointistrategian mukaisesti.
 - **Varastokirjanpito**, järjestelmä seuraa varastosaldoja, tavaroiden kulkua ja tilausten tilaa.
 - **Varastopalvelut**, järjestelmä mahdollistaa lisäarvopalveluiden – kuten puolivalmisteiden kokoonpanon – tarjoamisen ja kirjaamisen.
 - **Pakkaaminen**, järjestelmä ohjeistaa kuinka lähetykset pakataan ja mikäli lähetyksiä tulee yhdistellä.
 - **Lähetys**, järjestelmän avulla voidaan organisoida lähetyksiä ja tulostaa rahtikirjoja sekä hallita lähetysten tullausta.
 - **Kuljetus ja jakelu**, järjestelmä mahdollistaa jakelun optimoinnin (lastauksen suunnittelu, reitinsuunnittelu).
 - **Aktiivi- ja reservipaikkasiirrot**, järjestelmä tarkkailee aktiivi- ja reservivarastopaikkoja ja laukaisee täydennysimpulssin.

- **Inventointi**, mahdollistaa fyysisen varaston tarkastuksen jolloin varastosaldo analysoidaan, validoidaan ja rekisteröidään.
- **Tulli ja verotus**, järjestelmä mahdollistaa tulleihin ja verotukseen liittyvien asioiden hoitamisen (kohdemaan tullaus, maakoodit, ALV, yms.)

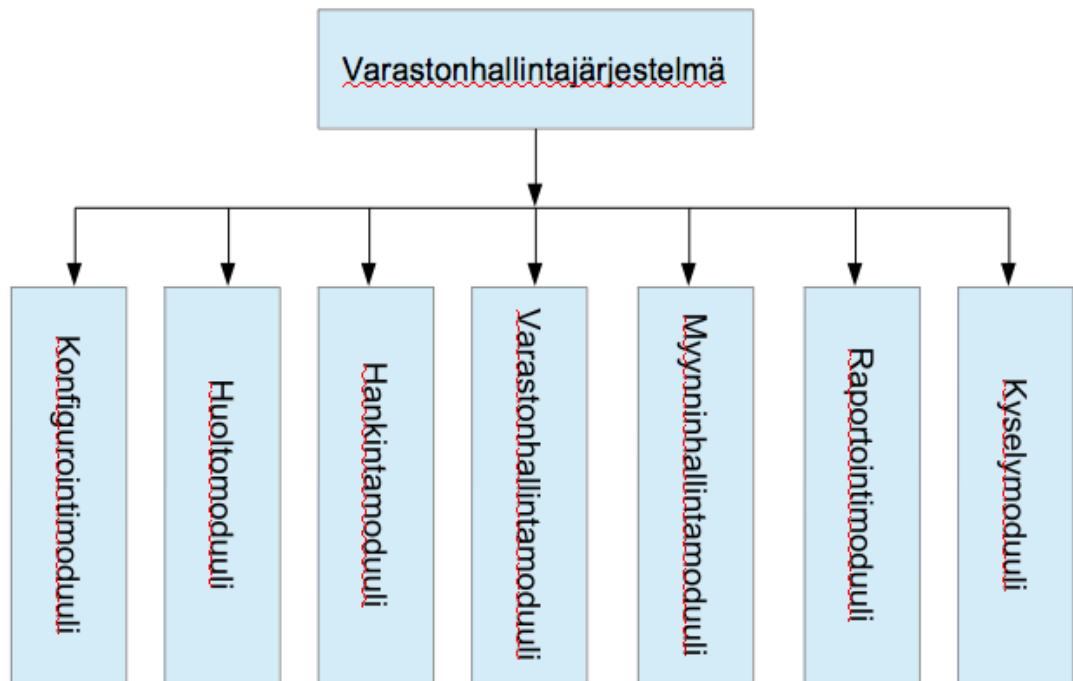
Fang, Leyh ja Elsner ovat tutkimuksessaan selvittäneet, että varastonhallintajärjestelmä koostuu yhteensä yli kahdestasadasta (200+) yksittäisestä ominaisuudesta (2013, 112). Varastonhallintajärjestelmä yksittäiset ominaisuudet voidaan jakaa eri tasoihin järjestelmän teknologisten toteutuskerrosten mukaan. Kerroksista käytetään nimiä ratkaisukerros (business solution layer), alustakerros (technology layer) ja laitekerros (domain technology layer). Varsinainen varastonhallintaohjelmiston toteutus keskittyy ratkaisu- ja alustakerrokseen, kun taas laitekerrokseen kuuluvat liittymät teollisuusautomaatiolaitteisiin, kuten skannereihin ja kuljettimiin. Täysi varastonhallintajärjestelmäratkaisu vaatii kehitystyötä kaikissa kolmessa kerroksessa. (Fang ym. 2013, 112-113.) Fang ym. kuvailevat kerroksia seuraavasti (2013, 112-113):

- **Ratkaisukerros** sisältää käyttäjille näkyvät ominaisuudet (vastaanotto, varastointi, poiminta, pakkaus, lähetys).
- **Alustakerros** sisältää erillisille varastonhallintatoteutuksille – usein – yhtenäisen osuuden jonka ominaisuudet eivät suoraan näy käyttäjille.
- **Laitekerros** sisältää liittymän teollisuusautomaatiolaitteille joita voi olla useita erilaisia ja jotka toimivat yhdessä keskenään.

Varastonhallintaratkaisun kehitys ja sovittaminen käyttäjien toimintaympäristöön menee tyypillisesti neljän kehitysvaiheen kautta (Fang ym. 2013, 113-114):

1. Järjestelmän oleellimmat ominaisuudet konfiguroidaan ratkaisukerroksessa, jolloin varastonhallintajärjestelmän perustoiminnallisuus lyödään lukkoon.
2. Järjestelmän fyysinen toimintaympäristö rakennetaan ja yhteydet laitekerroksessa valmistellaan (hyllyt, nosturit, kuljettimet, sensorit, lukijat).

3. Varastohallintajärjestelmän yksityiskohtaiset ominaisuudet ratkaisu- ja alustakerroksessa konfiguroidaan ja asiakas- sekä sovelluskohtaiset ominaisuudet kehitetään.
4. Alustakerroksen ja laitekerroksen liittymäkohdat kartoitetaan ja konfiguroidaan, jonka jälkeen järjestelmä voidaan ottaa käyttöön.



Kuvio 11: Modulaarinen varastohallintajärjestelmä (mukailtu lähteestä Yang & Wang 2013, 5078).

Varastohallintajärjestelmän toteutus voidaan suunnitella modulaarisesti, kuten Yang ja Wang tutkiessaan selainpohjaisen varastohallintajärjestelmän toteutusta ovat tehneet. Yang ja Wang määrittelevät ohjelmistorakenteen, jossa varastohallintajärjestelmä koostuu seitsemästä erilaisesta moduulista (2014, 5078). Yang ja Wang viittaavat Friedmaniin (2010) mainiten, että ERP-järjestelmät ovat yleensä vastuussa ostotilauksien käsittelystä, kun varastohallintajärjestelmä vastaa ainoastaan varaston toiminnoista (2014, 5078). Aiemmin on jo käsitelty varsinaisia varastohallintajärjestelmän toiminnallisuuksia Jacobsin (1997) mukaan, mutta Yangin ja Wangin moduulissa on huomionarvoista, että hankintaa ja myyntiä – siis täydennyksestä ja kulutuksesta vastaavat moduulit – on sisällytetty varastohallintajärjestelmään (2014, 5078). Va-

rastohallintajärjestelmä voi siis sisältää ERP-järjestelmään aiemmin sisällytettyjä toiminnallisuuksia. Yangin ja Wangin moduuleista on mielenkiinnon taita hyvä käsitellä vielä erikseen seuraavat moduulit (2014, 5078-5079):

- **Hankintamoduuli** sisältää ostotilausehdotusten luonnin ja käsittelyn (varastosaldo päivittyy operaation perusteella).
- **Varastohallintamoduuli** sisältää kaikki jo aiemmin tässä opinnäytetyössä listatut ominaisuudet ja lisäksi mahdollisuuden luoda virtuaalisia varastoja valittuja nimikkeitä varten.
- **Myyntimoduuli** sisältää ostotilausten luonnin ja käsittelyn (varastosaldo päivittyy operaation perusteella).

2.2 Kunnossapito ja varastointi

Kunnossapidon käsite määriteltiin kappaleessa 1.2. Kertauksena kyse on siis tuotanto-omaisuuden pitämisestä toimintakykyisenä. Kunnossapitoa voidaan pitää proaktiivisena tai reaktiivisena ja käytännössä sillä tarkoitetaan seuraavaa (Järvinen & Lehtiö 2012, 46-47):

- Proaktiivinen (ehkäisevä) kunnossapito tarkoittaa suunniteltua ja aika- taulutettua kunnossapitoa. Siihen liittyy ehkäisevää ja parantavaa kunnossapito sekä kunnostamien. Ehkäisevä kunnossapito perustuu jaksoittamiseen ja kunnonvalvontaan.
- Reaktiivinen (korjaava) kunnossapito tarkoittaa häiriökorjauksia, jotka tehdään välittömästi tai korjauksia, jotka siirretään tehtäväksi tulevaisuudessa.

Kunnossapidon kannalta varastointi vaikuttaa otettavan huomioon pääomakustannuksina (varastointi) tai kunnossapitokustannuksina (varaosat, materiaalit, tarvikkeet, dokumentit, kuljetukset, säilytys) (Järviö & Lehtiö 2012, 185-186). Tällainen tarkastelu vaikuttaa hieman epämääräiseltä ja todennäköisesti kunnossapidon ja kunnossapidon varastoinnin kustannukset tulisi pystyä erittelemään ja erittelemään. Järviön ja Lehtiön mukaan kunnossapito kuitenkin on yrityksen suurin kustannuserä pääoma- ja raaka-ainekustannusten jälkeen (2012, 27). Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että kunnossapidon kustannukset toimialasta riippuen ovat pääasiassa 2.1-6.7% yrityksen liikevaihdosta.

Erikseen kannattaa nostaa esiin energia-ala, jonka kunnossapitokustannukset ovat jopa 10% yrityksen liikevaihdosta. (Järvinen & Lehtiö 2012, 32.) Logistiikkakustannukset (sisältäen varastokustannukset) ovat kunnossapitokustannuksista erillisiä kustannuksia. Mikäli Järvisen ja Lehtiön esitystä sijoituksista koneiden kunnossapitoon voidaan pitää esimerkkinä kunnossapidon kustannusten jakaantumisesta, voidaan tehdä jotain johtopäätöksiä varastoinnin suhteen. Kunnossapidon kustannukset osana liikevaihtoa jakaantuisivat seuraavasti (2012, 33):

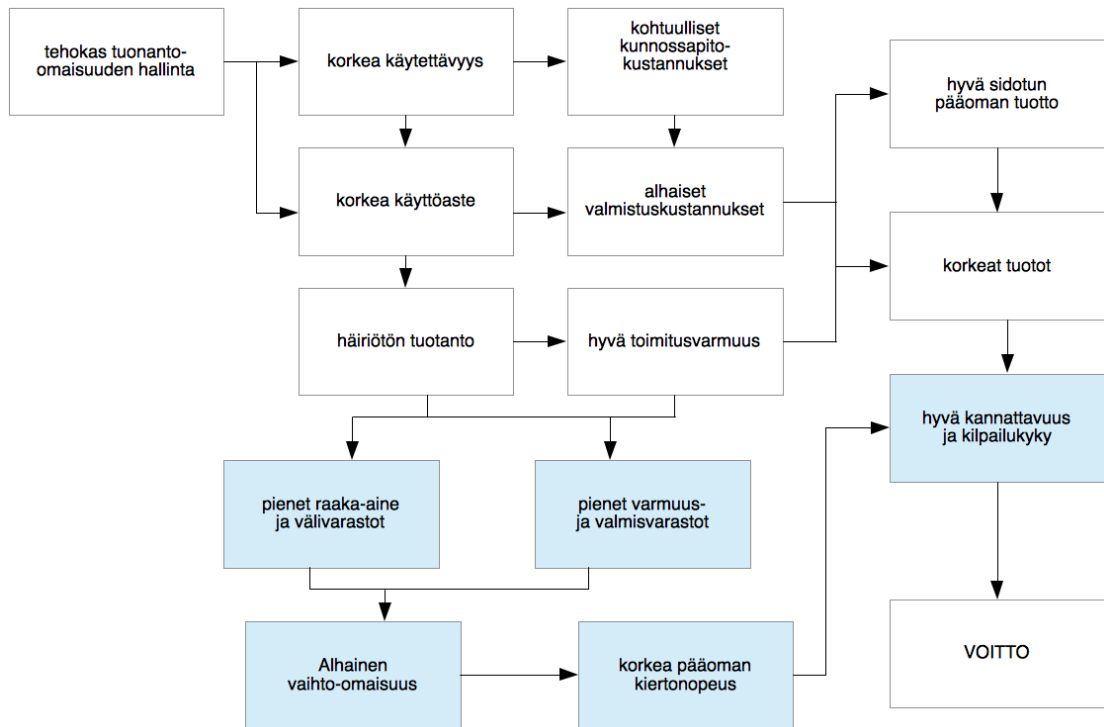
- 37% palkka-, kone-, pääoma- ja yleiskustannukset
- 35% alihankittu työ, urakat materiaaleineen
- 28% varaosat, aineet ja tarvikkeet

Kunnossapidon osuus yrityksen kokonaisvarastoarvosta ja kokonaisvarastokustannuksista on suhteellisen pieni, mutta rahallisesti merkittävä. Jos käytetään esimerkkinä yritystä, jonka liikevaihto vuonna 2013 on ollut noin 300 miljoonaa euroa, niin voidaan summittaisesti havainnollistaa varastoinnin, kunnossapidon ja kunnossapidon varastoinnin rahallista suhdetta toisiinsa kuten kuviossa 12.

Liikevaihto vuonna 2013	300M€	300M€	300M€	300M€
Varastoarvo	63.75M€	63.75M€	63.75M€	63.75M€
Varastokustannukset	15.30M€	15.30M€	15.30M€	15.30M€
Kunnossapito	7.50M€	15.00M€	22.50M€	30.00M€
	2.5%	5.0%	7.5%	10.0%
Omat työt	2.78M€	5.55M€	8.33M€	11.10M€
	37.0%	37.0%	37.0%	37.0%
Ostetut palvelut	2.63M€	5.25M€	7.88M€	10.50M€
	35.0%	35.0%	35.0%	35.0%
Materiaalit	2.10M€	4.20M€	6.30M€	8.40M€
	28.0%	28.0%	28.0%	28.0%
varastoarvosta	3.3%	6.6%	9.9%	13.2%
Kunnossapidon varastokustannukset	504K€	1.01M€	1.51M€	2.02M€
varastokustannuksista	3.3%	6.6%	9.9%	13.2%
Pääoma	326K€	652K€	978K€	1.30M€
	64.7%	64.7%	64.7%	64.7%
Henkilöstö	89K€	178K€	267K€	356K€
	17.6%	17.6%	17.6%	17.6%
Tilat	44K€	89K€	133K€	178K€
	8.8%	8.8%	8.8%	8.8%
Muut	30K€	60K€	91K€	121K€
	6.0%	6.0%	6.0%	6.0%
Teknologia	14K€	28K€	43K€	57K€
	2.8%	2.8%	2.8%	2.8%

Kuvio 12: Varastoinnin ja kunnossapidon suhteen suuruusluokan hahmottaminen kuvioden 3 ja 4 pohjalta.

Varastointi on kunnossapidon yhteydessä välttämätöntä, koska kuten Hokkanen ja Virtanen autoteollisuudesta kirjoittaessaan mainitsevat: kaikki kulutukselle alttiit laitteet tarvitsevat varaosia. Syy siihen on luonnollisesti se, että nykyään laitteet ovat niin monimutkaisia, ettei niiden korjaaminen ilman varaosia ole mahdollista. Varaosia tarvitaan laitteiden suunniteltuun huoltamiseen (proaktiivinen kunnossapito), mutta osien tarve voi ilmaantua myös äkillisesti laitteen yllättävän rikkoutumisen seurauksena (reaktiivinen kunnossapito). (2012, 10.) Varaosia ja muita tarvikkeita ei kuitenkaan pidä hamstrata turhaan, joten varastohallinnalla on tärkeä merkitys kunnossapidon varastokustannusten kannalta. Kuviossa 13 havainnollistetaan tummennettujen laatikkojen avulla varastoinnin roolia tuotanto-omaisuuden hallinnan vaikutuksessa yrityksen hyvään kannattavuuteen ja kilpailukykyyn.



Kuvio 13: Tuotanto-omaisuuden hallinnan vaikutus yrityksen kannattavuuteen (mukailtu lähteestä Järviö & Lehtiö 2012, 27).

Varastonhallinnan kirjallisuudessaakin kunnossapidon varastointi mainitaan erikseen. Murphy ja Wood nostavat erityisenä haasteena logistiikan ammattilaiselle tietyt kunnossapitoon liittyvät materiaalit (korjaukseen tarvittavat osat), koska niiden tarvetta voi olla erittäin hankala ennustaa. Aikataulutetut huollot voidaan toki tietää, mutta laitteen hajoamisaikataulua ei koskaan etukäteen! Toisena ongelmana mainitaan se, että voi olla vaikea tehdä päätöstä kuinka monta fyysistä varastotilaa tarvitaan varaosia varten: sijoittaako kriittiset varaosat yhteen keskeiseen paikkaan vai useisiin varastoihin lähelle käyttökohteita? (2008, 233-234.) Ratkaisuna varaosien varastointiin liittyviin ongelmiin voi olla tiiviimpi myös yhteistyö kriittisten varaosatoimittajien kanssa (Murphy & Wood 2008, 234).

Kunnossapitoon liittyvien materiaalien varastonohjaukseen liittyvät samat asiat kuin muidenkin varastojen varastonohjaukseen. Kunnossapitoon liittyvien varastojen varastonohjauksen lähtökohdat ovat kylläkin omanlaisensa. Kunnossapidon varastoon varastoidut materiaalit voidaan jaotella kriittisyyden mukaan esimerkiksi kuten Nyman ja Levitt ovat tehneet (2001, 86, 88):

- Vakuutetut varaosat eli erittäin kalliit komponentit, joiden puuttuminen varastosta voi aiheuttaa kriittisen laitteiston käyttökaton jopa viikoiksi. Yksittäisen osan hinta tuhansia euroja.
- Vakuutetut osat eli yhteen kriittiseen laitteeseen sopivat osat, joiden puuttuminen voi aiheuttaa kriittisen laitteiston käyttökaton, mutta joiden saatavuus on sellainen, että osa voidaan hankkia parissa päivässä.
- Vakioidut varaosat eli osat, jotka sopivat useisiin laitteisiin, ja joiden varastoinnissa voidaan ottaa riskejä siksi että hankinta onnistuu päivän kuluessa.
- Pientarvikkeet kuten pultit, mutterit rikat ja niin edelleen. Rahalliselta arvoltaan vähäiset osat, joita voidaan varastoida suuria määriä ja joita ei tarvitse osoittaa tietylle projektille.
- Aineet ja kemikaalit joita tarvitaan tuotannossa.
- Toimisto- ja hygienitarvikkeet, kuten kynät, kumit, laastarit ja niin edelleen sekä työkalut.

Kunnossapidon materiaaleihin voidaan soveltaa ABC-luokittelua seuraavan taulukon mukaan (Nyman & Levitt 2001, 88):

ABC-luokitus	Materiaalit	% määrästä	% arvosta	% palvelutaso
A	Vakuutetut varaosat			100%
	Vakuutetut osat	20%	80%	98%
	Muut kriittiset tarvikkeet			98%
B	Vakioidut varaosat	30%	15%	95%
C	Pientarvikkeet			90%
	Työkalut	50%	5%	90%
	Toimisto- ja hygienitarvikkeet			85%

Kuvio 14: Kunnossapidon materiaalin ABC-luokittelu (muokattu lähteestä Nyman & Levitt 2001, 88).

Kuten yleensä ABC-luokittelun mukaisesti A-luokkaan kuuluviin materiaaleihin tulee kohdistaa tiukkaa varastonohjausta (Hokkanen & Virtanen 2012, 75) ja kirjanpidon täytyy olla virheetöntä (Nyman & Levitt 2001, 87). Tilauspistemalli A-luokan materiaaleille voi olla perusvarastojärjestelmän mukainen, jossa va-

rastoa yksinkertaisesti täydennetään kulutuksen mukaan välittömästi kun varastosta luovutetaan materiaaleja (Hokkanen & Virtanen 2012, 79).

B-luokkaan kuuluviin materiaaleihin voidaan kohdistaa vähemmän tiukkaa varastonohjausta (Hokkanen & Virtanen 2012, 75) kuitenkin niin, että kirjanpito on mahdollisimman tarkkaa (Nyman & Levitt 2001, 87). C-luokkaan kuuluviin materiaaleille riittää rajoittuneempi varastonohjaus (Hokkanen & Virtanen 2012, 75) (Nyman & Levitt 2001, 87).

2.3 Ohjelmistokehitys

Ohjelmistoja kehitetään tyypillisesti projektityöskentelynä (Haikala & Marijärvi 1998, 39). Varastohallintaratkaisun toteutus on yhdenlainen ohjelmointiprojekti. Tässä kappaleessa käydään läpi lyhyesti ohjelmistoprojektin eri vaiheet ja selitetään varastohallintajärjestelmän mallintamiseen käytettävien kaavioiden käyttötarkoitus ja merkintätavat.

2.3.1 Vesiputousmalli

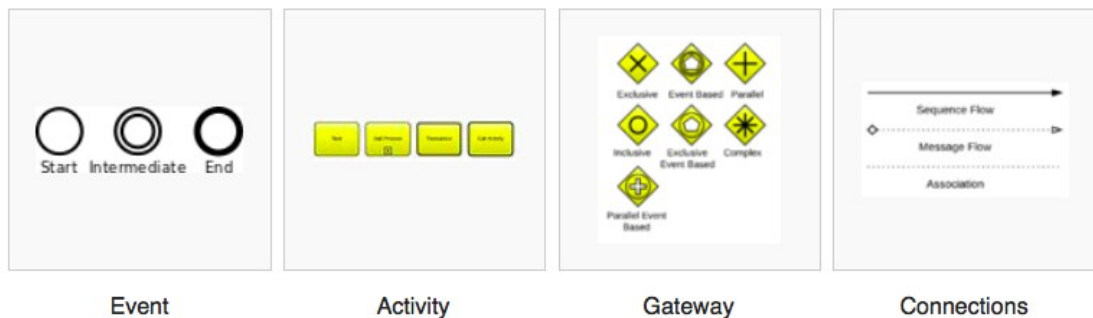
Ohjelmistoprojektit voidaan viedä läpi erilaisilla menetelmillä, mutta usein projektit kulkevat tiettyjen vaiheiden kautta. Puhutaan ohjelmistotyön vaihejakomallista, josta käytetään nimeä vesiputousmalli (Haikala & Marijärvi 1998, 25). Ohjelmistoprojekteissa on jollain painotuksella yleensä löydettävissä vesiputousmallin mukaisesti vaiheet (Haikala & Marijärvi 1998, 25, 27-30):

1. Määrittely tarkoittaa järjestelmän vaatimusten määrittelyä (vaatimusmäärittely), jonka lopputulos on järjestelmän toiminnallinen määrittely. Toiminnallinen määrittely sisältää ohjelman toiminnallisia vaatimuksia, jotka liittyvät ominaisuuksiin, käyttöliittymään, liittymät muihin järjestelmiin sekä ei-toiminnallisia vaatimuksia, jotka liittyvät suorituskykyyn ja käytettävyyteen.
2. Suunnittelu joka tarkoittaa määriteltujen toimintojen ohjelmallisen toteutuksen suunnittelua. Haikalan ja Marijärven mukaan vaiheeseen jakautuu arkkitehtuurisuunnitteluun (mikä moduuli vastaa mistä toiminnallisuudesta) ja moduulisuunnitteluun (miten moduuli rakentuu). (Opinnäytetyön tekijän huomautus: nykyään suunnittelun tuloksena ei usein ole

kovin formaalia dokumentaatiota, jos järjestelmä ei ole erityisen laaja.)

3. Toteutus, joka tarkoittaa ohjelmointia, eli ohjelman kirjoittamista niin pitkään että järjestelmästä on olemassa virheetön versio. (Opinnäytetyön tekijän huomautus: järjestelmissä on aina virheitä.)
4. Testaus, joka tarkoittaa järjestelmän testaamista esimerkiksi moduulin toimintaa testaavalla tai moodulien yhteistoimintaa testaavalla tasolla.
5. Käyttöönotto ja ylläpito, joka tarkoittaa vaihetta jossa tuetaan järjestelmää, kun se on ensin otettu käyttöön. Käytön aikana järjestelmästä löytyy korjattavaa ja muutettavaa. Voi esiintyä myös kriittisiä ongelmatilanteita joita pitää ratkoa.

2.3.2 Tilakaavio



Kuvio 15: BPMN-notaatio (Wikipedia 2015f).

Tilakoneen avulla voidaan esittää tai määritellä laitteiden ja prosessien toimintaa. Laitteen tai prosessin toiminnan ohjaus esitetään tilakaavioiden avulla ja varsinaiset toiminnot muilla tavoilla. Tilakaaviossa esitetään järjestelmän olioiden tiloja ja niiden välisiä siirtymiä. Tilakaaviossa voi olla vähimmillään 2 tilaa, mutta kaavioita piirtäessä pitää pyrkiä oikeaan tarkkuuteen: liian tarkoista tai epätarkoista kaavioista ei ole apua. (Haikala & Marijärvi 1998, 125-126). Tämän opinnäytetyön yhteydessä tilakaavion kuvauskieleksi valittiin BPMN-notaatio (business process model and notation), jonka avulla M-Filesin kohteiden työnkulkuja voidaan suunnitteluvaiheessa mallintaa. (Wikipedia 2015f.) Esimerkiksi Microsoft Visio 2013 tarjoaa mahdollisuuden mallintaa prosesseja BPMN-notaatiolla.

2.3.3 ER-kaavio

ER-kaaviota (entity relationship) voidaan kutsua tietoyhteyskaavioksi, kohdekaavioksi, oliokaavioksi ja luokkakaavioksi. ER-kaavion avulla voidaan mallintaa järjestelmälle tärkeiden käsitteiden ominaisuuksia ja keskinäisiä suhteita. (Haikala & Marijärvi 1998, 101.) Esimerkiksi Microsoft Visio 2013 tarjoaa mahdollisuuden mallintaa ER-kaavioita UML-notaatiolla. Keskeisiä käsitteitä järjestelmän ER-kaaviolla mallintamista varten on listattu alla (Haikala & Marijärvi 1998, 102-105). ER-kaavion käsitteiden viereen on avattu myös M-Files-järjestelmän vastaava käsite (vrt. kuvio 18):

- **Käsite** edustaa jonkin kohteen (ihmiset, opettajat, opiskelija) kaikkia edustajia. Käsitteillä voi olla yli- ja alityyppejä, eli ihminen ylityypillä voi

olla alityypit opettaja ja opiskelija, joilla on yhteisiä ja tyyppikohtaisia piirteitä. M-Files-järjestelmässä käsite vastaa kohdetyyppiä (Object Type) ja luokkaa (Class).

- **Ilmentymä** viittaa jonkun käsitteen yksittäiseen olioon. Ihminen-käsitteen ilmentymiä voisivat olla henkilöt Anssi, Panu, Teemu, Mikko ja Ville. M-Files-järjestelmässä ilmentymä vastaa kohdetta (Object).
- **Yhteys** tarkoittaa käsitteiden (tai yksittäisten ilmentymien) välistä suhdetta. Esimerkiksi opiskelija voi olla yhteydessä kurssiin, johon hän osallistuu. Yhteydet voivat olla yksi- tai kaksisuuntaisia ja niihin voi liittyä määrällisiä rajoituksia. M-Files-järjestelmässä suhteet muodostuvat attribuuttien (Property) kautta ja attribuutilla muodostettu yhteys on yksisuuntainen.
- **Attribuutti** on joku käsitteeseen liittyvä ominaisuus, joka täytyy muistaa (opiskelijan nimi, opiskelijanumero, osoite jne.). Attribuuttien ei yleensä pitäisi Haikalan ja Marijärven mukaan olla toistuvia. M-Files-järjestelmässä attribuutti vastaa ominaisuutta (Property), joka sisältää esimerkiksi tekstuaalista tai numeraalista tietoa, mutta voi sisältää myös yhteyden toiseen kohteeseen (Lookup Property). M-Filesin ominaisuudet voivat olla toistuvia attribuutteja ja yhteyksiä.

2.4 M-Files-tiedonhallintajärjestelmä

Tässä kappaleessa esitellään M-Files Oy:n tekemä M-Files-tiedonhallintajärjestelmä, jotta lukijalle tulee käsitys siitä, mitä tiedonhallintajärjestelmällä tarkoitetaan. M-Files Oy esitellään lyhyesti ja sen jälkeen käydään pintapuolisesti läpi M-Files-tiedonhallintajärjestelmää ja sen muokattavuutta tämän opinnäytetyön kannalta oleellisin osin.

2.4.1 M-Files Oy

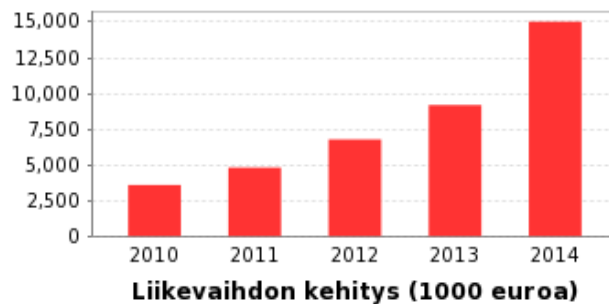
M-Files Oy:n juuret ovat 1990 toimintansa aloittaneessa Motiivi Oy:ssä, joka on yhdyskunta-, rakennus-, tie- ja liikennesuunnittelua harjoittava yritys. Motiivi Oy:n toimintaan kuului myös tietotekniikka-alan toimintaa, joka irrotettiin omaksi yritykseksi (Motive Systems Oy) vuonna 2000. (Motiivi Oy 2015.) Motive Systems vaihtoi nimensä M-Filesiksi vuonna 2011. M-Files on kasva-

nut viime vuosina voimakkaasti ja vuoden 2015 alussa yrityksessä työskenteli 255 työntekijää (IT-viikko 2015).

Tunnuslukutiivistelmä

M-Files Oy	2010/12	2011/12	2012/12	2013/12	2014/12
Yrityksen liikevaihto (1000 EUR)	3601	4820	6790	9193	15034
Liikevaihdon muutos%	29.50	33.80	40.90	35.40	63.50
Tilikauden tulos (1000 EUR)	321	-90	-168	-1281	-1407
Liikevoitto%	11.30	-2.80	-3.60	-13.70	-10.80
Yrityksen henkilöstömäärä	37	51	76	-	-

Lähde: Suomen Asiakastieto

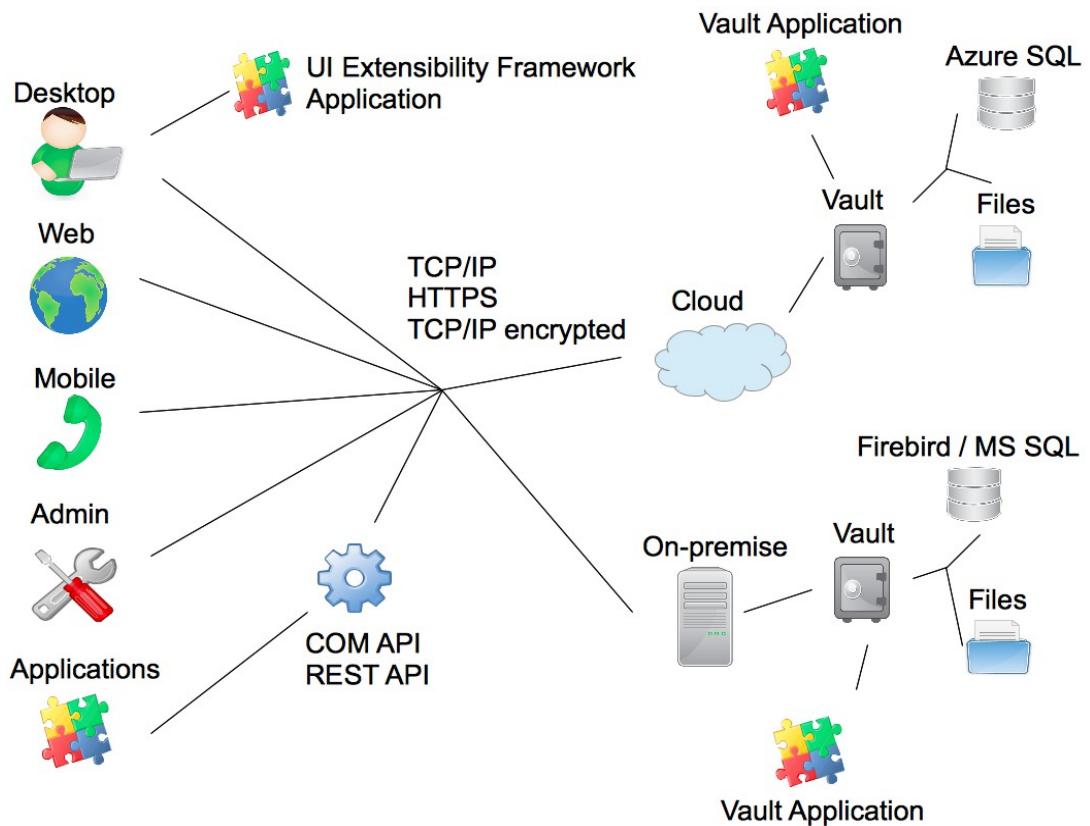


Kuvio 16: M-Files Oy:n tunnuslukuja (Finder 2015).

2.4.2 Järjestelmän osat

M-Files-järjestelmä koostuu palvelintietokoneella suoritettavasta M-Files Server-palvelinohjelmasta ja asiakastietokoneilla suoritettavasta M-Files Desktop-ohjelmasta. M-Files Serverillä hallitaan yhtä tai useampia Vaulteja, jotka toimivat tietovarastoina M-Filesiin tallennetuille dokumenteille ja muille tiedoille. M-Files Desktop-ohjelmalla ja useimmilla selainohjelmilla (Internet Explorer, Firefox, Chrome, Safari, jne.) käytettävissä olevalla M-Files Webillä sekä tietyn-tyyppisillä mobiililaitteilla (iOS, Android, Windows Mobile) käytettävissä olevalla M-Files Mobilella päästään käyttämään Vaultiin tallennettuja tietoja. M-Files Server-palvelinohjelmaa voidaan suorittaa konesalissa sijaitsevalla tietokoneella (On-premise) tai pilvessä (Cloud) sijaitsevalla tietokoneella. M-Files Serveriä ja Vaulteja hallinnoidaan M-Files Admin-sovelluksella. (M-Files Oy 2015a, Järjestelmän yleiskuvaus.) Kuviossa 17 esitetään hyvin yksinkertaisesti kuvaus M-Files-tiedonhallintajärjestelmän osasista. On hyvä muistaa,

että kuviossa ei esitetä kaikkea mahdollista, vaan pyritään vain antamaan lukijalle riittävä yleiskuva M-Files-järjestelmän osista.



Kuvio 17: M-Files-järjestelmän osat (koostettu lähteestä M-Files Oy 2015a).

2.4.3 Vault (tietovarasto)

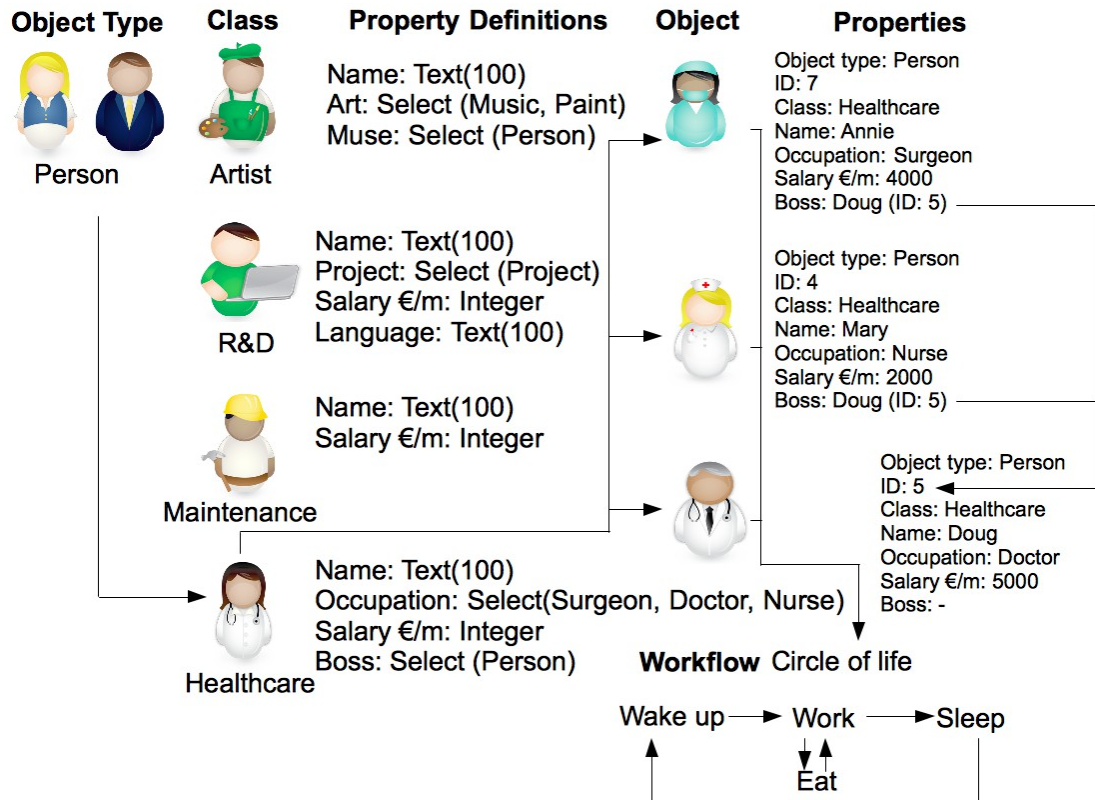
M-Files Vault tarkoittaa M-Filesin tietokantavarastoa, joka koostuu tietokannasta (Firebird, MS SQL tai Azure SQL) ja Vaultiin tallennetuista tiedostoista. Tietokanta sisältää kaiken M-Filesin toiminnan kannalta oleellisen tiedon ja tiedostot joko tallennetaan Vaultille määriteltyyn hakemistoon palvelintietokoneella, mutta tiedostot voidaan tallentaa myös tietokantaan (MS SQL) (M-Files Oy 2015b, 2).

Tietokanta sisältää Vaultin rakenteen ja rakennetta vastaavien kohteiden tiedot, tiedostot sekä tietojen ja tiedostojen versiohistorian. Mallinnettavia kohteita varten määritellään kohdetyyppejä (OT, object type), jotka sisältää yhden tai useampia luokkia (class), joilla on useita ominaisuusmäärittelyjä (PD, property definition). Kohteet tunnistetaan yksilöllisesti kohdetyypin, kohteen (object)

tunnisteen (object ID) ja kohteen version mukaan, mutta käyttäjän tarvitsee tavallisesti olla tietoinen vain kohteen nimestä ja muista ominaisuuksista (property).

Kohteita voidaan luoda M-Files Desktopin (tai Webin tai Mobilen) käyttöliittymä kautta tai kohteita voidaan tuoda toisista yritysjärjestelmistä tietokantojen tai järjestelmäkohtaisten moduulien avulla. Kohteita voidaan tuoda myös M-Filesin tarkkailemien tiedostolähteiden (hakemisto jota M-Files tarkkailee) tai sähköpostilähteiden kautta. Kohteilla on versiohistoria ja kohteiden vanhoja versioita on mahdollista selata. Kohteille voidaan määritellä kohde-, käyttäjä- ja käyttäjäryhmäkohtaisia muokkaus- ja näkyvyysrajoituksia kohteen tai ominaisuuksien tarkkuudella. Kohteet voidaan liittää työkulkuihin (workflow), joiden avulla mallinnetaan kohteisiin liittyviä liiketoiminta- tai muita prosesseja. Kohteista voidaan lähettää käyttäjille työmääräyksiä. Ominaisuuksia on momentyyppisiä ja niihin voi liittyä myös automaattista arvojen laskentaa.

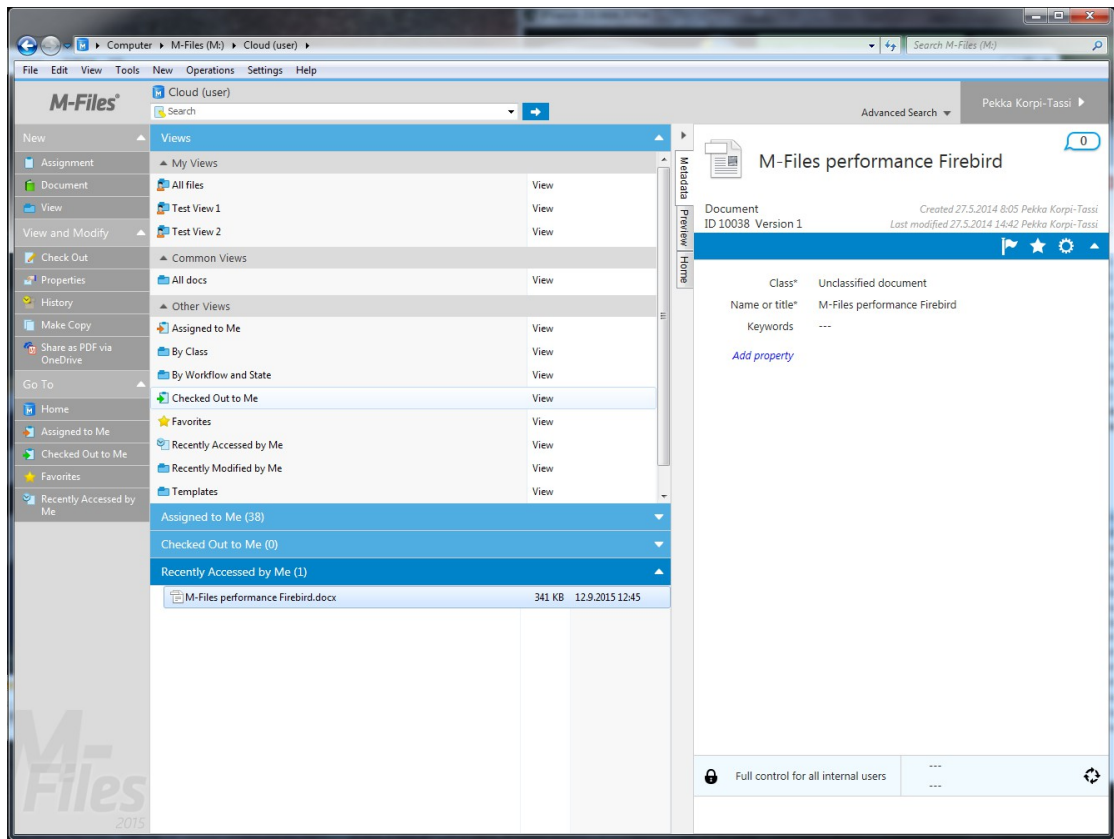
M-Filesin yhteydessä puhutaan paljon metatiedosta. Tällä tarkoitetaan sitä, että kohteita ei löydetä Vaultista sen perusteella mihin hakemistoon kohde on tallennettu, vaan kohde löydetään ominaisuuksien perusteella. Wikipedia määrittelee metatiedon tarkoittavan kuvailu- tai liitännäistietoa. Metatieto on tietoa tiedosta. (Wikipedia 2015d.) Metatietoa voi esimerkiksi olla, mikä on jonkun dokumentin käyttötarkoitus, edellinen muokkaaja tai viimeisin versio. M-Filesin käyttöopas käyttää esimerkkinä metatiedosta dokumenttiin liittyvää ominaisuustietoa, kuten sopimuksen osapuolia tai kirjeen vastaanottajaa (M-Files Oy 2015c, M-Files termien sanasto). Metatietojen avulla dokumentteja voidaan muun muassa hakea ja organisoida.



Kuvio 18: M-Filesin käsitteiden havainnollistaminen Person-kohdetyypin avulla.

Kuviossa 18 havainnollistetaan kohdetyyppien, kohteiden, työnkulkujen ja ominaisuuksien suhteita toisiinsa käyttäen esimerkkinä Person-kohdetyyppeä. Kohdetyyppi Person (henkilö) mallintaa yleisesti ihmisiä, joilla kaikilla on järjestelmän kannalta oltava tarkempi rooli. Rooli määritellään luokan avulla ja M-Filesiin voidaan luoda luokan ilmentymiä eli kohteita. Luokan Healthcare (terveydenhoito) edustajille on määritelty M-Filesin ylläpitäjän toimesta muuttujia, kuten nimi (tekstikenttä), ammatti (valitaan valmiista listasta kirurgi, lääkäri tai sairaanhoitaja), palkka (kokonaisluku) ja pomo (viittaus toiseen Person-tyyppin kohteeseen). Kohteisiin liittyy myös M-Filesiin sisäänrakennettuja ominaisuuksia, kuten kenelle kohde on varattu muokattavaksi, milloin kohdetta muokattiin tai mikä on kohteen tunnus. Kohteisiin voi liittyä myös prosesseja ja mallintavia työnkulkuja. Esimerkissä työnkulku kuvaa henkilön päivittäistä toimintaa ja kohde liikkuu työnkulun tilasta toiseen.

2.4.4 M-Files Desktop käyttöliittymä



Kuvio 19: M-Files Desktop-asiakasohjelman käyttöliittymä.

Käyttäjät pääsevät käsiksi M-Files-järjestelmän toimintoihin sekä tallennettuun tietoon M-Files Desktop-asiakasohjelman kautta. Käyttöliittymä on helppo omaksua, koska selailu tapahtuu samalla tapaa kuin Windowsin hakemistopuussa liikkuesssa. Dokumenttien ja muiden kohteiden sijaintia ei tosin määritellä hakemistokohtaisesti, vaan selailu tapahtuu kohteisiin liittyvien metatietojen perusteella. Kohteet löytyvät hakutoiminnolla tai näkymistä (jotka ovat tallennettuja hakuetoja). Kohteiden tiedot näytetään näkymien muokattavissa sarakkeissa tai suoraan metatietokortilla, jossa nähdään ja muokataan sillä hetkellä valitun kohteen tietoja. Peruskäyttöliittymän kolme tärkeintä elementtiä ovat siis haut, näkymät ja metatietokortti. Käyttöliittymää voidaan myös muokata tai laajentaa.

2.4.5 Ohjelmointirajapinnat

M-Files-järjestelmän toimintoja voidaan käyttää paitsi käyttöliittymien (Desktop ja Admin), niin myös ohjelmointirajapintojen (API, application programming in-

terface) kautta. M-Files tarjoaa kaksi erilaista ohjelmointirajapintaa, joista toinen on ActiveX/COM API ja toinen on REST API (M-Files Oy 2015b, 2). Kummallakin ohjelmointirajapinnalla voi tehdä samantyyppisiä asioita, mutta niissä voi olla jotain eroavaisuuksiakin johtuen rajapintojen erilaisuudesta. Ohjelmointirajapinnat mahdollistavat monimutkaisempaa toiminnallisuutta, jota M-Filesin käyttöliittymän kautta ei voida välttämättä tehdä.

M-Files API:sta puhuttaessa viitataan yleensä ActiveX/COM API:iin. Tätä ohjelmointirajapintaa käytetään VB.NET-, C#-, Visual Basic-, VBScript ja C++-ohjelmointikielissä ohjelmissa tai skriptoissa. M-Files-ohjelmisto muokataan usein VBScriptiä käyttämällä, koska M-Filesiin rakennettu toiminnallisuus sisältää suoran tuen VBScriptin käytölle. ActiveX/COM API vaatii oikean M-Files-version asennuksen sille tietokoneelle, jolla ohjelmointirajapintaa käytävää sovellusta suoritetaan.

M-Files Web Service API:sta puhuttaessa viitataan yleensä REST API:iin. Tätä ohjelmointirajapintaa käytetään yleensä webbiohjelmoinnin yhteydessä ja sen hyödyntäminen vaatii palvelintietokoneelle M-Files Web-ominaisuuden käyttöönoton. Webbiohjelmoinnin yhteydessä mahdollinen ohjelmointikieli on esimerkiksi JavaScript, mutta REST API:a voidaan käyttää lähes kaikilla ohjelmointikielillä, yleisenä esimerkkinä C# ja C++. REST API ei vaadi M-Filesin asennusta koneelle, jolla ohjelmointirajapintaa hyödyntävää sovellusta suoritetaan.

2.4.6 Raportointi

M-Files tiedonhallintajärjestelmä tukee suoraan liitää MS SQL Reporting Serviceen, jonka kautta M-Filesiin tallennetuista kohteista, niiden välisistä suhteista ja tietoon liittyvistä tapahtumista saadaan ulos monenlaisia raportteja (M-Files Oy 2015d).

2.4.7 Muokattavuus

M-Files tarjoaa suoran tuen VBScriptillä tehtävälle COM API:a hyödyntävälle toiminnallisuuden muokkaamiselle. VBScriptillä tehtyä lisätoiminnallisuutta kutsutaan usein tapahtumankäsittelijöistä (Event Handler), automaattisten

ominaisuusarvojen laskennan yhteydessä ja työnkulkujen tilasiirtymien yhteydessä. Ongelmana VBScriptillä tehdyssä toiminnallisuudessa voivat olla erityisen pitkäkestoiset operaatiot, jotka virheen tapahtuessa keskeytyvät. VBScript ei tarjoa kovin hyviä virheenkäsittelymahdollisuuksia.

M-Files Desktopin toiminnallisuutta on mahdollista muokata UI Extensibility Framework-aplikaatioilla. UI Ext-sovellukset voidaan jakaa M-Files Desktop-sovelluksille keskitetysti M-Files Admin-sovelluksen kautta. UI Ext-sovellukset laajentavat M-Files Desktopin käyttöliittymää tarjoten uusia nappuloita, valikkoja ja näkymiä sekä niihin liittyvää toiminnallisuutta. UI Ext-sovellusten käyttöliittymä voidaan toteuttaa esimerkiksi HTML- ja JavaScript-kieliä käyttämällä.

M-Files Serverin toiminnallisuutta on mahdollista laajentaa Vault-aplikaatioilla. Vault-aplikaatiot asennetaan M-Files Admin-sovelluksen kautta. Vault-aplikaatiot mahdollistavat toimintaa laajentavien sovellusten ohjelmoinnin esimerkiksi C#- tai C++-ohjelmointikielillä, jolloin monimutkaisempaa toiminnallisuutta on helpompi ja turvallisempi toteuttaa. Vault-aplikaatioita voidaan kutsua VBScriptin kautta esimerkiksi tapahtumankäsittelijöiden, automaattisten ominaisuusarvojen laskennan yhteydessä ja työnkulkujen tilasiirtymien yhteydessä.

3 Tutkimuksen toteutus

Mahdollisuus osallistua kunnossapidon varastohallintajärjestelmän suunnitteluun ja mahdolliseen toteutukseen ilmeni alkuvuodesta 2015. Alkujaan ajatus oli, että järjestelmä voisi olla toteutuksen kannalta ajankohtainen alkusyksystä 2015, mutta eri syistä projektin aloitus ei toteutunut alustavan aikataulun mukaan, eikä käytännön osuus toteutunut aivan alkuperäisesti suunnitellun mukaan. Tuotokset olivat kuitenkin potentiaalisesti hyödyllisiä.

Tässä kappaleessa käsitellään tutkimuksen toteutusta. Kerronta etenee loogisesti niin, että ensin käydään läpi työn ja kunnossapitoon liittyvän varastohallintajärjestelmän hahmotellut vaatimukset. Tämän jälkeen kerrotaan kuinka käytännön osuus käytännössä toteutettiin ja millaisia olivat lopputulokset. Kappaleessa esitellään M-Filesillä toteutettavan varastohallintajärjestelmän rakenteen kuvaus, prototypoinnissa havaitut asiat sekä tarvittavat laajennokset. Kappaleessa esitellään myös tutkimuksen toteutukseen kuuluneen teemahaastattelun tulokset.

3.1 Varastohallintajärjestelmän hahmottelu

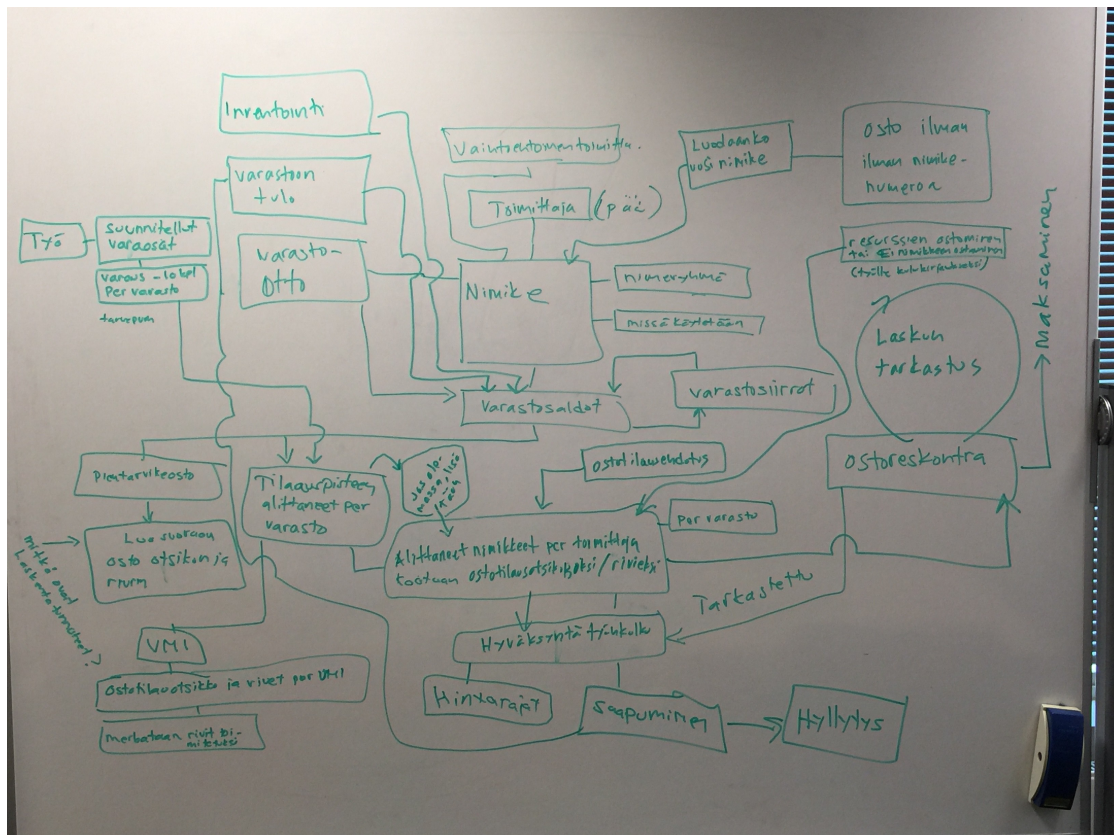
Kun M-Files Oy:n, Jyväskylän ammattikorkeakoulun sekä tutkijan kanssa oli sovittu opinnäytetyön teosta ja sisällöstä, oli kirjallisuustutkimukseen liittyvän materiaalinkeruun jälkeen hyvä aika istua alas keskustelemaan kunnossapidosta ja varastohallinnasta. Kunnossapidon järjestelmistä sekä siihen liittyvästä varastohallinnan arjesta pidettiin toukokuussa 2015 M-Files Oy:n vanhemman ratkaisuarkkitehdin Mika Tikkasen kanssa workshop, jossa käytiin läpi varastohallintajärjestelmän toteutukseen liittyviä seikkoja. Tuloksena oli lista toivottuja ominaisuuksia, sekä flappitaululle hahmoteltu prosessikaavio, jonka avulla mietittiin kuinka kohteet ja prosessit istuisivat M-Files-järjestelmään. Tässä vaiheessa on hyvä muistaa, että M-Filesillä on jo toteutettu kunnossapidon ratkaisu. Varastohallintatoteutus osaltaan hyödyntäisi ja laajentaisi kunnossapitoratkaisua.

3.1.1 Järjestelmän vaatimukset

M-Files-järjestelmällä toteutettavan kunnossapidon varastohallintajärjestelmän kannalta tärkeinä asioina pidettiin hahmotteluvaiheessa seuraavia kohteita, ominaisuuksia ja toiminnallisuuksia:

- Järjestelmän pitäisi varastointiin liittyvien prosessien (vastaanotto, lähettäminen, yms.) lisäksi tukea myös hankintaa, mutta mahdollisesti myös esimerkiksi töhin (nimikkeitä kuluttava prosessi) ja ostolaskuihin liittyviä prosesseja.
- Varastohallintajärjestelmän tulisi mallintaa ja toteuttaa ainakin seuraavia kohteita, ominaisuuksia ja toiminnallisuuksia:
 - Nimike: toimittaja, tilauspiste, keskihinta (laskettava), varastoarvo (laskettava), jne.
 - Varasto: hyllypaikka, nimikkeen varastosaldo
 - Varastotapahtumat: otto, tulo (tilaukselle tai ilman tilausta), varaus, palautus, inventointi
- Varastohallintajärjestelmän tulisi sisältää myös ostotilausten käsittelyn:
 - Ostotilausten luonti: riippuen nimikkeestä automaattinen ostotilaus tai ostotilausehdotuksen luonti tilauspisteen alittaneille nimikkeille
 - Ostotilausten yhdistely: samalle toimittajalle luotujen tilausten yhdistely
 - Ostotilausten lähettäminen toimittajalle: mahdollisuus räätälöidä toiminta järjestelmän käyttäjän prosessien mukaiseksi
 - Ostotilausten vastaanotto: tilausrivien osittainenkin vastaanotto, tilauksella tai ilman tilausta
- Toiminnallisuus pitäisi rakentaa käyttöliittymälajennoksia (UI Extensibility Application) hyödyntäen niin, että sillä voitaisiin esittää ja muokata erilaisia otsikko- ja rivitietoja. Esimerkkinä ostotilaus, joka koostuu ostotilausotsikosta ja siihen liittyvistä ostotilausriveistä.

3.1.2 Järjestelmän prosessikaavio



Kuvio 20: Varastonhallintajärjestelmän prosessikaavion hahmotelma.

Workshopissa laadittu hyvin yleisellä tasolla tahtotilaa hahmottelevaa prosessikaaviota jalostettiin täydentämällä ja selkeyttämällä sitä myöhemmässä vaiheessa, kun käytössä oli kirjallisuustutkimuksen ja teemahaastattelun kautta kerättyä lisätietoa. Tutkimuksen käytännön osuuden tuotoksena esitellään myöhemmin ER-kaavion ja BPMN-kaavion yhdistelmä, joka paremmin havainnollistaa mahdollista varastonhallintajärjestelmän rakennetta M-Files-järjestelmällä toteutettuna.

3.2 Varastonhallintajärjestelmän prototyyppi

Tutkimuksen toteutukseen liittyen työmuodoksi oli alkujaan mietitty tietyn teknisen osa-alueen toteuttamista. Useammasta syystä käytännön osuus muodostui enemmänkin varastonhallintajärjestelmän yleiseksi suunnitteluksi ja prototyyppinnäksi. Alkujaan käytännön osuuden toteutusaikatauluksi oli sovittu heinäkuu 2015, joka seurasi kirjallisuustutkimuksen ja tutkimuksen teoriaosuu- den dokumentointia, joka oli saatu päätökseen kesäkuussa 2015. Alkujaan

ajatus oli että neljän viikon aikana M-Filesin konsultin Risto Kovasen kanssa oltaisiin yhdessä suunniteltu ja sovittu tietyn osa-alueen toteutuksesta niin, että ominaisuus olisi määritelty melko tarkasti ja edistymistä seurattu kahden viikon ajan, jonka jälkeen konsultin jäädessä kesälomille toteutus olisi ollut mahdollista viimeistellä itsenäisesti tulevan kahden viikon aikana.

Asiat kuitenkin kehittyivät niin, ettei keväällä ja kesällä 2015 ollut mahdollisuutta tutustua kunnossapitoratkaisun valmiiseen toteutukseen tai M-Files-varaston rakenteeseen. Opinnäytetyön tekijän päivätyö M-Filesillä ja muut opinnäytteeseen liittyvät tehtävät eivät mahdollistaneet tarvittavan ajan järjestämistä. Kävi myös niin että opinnäytetyön tekijälle oli tullut väärä käsitys Risto Kovasen kesäloman aikataulusta, eikä Mika Tikkanenkaan ollut saatavilla teknisen osa-alueen toteutukselle varattuna ajanjaksona. Sovittiin siis vain yleisesti mitä osa-aluetta käytännön osuus käsittelisi ja mitä kunnossapitoratkaisun sisältävää M-Files-varastoa voitaisiin käyttää toteutuksen pohjana. Asioita vaikeutti loppujen lopuksi myös se, että toteutukselle varattu neljän viikon jakso leikkautui kolmeen viikkoon, kun opinnäytetyön tekijä joutui kahden viikon sairauslomalle kolmannen toteutusviikon jälkeen. Kaikesta huolimatta kolmen viikon prototypointi oli opinnäytetyön tekijälle tuotteliasta ja eteenpäin vievää aikaa. Opinnäytetyön tekijä piti ajatuksistaan ja löydöksistään epämuodollista päiväkirjaa prototypointiviikkojen aikana ja raportoi edistymisestä viikoittain sähköpostilla. Käytännön osuutta kuvatessa on nojaututtu mainittuihin muistiinpanoihin.

Yleisenä ajatuksena käytännön osuuden toteuttamiselle oli ostolaskujen käsittelyn lisääminen kunnossapitoratkaisuun. Työskentely alkoi siis tarvittavien M-Files-varastojen käyttöön hakemisella ja Mika Tikkaselta saatuun kunnossapitojärjestelmiin liittyvään lisämateriaaliin tutustumalla. Loppujen lopuksi M-Files-varastopohjiakin oli pari erilaista, mutta toinen niistä valikoitu prototypointin pohjaksi. Kunnossapitoratkaisun senhetkinen toteutus sisälsi toimivan kunnossapitoratkaisun lisäksi suppean varastokirjanpidon. Opinnäytetyön tekijällä ei ollut enakkoon tarkkaa käsitystä missä pisteessä varastonhallintajärjestelmään liittyvät ominaisuudet tarkalleen olivat.

Aluksi aikaa kului tilanteen yleiseen haltuunottamiseen ja toteutukseen tutustumiseen. M-Files-varaston taustatoiminnallisuuden toteutus oli VBScript-pohjainen, joten prototypointia tehtiin VBScript-kieltä hyödyntäen. Sinänsä rakenteen määrittely ja kohteiden suhteiden miettiminen kulutti varsin paljon aikaa. Mallintamisen yhteydessä ilmeni että ER-kaavio ja BMPN-kaavio sopivat erityisen hyvin M-Files-varaston rakenteen suunnitteluun. Prototypointiviikon alusta lähtien käytössä oli myös JavaScript-pohjainen UI Extensibility-laajennos, jonka avulla oli mahdollista miettiä myös UI-laajennosten teknistä toteutusta ja ulkoasua. Kuten sanottua, varastonhallintajärjestelmän toteutuksesta puuttui tässä vaiheessa lähes kaikki tarpeellinen, mikä oli tietysti tärkeä havainto käytännön osuuden konkreettisten toimien hahmottamiseksi.

3.2.1 Prototypointi, 1. viikko

Havaintoja toteutusviikolta:

- M-Files COM API:n käytössä aiemmasta käytöstä huolimatta hieman alkuvaikeuksia, jotka pääosin ohi päivässä. API on varsin tekninen ja sen suora käyttö toiminnallisuuksia toteuttaessa on hidasta, vaikka API-tuntemus olisi hyvä.
- Kunnossapitoratkaisun tarkastelu suoraan tietovaraston rakenteesta ja toiminnallisuudesta työlästä ilman dokumentaatio. Kokonaiskuvan muodostaminen vaikeaa, kun VBScript-toteutuksia voi olla tapahtumankäsittelijöissä, työnkulun tilasiirtymissä, automaattisissa arvoissa ja arvojen validoinneissa.
- Rakenteen ja toimintojen prototypointia hidastaa, kun M-Files Desktopin käyttöliittymä ei tue toisten kohteiden metatietojen näyttämistä ja ei ole valmiita UI Extensibility-laajennoksen resursseja otsikko- ja rivitietojen näyttämistä varten.
- Ilmenee selkeästi tarve toteuttaa otsikko- ja rivitietoja näyttäviä UI Extensibility-laajennoksia, koska viittaus liitännäisten kohteiden tietoihin näkymien sarakemäärittelyissä ja metatietokortilla ei mahdollista.
- M-Files järjestelmänä on sellainen, että kaikille järjestelmään mallinnetuille kohteille tallennetaan historiatieto muutoksista. Huomiona tässä yhteydessä että otsikko- ja rivityyppiselle tiedolle muutoshistorian muis-

taminen ei välttämättä olisi pakollista.

- Selviää että toteutusaika leikkaantuu neljästä viikosta kolmeen viikkoon, joka yhdessä sen kanssa ettei toteutuksesta pysty käymään keskustelua konsultin, ratkaisuarkkitehdin tai mahdollisen asiakkaan kanssa tekee järjestelmän hahmottelusta vaikeaa, koska ostotilausten käsittelyyn liittyy monia asioita.
- Sinänsä rakenteen kuvaaminen ja mallintaminen sujuu hyvin. Taustatoiminnallisuuden skriptaaminen on mukavaa, tuntuu hieman hallitsemattomalta ilman apufunktiokirjastoja. UI Extensibility-laajennoksen tutkiminen onnistunee kolmannella viikolla, mutta tuskin ennen.

Tuotoksia toteutusviikolta:

- Ensimmäinen versio ER-kaaviosta ja varaston rakenteesta, jotta ostotilausten käsittely voidaan toteuttaa.
- Saadaan sovittua haastatteluaika elokuulla Koskisen Oy:n logistiikkapäällikkö Mikko Kivimäen kanssa.
- Parannusehdotus tuotteeseen, jotta metatietokortilla voisi näyttää viitatun tai viittaavan kohteen metatietoja.
- Parannusehdotus tuotteeseen, jotta näkymän sarakkeisiin voisi lisätä viitatun tai viittaavan kohteen metatietoja.

3.2.2 Prototypointi, 2. viikko

Havaintoja toteutusviikolta:

- Viikon alussa on ilmeistä ettei prototypointia kannata jatkaa siihen tapaan, kuin esimerkivarastossa on aiemmin on tehty. Tapa jossa toiminnallisuuksia tehdään tapahtumankäsittelijöihin, tilasiirtymiin, automaattisiin arvoihin ja arvojen validointeihin funktiota kopioimalla ja COM API:a suoraan käyttämällä on epätehokasta ja vaikeasti ylläpidettävää.
- Tarve kehittää kehitystyötä nopeuttavia apukirjastoja on ilmeinen, joten opinnäytetyön tekijä kehittää Vault-laajennoksen nimeltään VBScript-Library. Vault-laajennos mahdollistaa VBScript-apukirjastojen kehittämisen ja skriptojen lataamisen kehitysaikana suoraan

kovalevyllä. Vastaava kirjasto voitaisiin toteuttaa myös oikealla ohjelmointikielellä, kuten C#:lla tai C++:lla, mutta koska aika on rajallinen niin asia jää hautumaan.

- Varaston rakenteen suunnittelun korvaamaton apuväline vaikuttaa olevan ER-kaavio UML-notaatiolla, johon yhdistetään BPMN-notaatiolla piirrettävät kohteisiin liittyvät työnkulut. Kaaviot kuitenkin ovat aikaavieviä piirtää – hyödyllisyydestään huolimatta – joten olisi arvokasta jos M-Files-tietovaraston määrittely tukisi tämäntyyppistä mallintamista (siltoin tietovarasto dokumentoisi aina itse itsensä ja olisi aina ajantasainen). Toiminnallisuudelle on jo pohjaa M-Filesin graafisissa työnkuluissa.
- Edelliseen liittyen suppeasti dokumentoidut ja VBScriptillä tehdyt toteutukset ovat ongelmallisia kenelle tahansa, koska kokonaiskuvasta on vaikea päästä kärryille. Riittävästi dokumentoitu rakenne auttaisi jos toteutuksen vastuuhenkilö muuttuu (asiakas- tai toimittajapäässä) tai jos ongelmia joudutaan tutkimaan asiakastuessa tai toisen konsultin toimesta.
- M-Filesin kohteiden viittaukset ovat yksisuuntaisia. Rakennetta suunniteltaessa tuntuisi suoraviivaisemmalta, että järjestelmä tarjoaisi mahdollisuuden selvittää viittauksia käänteisesti (selvittää äitikohteeseen viittaavat lapsikohteet). Ongelman voi poistaa toteuttamalla hakupohjaisen käänteisen suhteiden selvityksen tai tekemällä viittauksen sekä äiti-että lapsikohteisiin (äiti->lapsen, lapsi->äiti), joskin jälkimmäisestä aiheutuu rakenteeseen ylimääräiseltä tuntuvaa monimutkaisuutta.
- Vaikka on kesälomakausi niin konsultoinnissa on onneksi sen verran porukkaa paikalla, että opinnäytetyön tekijä saa palautetta siitä, kuinka edistäisin prototyyppiä parhaiten. Oma päätelmä ja konsultoinnin vinkki on tehdä ensin valmiiksi minimaalinen toteutus vaaditulle prosessille ja miettiä kohteiden tarkempia ominaisuuksia ja muuta toiminnallisuutta vasta sitten, kun perustoiminnallisuus on olemassa.

Tuotoksia toteutusviikolta:

- Toinen versio ER-kaaviosta ja varaston rakenteesta, jotta ostotilausten käsittely voidaan toteuttaa.

- Alustavia VBScript-kirjastofunktiota, joiden avulla toiminnallisuuden laa-
timinen on kätevämpää, nopeampaa ja selkeämpää. Kirjastot vaativat
kunnollista jatkokehittelyä ja testaamista (sekä toteutuksen vaihtamisen
VBScriptistä C#:iin).
- Parannusehdotus tuotteeseen, jossa rakenteen määrittelyn pitäisi on-
nistua esimerkiksi UML- ja BPMN-notaation kaltaisilla tekniikoilla.
- VBScriptLibrary-laajennos jota esitellään möyhemmin syksyllä konsul-
toinnin suuntaan, jotta voidaan miettiä olisiko siitä laajemminkin apua
(vaikkakin jatkossa on tulossa laajennosta parempia ratkaisuja).
- Omaksi ideaksi jää notaatio, jota voisi hyödyntää kustomoidussa meta-
tietokortissa siten, että kohteelle haettaisiin liitännäisen kohteen tietoja.
Notaatiossa osoittaisi > tai < osoittaisi suhteen suunnan (esimerkiksi:
varasto<varastosaldo>nimike.yksikkö)

3.2.3 Prototyyppi, 3. viikko

Havainnot toteutusviikolta:

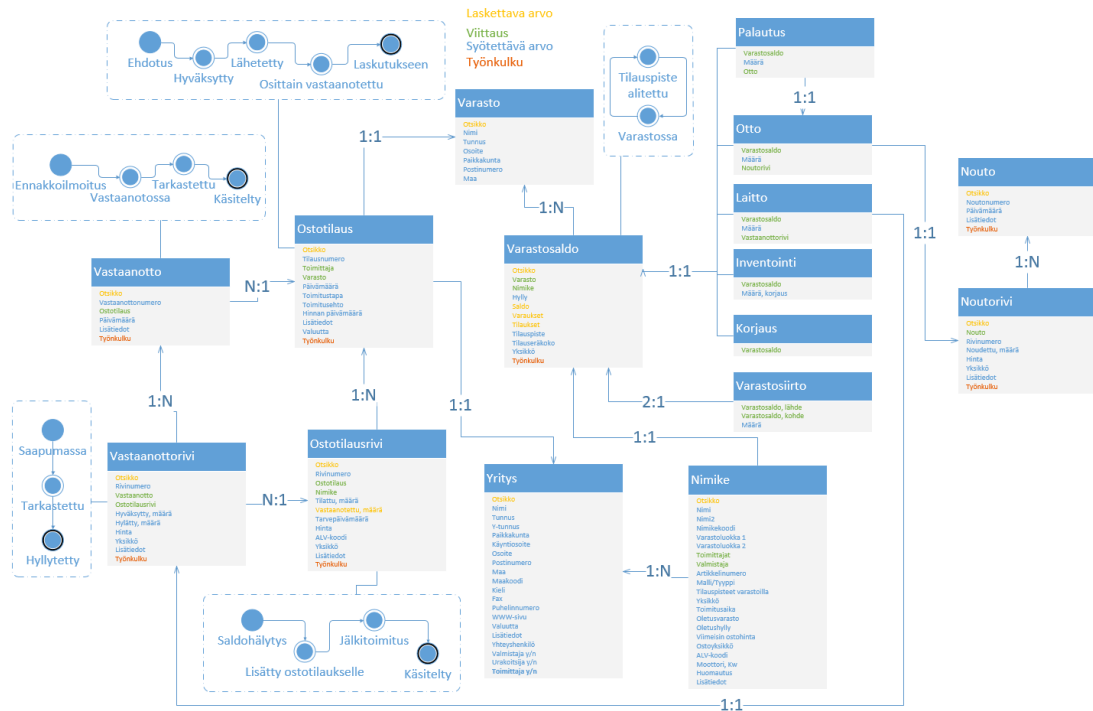
- Vaikka UI Extensibility-laajennoksesta on olemassa esimerkki, ei sitä
voi suoraan soveltaa ymmärtämättä, kuinka toteutus rakentuu. UI Ex-
tensibility-laajennoksien ohjelmoinnissa kyse voi olla paljolti kysymys it-
seasiassa webbisivun koodaamisesta (UI Extensibility Framework,
HTML, CSS, JavaScript, JQuery, Bootstrap).
- Noin viikko lisäaikaa ja palautetta työn etenemisestä, niin ostotilausten
käsittelyn olisi ehkä voitu tehdä "valmiiksi". Laajemmin varastonhallinta-
järjestelmä tosin silti vaatisi useiden UI Extensibility-laajennosten teke-
mistä ja hyvän perustoteutuksen varastokirjanpidolle.

Tuotoksia toteutusviikolta:

- Prototyyppi ostotilauksen luonnista tilauksen lähettämiseen ja vastaan-
ottamiseen. Saldohälytys aiheuttaa ostotilausrivin ja varastosaldo päi-
vitty tilauksen vastaanotosta. Toteutus tapahtumankäsittelijöillä ja
työnkulun tilasiirtymillä.
- Minimaalinen UI Extensibility-toteutus joka tuo otsikko- ja rivitasoista
tietoa näkyviin pyynnöstä.

- ER- ja BPMN-kaavio mahdollisesti ostotilausprosessin rakenteesta jota voitaisiin hyödyntää.

3.2.4 Tietovarasto



Kuvio 21: Varastohallintajärjestelmän M-Files-tietovaraston rakenne.

Ehdotus varastohallintajärjestelmän tietovaraston (kuviokuva 21) rakenteesta on sellainen, että varastokirjanpito hoidetaan aina kaikesta muusta rakenteesta erillisenä niin, että varastosaldoihin kohdistuu aina samat perustoimenpiteet, kuten otto, laitto, inventointi ja niin edelleen. Kuluttava ja täydentävä prosessi vaativat omat kohteensa, jotka aiheuttavat varastosaldoon kohdistuvia perustoimenpiteitä. Tällainen erottelu on opinnäytetyön tekijän mielestä perusteltavissa sen takia, että varastokirjanpito lienee paljolti samanlainen riippumatta kuluttavasta ja täydentävästä prosessista.

Tietovaraston rakenne noudattaisi mahdollisimman paljon otsikko ja siihen liittyvät rivit rakennetta, koska vaikuttaa siltä että se olisi luontevin tapa esittää noutoihin, vastaanottoon, laskuihin ja tilauksiin liittyviä asioita. Usein otsikkotieto on sellainen missä on noutoon, laskuihin, vastaanottoon tai tilauksiin liittyviä yleisiä asioita. Rivikohtainen tieto pitää sisällään otsikkoon liittyvien käsi-

teltyjen kohteiden esimerkiksi yksilöiviä ja määrällisiä tietoja. Kuviossa 21 esitetyt tiettyihin kohteisiin liittyvät työnkulkujen tilat ovat hahmotelmia ja vasta asiakkaalle toimitettavassa järjestelmässä tarvittavat tilat voisi lopullisesti määrittellä. Työnkulkujen ja tilojen tarve voinee vaihdella asiakastoteutusten välillä.

Yleinen varastohallintajärjestelmän toimenpiteiden työnjako voisi olla sellainen, että toimenpiteet tehtäisiin etupäässä UI Ext-laajennoksien kautta ja tietovaraston rakenteeseen liittyvä taustatoiminnallisuus huolehtisi arvojen laskennasta ja siitä, että kohteisiin liittyvä tietoa on mahdollisesti käytettävien työnkulkujen tilasiirtymissä oikeanlaista. M-Files Desktopin peruskäyttöliittymää käytettäisiin etupäässä virheiden korjaamiseen tai siltä osin, kun kohteiden tarkastelu sen mahdollistaa. Taustatoiminnallisuuden toteutuksessa apufunktiokirjastojen hyödyntäminen (esimerkiksi VBScriptLibrary-laajennos) olisi pakollinen vaatimus.

3.2.5 VBScriptLibrary

Varastohallintajärjestelmän taustatoiminnallisuuden jouheva toteutus vaatii apufunktiokirjastoja, jotka voi tuoda tapahtumankäsittelijöiden ja muiden toimintoja laukaisevien tapahtumien käyttöön Vault-laajennoksella, joka tarjoaa apufunktiot C#:lla tai VBScriptillä toteutettua. Tämän tutkimuksen yhteydessä toteutettiin apufunktiokirjastot mahdollistava VBScriptLibrary Vault-laajennos. Samat apufunktiot mitä käytetään taustatoiminnallisuuden toteutuksessa ovat tarpeen myös UI Ext-laajennoksia tehtäessä, joskin apufunktioiden toteutuskielenä voisi olla JavaScript. Apufunktiokirjastoja ei välttämättä ole valmiina, mutta ne rakentuvat samalla, kun varsinaista toteutusta aletaan tekemään. Jonkun verran ylimääräistä työtä tuottaa se että pitäisi varmistaa että samat apufunktiot ovat käytössä Vault- ja UI Ext-laajennoksille potentiaalisesti eri toteutuskielillä.

3.2.6 Käyttöliittymälaajennokset

Otsikko	Varasto	Toimittaja	Tilauspvm	Hyväksyjä	Tila	Kuvaus
Ostotilaus2 Tilattu RK RAUTAKAUPPA OY -> PV1 PÄÄVARASTO	PV1 PÄÄVARASTO	RK RAUTAKAUPPA	22.07.2015	Majja Laskuttaja	Tilattu	
Rivi	Nimike	Tilauserä	Vastaanotettu	Yksikkö	Tila	Kuvaus
Rivi4 Odottaa toimitusta 30016 3MM MUTTERI: 200,00KPL	30016 3MM MUTTERI	200,00	0,00	KPL	Odottaa toimitusta	
Rivi5 Odottaa toimitusta 30016 3MM MUTTERI: 200,00KPL	30016 3MM MUTTERI	200,00	0,00	KPL	Odottaa toimitusta	

Kuvio 23: Minimaalinen UI Ext-toteutus joka havainnollistaa eri näkymälaajennoksissa toistuvaa otsikon ja rivit sisältävää rakennetta.

UI Ext-laajennoksia tarvitaan, jotta otsikko ja rivit tyyppisen tiedon esittäminen ja muokkaaminen onnistuu helposti, ja jotta eri näkymissä tarpeelliset muut toimenpiteet saadaan suoritettua. UI Ext-laajennokset vaatisivat tiettyjen peruselementtien toteuttamista, jotta niiden nopea kehittäminen ja muokkaaminen on mahdollista. UI Ext-laajennokset ovat käytännössä webbisivuja, ja vaikka yksittäisten sivujen toteuttaminen ilman yhteisiä komponentteja on toki mahdollista, tuntuu se epätehokkaalta toimintatavalta. Otsikko ja rivit tyyppisten näkymien lisäksi tarvittaisiin myös laajennetuilla tiedoilla ja kontrolleilla laajennettuja näkymiä (esim. nimikkeen tiedot).

Erityisen tärkeää olisi toteuttaa ominaisuuksien esittämistä varten peruskomponentit, jotka tarjoaisivat käyttöliittymän kohteen tietojen muokkaamiselle. Ominaisuuksien peruskomponentit sisältäisivät tiedon muun muassa ominaisuuden tyyppistä, arvosta ja siitä voidaanko ominaisuutta muokata. Ominaisuuksien peruskomponentin tulisi myös tukea toisen kohteen ominaisuuksien hakemista liitännäisen kohteen riville. Olisi hyvä jos ominaisuuksien peruskomponentti tukisi notaatiota, jossa epäsuorasti voisi viitata toisella kohteella olevaan ominaisuuteen, huolimatta siitä, minkä suuntaisessa suhteessa kohteet toisiinsa nähden ovat:

- Suhde varastosaldosta nimikkeeseen, viittaus notaatiolla:
varastosaldo>nimike.yksikkö
- Suhde nimikkeestä varastosaldoon, viittaus notaatiolla:
varastosaldo<nimike.yksikkö

UI Ext-laajennoksen ehdotettu rakenne joka sisältää otsikkotietoa, rivitietoja ja kontrolleja on hahmoteltu XML-pseudokoodilla kuviossa 24.

```

<dashboard>
<!-- this is main dashboard element of HTML page-->
<expandable_dashboard_widget>
<!-- this is main element for certain functionality group, dashboard potentially could include many-->
<header_area>
<!-- this element would contain data and UI for header related things-->
<header_data>
<!-- this element would contain identification details for header object (OT, ID, VER)-->
<property_object>
<!-- this element would contain property details and functionality (PROPERTYDEF, TYPE, VALUE, READONLY)-->
...
</property_object>
...
<property_object/>
</header_data>
</header_area>
<rows_area> <!-- this element would contain data and UI for row related things-->
<row_data> <!-- this element would contain identification details for one row object (OT, ID, VER)-->
<property_object>
...
<property_object/>
</row_data>
...
<row_data/>
...
<rows_area>
<control_area>
<!-- this element would contain UI for controls-->
<control_object>
<!-- this element would contain control for required functionality (SAVE, UPDATE, CANCEL, NAVIGATE, etc.)-->
...
</control_object>
...
<control_object/>
</control_area>
</expandable_dashboard_widget>
...
<expandable_dashboard_widget/>
</dashboard>

```

Kuvio 24: UI Ext-laajennoksen rakenne XML-pseudokoodilla (muokattu sivustolla codebeautify.org).

3.3 Kunnossapidon varastohallinta, Koskisen Oy

Tämän tutkimuksen toteuttamiseen kuului suunnitellusti myös teemahaastatteluja, joiden avulla toivottiin saatavan tietoja käytännön kunnossapidon varastohallinnasta. Tässä kappaleessa käydään läpi elokuussa 2015 järjestetyssä Koskisen Oy:n logistiikkapäällikkö Mikko Kivimäen (Lappeenrannan teknillinen yliopisto, DI, tuotanto/logistiikka) haastattelussa esiin tulleita asioita referaatin muodossa. Haastattelun tuloksia voidaan soveltaa varastohallintajärjestelmän suunnittelussa ja verrata tuloksia myös kirjallisuustutkimuksen tuloksiin.

Koskisen Oy on suomalainen sahateollisuuden yritys, jonka liikevaihto vuonna 2014 oli noin 240 miljoonaa euroa. Yrityksellä on Järvelässä kaksi tehdasaluetta (Tehdastie ja Mäntsäläntie), joissa toimivat saha-, vaneri- ja lastulevy-

linjat. Konelinjat vaativat kunnossapitoa toimiakseen ja alueella on näin ollen myös kunnossapidon varastoja. Koskisen Oy:lla sijaitsee lukuisia fyysisiä varastoja eri puolella Suomea. Koskisen Oy:n varastointi Järvelässä jakaantuu tuotannon ja kunnossapidon varastoihin. Tuotannon varastointi vastaa tuotantoon liittyvien nimikkeiden varastoinnista (raaka-aineet, puolivalmisteet, myyntituotteet) ja kunnossapidon varastointi vastaa muiden nimikkeiden varastoinnista (tuotannon tarvikkeet ja apuaineet, huollon nimikkeet, polttoaineet, pakkaustarvikkeet). Tuotannon varastossa on varastoidaan satoja nimikkeitä, kun taas kunnossapidon varastossa varastoidaan useita tuhansia nimikkeitä. Tuotannon varastojen arvot ovat kymmeniä miljoonia euroja, kun taas kunnossapidon varastojen arvot ovat parin miljoonan euron luokkaa (vrt. Kuvio 12). Kunnossapidon varastoja voidaan kutsua keskusvarastoksi tai kenties tarkemmin tarvikevarastoksi.

Yleisesti ottaen voidaan todeta, että Koskisen Oy:lla kunnossapidon varastoihin sitoutuneen pääoman määrä on tuotannon varastoihin suhteutettuna pieni. Kunnossapidon varastoihin varastoitujen laitteiden varaosien varastoarvoja täytyy suhteuttaa konekannan arvoon. Pienempi yksittäinen laite voi vaatia muutaman tuhannen euron varaosavarastoja, kun taas tuotantolinja on suuri investointi ja aiheuttaa siihen liittyvien kalliiden yksilöityjen varaosien varastointia ja sitä kautta varastoarvojen nousua. Joissain tapauksissa varastokustannuksia pystytään nimettyjen varaosien suhteen pienentämään, kun toimittaja sitoutuu säilyttämään kriittistä varaosaa Koskisen Oy:n puolesta. Varaosien lisäksi kunnossapidon varastossa säilytetään myös esimerkiksi tehdasalueella työskentelevien trukkien polttoainetta, jotta tuotannon toimivuus voidaan varmistaa kaikissa tilanteissa.

Tuotannon ja kunnossapidon varastoinnissa on eroa, kuten aiemmin mainittiin, vaikka joissain tapauksissa tuotanto ja kunnossapito saattavat käyttää samoja nimikkeitä. Esimerkiksi kokoonpaneivassa teollisuudessa tiedetään valmistettavan laitteen tarkat osalistat ja materiaalintarvelaskenta kertoo tulevan kulutuksen, mutta kunnossapitopuolella näin ei ole. Kokoonpaneivassa teollisuudessa käytetään vain joitain satoja nimikkeitä, joiden kulutus on hyvin ennustettavaa ja joiden hinnat on neuvoteltu toimittajien kanssanimikekohtaisesti.

ti. Kunnossapidossa puolestaan tilataan toimittajalta harvakeen suuri määrä erilaisia nimikkeitä, joiden kulutusta ei välttämättä tiedetä etukäteen.

3.3.1 Varastotoiminnot

Koskisen Oy:llä on useita varastoja eri puolella Suomea. Varastohallintajärjestelmään varastoja on merkitty kirjanpidollisesti kymmenkunta tehdasalueen tarkkuudella. Tehdasalueella fyysisiä varastoja voi olla useita. Samaa nimikettä voidaan luonnollisesti varastoida useampaan varastoon ja materiaalien täydennykset ja muut tilaukset voidaan tilata mihin varastoon tahansa. Nimikkeen sijoitus varastossa määritellään jo ostotilauksen yhteydessä, eikä materiaaleille ole kiinteitä varastopaikkoja. Nimikkeen takaa voidaan löytää tietoa materiaalin sijoittumisesta varastoon, mutta materiaalien paikannus tapahtuu myös kokemuspohjaisesti. Uudet työntekijät oppivat materiaalin varastoinnin käytännöt työn ohessa. Kunnossapidon varastoon vastaanotetulle tavaralle ei tehdä yhtä tarkkaa laadunvalvontaa, kuin tuotannon puolella, eikä varastohallintajärjestelmä tue esim. rahtikirjojen tai varaumien tallentamista järjestelmään. Vastaanotossa hyväksytään ja hylätään jokainen vastaanotettu rivi siltä osin kuin se on kunnossa.

Materiaalia kunnossapidon varastoista hakevat kunnossapidon työntekijät itsenäisesti tai varastonhoitaja tekee poimintaa laatikoihin, jotka jaetaan materiaalia kuluttaviin kohteisiin jakeluautolla. Otot varastosta kirjataan tietokoneella tai paperilomakkeelle, joita varastonhoitaja päivittää tietokoneelle viiveellä. Varastonhoitaja tietää yleensä, mikä on relevantti yksikkö kutakin nimikettä kohden ja oikaisee lomakkeessa olevia yksikkövirheitä. Heitot nimikkeiden saldoissa voidaan oikaista jälkikäteen esimerkiksi ylisuurin otoin. Hyllytyslistoja tai poimintalistoja ei käytetä. Ostotilausprosessi aktivoituu pääasiassa kahdella tavalla: joko nimikkeen tilauspiste alittuu ja aiheuttaa ostoimpulssin tai tuodaan ilmi jokin tarve, joka täytyy täyttää tilaamalla materiaalia (huoltotyö tarvitsee nimikettä). Ostotilausriveille on tärkeä määritellä viitetieto, jotta tilaus tehdasalueella osataan osoittaa oikeaan paikkaan. Tällä hetkellä saman nimikkeen tilaukset eri viitteillä hoidetaan erillisillä tilauksilla, jotta varmistutaan viitetiedon oikeellisuudesta. Oikeellisuuden varmistamiseksi laskutus hoidetaan siten, että toimittaja lähettää laskun jokaista lähetyslistaa kohden eikä yh-

distele lähestyslistoja.

3.3.2 Nimikkeistö

Koskisen Oy:n varastoissa varastoitaville materiaaleille käytetään ryhmäjaot-
telua, jossa nimikkeen tunnuksen (nimikekoodin, esim. R1613ABCD1234) viisi
ensimmäistä merkkiä kertovat jo jotain nimikkeen laadusta varastossa toimivil-
le henkilöille. Yksilöivät nimikkeet (esim. korjattavat varaosat) vaativat lisäksi
jonkun yksilöivän tunnusteen, kuten sarjanumeron, jotta ne voidaan tunnistaa.
Tiettyjen nimikeryhmien, kuten kumisaappaiden eri koot tunnistetaan nimik-
keen versioilla (jokainen koko on oma versionsa samalla nimikekoodilla). Ni-
mikkeisiin liittyy myös muuta tallennettavaa tietoa, kuten toimittajakohtaiset
tunnukset nimikkeille sekä talouslaskentaan liittyvät tiedot.

Nimikkeistön nimikkeille määritellään pääsääntöisesti jo perustamisvaiheessa
ohjaustiedot (tilauspiste ja tilauseräkoko). Poikkeuksen tekevät nimikkeet, jot-
ka löytyvät nimikkeistöstä, mutta joita ei varastoida. Tällaiset nimikkeet eivät
ole kriittisiä tai kiireellisiä ja niiden tasojen tarkkailu on visuaalisessa tarkkai-
lussa. Osa varaston materiaaleista (esim. ruuvit ja toimistotarvikkeet) täyden-
netään kotiinkutsumenetelmällä ja niitä ei välttämättä ole mallinnettu nimik-
keistöön. Toimistotarvikkeiden ja vastaavien materiaalien kulutus näkyy kirjan-
pidossa vain toimittajan laskuina.

3.3.3 Kunnossapidon varastohallinnan problematiikkaa

Nimikkeisiin ei ole sovellettu ABC- (esim. arvoon tai kunnossapidon tapauk-
sessa materiaalin kriittisyyteen perustuvaa) tai XYZ-luokittelua (nimikkeen kä-
sittelykertoihin perustuvaa). Aktiivinimikkeiden tarkkaa tai summittaista mää-
rää ei ollut haastattelun aikana käytettävissä, mutta kuten aiemmin mainittiin
kunnossapidon varastoissa nimikkeiden määrä lasketaan tuhansissa. Kunnos-
sapidon varastoinnissa on erityisen haastavaa hahmottaa osan kriittisyyttä. 20
sentin varaosa ja tuhansien eurojen moottori voi puuttuessaan aiheuttaa häi-
riön tuotantolinjan toimintaan. Etukäteen on mahdoton sanoa, mikä konelinja
hajoaa seuraavaksi, joten tähän varaudutaan varastoimalla materiaaleja. On
myös hankala määrittää joidenkin nimikkeiden varastotasoa, koska yhden
osan rikkoutuminen voi vaatia seitsemän osan vaihtamisen. Tällöin ei ole mer-

kitystä onko varastossa nolla vai viisi osaa, koska kaikki seitsemän – esimerkiksi – hihnaa täytyy vaihtaa kerralla. Kulutuksen ennustamattomuuden takia nimikkeille on vaikea asettaa varastonkierrollisia tavoitteita, joskin joitakin osia kuten tiettyjä laakereita kulutetaan säännöllisesti. Kunnossapitoon liittyvään materiaalikulutukseen liittyen on hyvä tiedostaa, ettei tuotantolinjojen huolto ole lentokoneiden huoltamista vaan laitteista korjataan ne osat, jotka ovat rikki. Laitteilla toki on varaosalistat ja huoltovälit tiedossa, mutta varsinainen varaosakulutus selviää vasta, kun laite on pysäytetty ja huolto käynnissä. Materiaalikulutus siis selviää vasta huollon yhteydessä. Osia ei myöskään ole välttämättä tarpeellista vaihtaa huoltojen yhteydessä, mikäli ne eivät ole rikki.

Nimikkeiden kulutuksessa ja tilauksessa leimaavaa on että – poikkeukset kuten laakerit ja pakkaustarvikkeet poislukien – ~80% tapauksissa nimikkeen täydennystilauksien välillä voi kulua 3-4 vuotta. Kulutus ei siis ole pääosin säännöllistä. Nimikkeille voidaan määritellä myös oletustoimittaja, mutta usein miten oletustoimittajasta puhuminen on harhaanjohtavaa, koska tilaukset tapahtuvat niin harvoin. Myös nimikkeille tallennettavat hintatiedot voivat johtaa harhaan, koska hinnat voivat muuttua monta kertaa vuodessa ja tietojärjestelmään tallennettu hintatieto tai tilaushistorian tarkastelu ei anna ostajalle oikeaa kuvaa siitä, mistä tilaus kannattaa tehdä. Tuhansien nimikkeiden hintatietojen aktiiviseen päivittämiseen manuaalisesti eivät riitä kenenkään resurssit, joten nimikkeiden hinnoittelu on haastavaa.

3.3.4 Huomioita

Kunnossapidon varastonhallinnassa tärkeänä asiana nousee esiin tehokas hankinta, joten kehittynyt ostojärjestelmä olisi suuri apu. Aikaisemmin mainittiin, kuinka kunnossapidon tilaukset ovat harvoja ja toimittajien ja hintojen vertailu hankalaa. Ostojärjestelmä, joka automaattisesti hakisi tilausimpulssin saapuessa halvimman hinnan eri toimittajien hinnastoista – varsinaisen toteutuksen yksityiskohdat sivuuttaen – olisi tarpeen. Ostojärjestelmän pitäisi osata yhdistää nimikekoodi ja toimittajan artikkelinumero ja tehdä ehdotus tai automaattinen tilaus sen mukaan, mistä tilaaminen olisi edullisinta. Järjestelmän ei olisi pakko osata huomioida toimittajien toimitusaikoja, vaan antaa lisätietoja ostajalle parhaan päätöksen pohjaksi. Mikäli ostojärjestelmä mahdollistaisi yh-

dellä tilauksella useiden nimikkeiden tilaamisen eri viitteillä, niin ominaisuudelle nähtäisiin arvoa, koska laskujen arvo kasvaisi ja määrä putoaisi. Myös toimittajien lupaamien ja toteutuneiden toimitusaikojen seuraamisen helpottaminen nähdään tarpeellisena ominaisuutena. Sähköisen tiedonsiirron (EDI) tuonti kunnossapidon tilaamiseen ei ole kovin houkuttelevaa, koska kustannusten arvellaan olevan lukuisien toimittajien takia korkeat ja hyötyjen vähäisten, koska tilausrivejä ei toimittajakohtaisesti tule paljon.

3.3.5 Varastohallintajärjestelmän ominaisuuksista

Kunnossapidon varastohallintajärjestelmän tarpeellisina ominaisuuksina nousevat esiin:

- Otto (-), (Palautus)
- Laitto (+)
- Inventointi
- Hinnoittelu
- Varastopaikkasiirto
- Korjaus

Erittäin tärkeää on, että varastohallintajärjestelmän perustoimenpiteet toimivat helposti ja virheettömästi:

- otot kirjataan varastossa oikein
- varastossa aiheutuu tilausimpulssi ja tilaus luodaan oikein
- tilaus lähetetään toimittajalle ja toimittaja lähettää tuotteet
- tilaus vastaanotetaan ja laitto kirjataan oikein
- toimittaja laskuttaa sovitulla hinnalla

Hyvin rakennettu perustoiminnallisuus mahdollistaa järjestelmän jatkokehittämisen. Yksittäisistä toimenpiteistä erityisesti korjauksen tulee olla hallittua, jotta varaosan (esim. kallis moottori) lähettäminen korjaukseen ei laukaise uuden moottorin tilausimpulssia. Varastoarvo pitäisi tulla lasketuksi FIFO- tai keskihintaperiaatteella. Varastosaldoihin voi kohdistua toimenpiteenä myös hinnoittelu, joka voi muuttaa varastoarvoa ilman ottoa tai laittoa. Varastohallintajärjestelmän pitäisi tarjota helppo käyttöliittymä, jotta nimikkeeseen koh-

distuvia tapahtumia voidaan helposti selata (mistä tilattu, mitä tilattu, milloin tilattu). Varastohallintajärjestelmän tulee olla joustava, jotta syöttö- ja muiden virheiden korjaus ja muutokset voidaan tehdä jälkikäteen. Esimerkkejä korjattavista virheistä voivat olla väärällä hinnalla tilaaminen, hinnan korjaus jälkikäteen tai varastotapahtumien korjaus.

Kunnossapidon varastohallintajärjestelmältä ei välttämättä toivota tukea ABC- tai XYZ-luokittelun toteuttamiseksi. Sinänsä ymmärretään mitä luokitte- lulla tavoitellaan ja että kyseessä voisi olla varastohallintajärjestelmään liitty- vä eräajotyypinen tai muutoin erillinen moduuli. Toisaalta tunnistetaan kyllä kunnossapidon ABC-luokittelun mukainen nimikejaottelu (kts. Kuvio 13):

- Varastossa seisovat kriittiset varaosat (A)
- Varastossa kiertävät yleisnimikkeet (B)
- Pultit, mutterit ja muut pientarvikkeet (C)

ABC-luokittelu pitäisi pystyä perustelemaan yritykselle siitä koituvan hyödyn mukaan, mutta koska kunnossapidon varastoinnissa varastointikustannuksia ja pääomakustannuksia ei kovin aktiivisesti seurata ominaisuus ei herätä heti mielenkiintoa. Kun asiaa pohditaan, herää kyllä ajatus, että mikäli jollain talou- dellisilla realiteeteillä nimikekohtainen varastointi- ja pääomakustannusten seuranta onnistuisi se voisi olla mielenkiintoistakin. Olipa kyse sitten perusva- rastohallinnasta tai luokittelumoduulista, niin järjestelmän helppokäyttöisyy- den tärkeyttä korostetaan.

3.3.6 Kehitysideoita

Kehitysideat kunnossapidon varastohallintaan liittyen löytyivät erityisesti va- rastotoimintojen parista. Koskisen Oy:llä merkitään tarvikkeita nimikekoodin ja viivakoodin sisältävällä lapulla, kun ne vastaanotetaan varastoon. Kirjaukset kuitenkin tapahtuivat tietokoneella tai paperilomakkeella, joten tietojen auto- maattista lukemista ei ole voitu hyödyntää. Tulevaisuudessa tahtotila voisi olla sellainen, että tarvikkeet merkittäisiin vastaanotossa QR-koodilla ja varastos- sa asioivien henkilöiden käyttöön hankittaisiin 7-8” tuuman näyttökoolla varus- tettuja tabletteja ja lukulaitteilla. Tällöin otot varastossa voitaisiin tehdä QR-

koodin skannaamalla ja syöttämällä oton tiedot saman tien varastohallintajärjestelmään. Tabletti vaatisi helppokäyttöisen asiakasohjelmiston jonka avulla myös tavaran vastaanotto helpottuisi. Pelkän puhelimen käyttö tässä tarkoituksessa ei tuntunut asianmukaiselta laitteiden pienen näyttökoon takia. Myös RFID:n käyttö QR-koodin lisäksi tai sijaan tarvikkeiden tunnistamistapana toisi uudenlaisia automatisointimahdollisuuksia varastohallintaan. Jos tuotteisiin kiinnitettäisiin RFID-tunniste vastaanotossa ja tuotteet tuotaisiin varastoon RFID-lukijan sisältävästä portista tulisivat laitot kirjatuksi oikein automaattisesti. Ottoja varten tuotteet vietäisiin ulos käyttöpaikkaa vastaavaasta RFID-lukijan sisältävästä portista ja ototkin kirjautuisivat oikein. Jotain manuaalistikin operointia arveltiin tarvittavan, jotta talouslaskelmien tiedot menisivät oikeisiin kohteisiin.

4 Tutkimustulokset

Tässä opinnäytetyö on rapotti tutkimuksesta, jossa tutkittiin kunnossapitoon liittyvän varastohallintajärjestelmän toteutusta, joka rakentuisi M-Files-tiedonhallintajärjestelmän päälle. Tutkimusongelma oli soveltuuko M-Files tiedonhallintajärjestelmä varastohallintajärjestelmän toteutusalueksi. Tässä viimeisessä kappaleessa käydään läpi johtopäätöksiä tutkimuksen löydöksistä, tutkimuksen luotettavuutta, tutkimustuloksien merkitystä, mahdollisia jatkotutkimuksen aiheita ja pohditaan, kuinka tutkimus ja siihen liittyvä opinnäytetyö kokonaisuutena onnistuivat.

Tutkimuksessa selvitettiin ensin kirjallisuustutkimuksen keinoin, mitä prosesseja varastointiin liittyy ja millaista kunnossapitoon liittyvä varastointi erityisesti on. Kunnossapidon varastoinnin todellisuuteen päästiin kiinni myös teema-haastattelun kautta. Kirjallisuustutkimus paljasti, että varastoinnista ja kunnossapidosta löytyy hyvin kotimaista ja ulkomaista kirjallisuutta. Varastohallintajärjestelmiin liittyvää teoriaa löytyi kirjallisuudesta niukemmin, joten sähköiset lähteet olivat tärkeitä tutkittaessa ilmiötä varastohallintajärjestelmä. Hyviä sähköisiä lähteitä löytyi useita, eikä kaikkia hyödyllisiääkään artikkeleita käytetty tutkimuksen lähteinä, koska käsiteltäviä asioita täytyi rajata.

Varastohallintajärjestelmälle hahmotellut yleiset ominaisuudet sisälsivät kirjallisuustutkimuksessakin esiin tulleita asioita. Kirjallisuustutkimuksen ja haastattelun pohjalta on ilmeistä, että varastohallintajärjestelmä tulisi rakentaa modulaarisesti niin, että keskeisin toiminnallisuus – varastokirjanpito – on toimiva ja virheetön. Varastokirjanpitomoduuli on todennäköisesti samankaltainen eri käyttöympäristöissä, mutta siihen liittyvissä moduuleissa lienee enemmän eroja käyttöympäristön mukaan. Varastohallintajärjestelmän tulisi pystyä tarjoamaan myös varastoa täydentävän ja kuluttavan prosessin toiminnallisuudet, joissa voi olla enemmän vaihtelua kuin varastonkirjanpidon suhteen. Tutkimus ei vastaa kovin hyvin siihen kysymykseen, ovatko erityisesti kunnossapidon varastohallintajärjestelmän prosessit samanlaisia eri yrityksissä. Viitteitä kuitenkin on, että ostotilauksiin liittyvät impulssit ja tapahtumat sekä varastokir-

janpito ovat samankaltaisia, kun taas kuluttava prosessi voi olla yksinkertainen (tavaraa haetaan varastosta kustannuspaikalle) tai monimutkainen (järjestelmään on mallinnettu huoltotyöt ja tavaroita seurataan myös työprosessissa).

Tutkimuksen käytännön osuudessa prototypointiin varastohallintajärjestelmän toteuttamista M-Files-tiedonhallintajärjestelmän päälle. Tarkemmin prototypointiin ostotilausten käsittelyä, mutta koska ostotilaus vaatii myös muita moduuleita kyseessä on ehkä enemmän todistus siitä, että prosessi pystytään mallintamaan. Tämä ei tietysti ole mikään kummoinen löydös, M-Files-järjestelmällä voidaan mallintaa lähes mitä tahansa liiketoiminta- tai muita prosesseja. Pelkän ostotilausprosessin toteuttaminen vaatisi varastohallintajärjestelmältä oikeastaan valmista toteutusta sovellus- ja alustakerrokseen sekä mahdollisesti myös laitekerrokseen. Tutkimuksen aikana kerätty tieto auttoi ymmärtämään varastohallintajärjestelmän mahdollisia ominaisuuksia ja auttoi merkittävästi varastohallintajärjestelmätoteutuksen suunnittelua. Prototypoinnin yhteydessä tuli ilmeiseksi millaisten ongelmien kanssa järjestelmäkonsultit ratkaisuja toteuttaessaan painivat ja tästä seurasi kehitysehdotuksia tuotteeseen ja yksi ratkaisumalli funktiokirjastojen mahdollistamiseksi. Konkreettisia tuotoksia tutkimuksesta ovat sovelluskerroksen laajennoksien tekninen toteutusehdotus, alustakerroksen tietovaraston rakenne-ehdotus sekä VBScriptLibrary-laajennos. Tutkimuksen yhteydessä opinnäytetyön tekijälle kertyi aiheesta runsaasti sitoutunutta teknistä tietoa, jota voitaisiin hyödyntää esimerkiksi varastohallintajärjestelmän toteutuksessa. Myös varastohallinnan prosessit yleisesti tulivat opinnäytetyön tekijälle syvemmin tutuksi.

4.1 Johtopäätökset

Tässä tutkimuksessa yritettiin löytää vastauksia tutkimusongelmaan voidaan-ko tiedonhallintajärjestelmällä toteuttaa kunnossapitoon liittyvä varastohallintajärjestelmä. Tutkimusongelma jakaantui tutkimuskysymyksiin:

1. Mitä keskeisiä varastohallinnan prosesseja kunnossapidon varastohallintajärjestelmällä pitää pystyä tukemaan?

2. Millaisia mahdollisia lisäominaisuuksia varastohallintajärjestelmällä tulisi olla, jotta se soveltuisi erityisesti kunnossapidon varastohallintakäyttöön?
3. Vastaako M-Filesin kunnossapitoratkaisuun liittyvän varastohallintaratkaisun hahmoteltu toiminnallisuus tutkimuskysymysten 1. ja 2. esiintuomiin seikkoihin?
4. Kuinka M-Files- tiedonhallintajärjestelmä soveltuu varastohallintajärjestelmän toteutuksen alustaksi?

Vastauksena ensimmäiseen tutkimuskysymykseen voidaan lyhyesti todeta, ettei kunnossapidon varastohallintajärjestelmän tule erityisesti tukea mitään poikkeavia prosesseja. Oleellista kunnossapidon varastohallintajärjestelmälle on, että erityisesti varastokirjanpidon osuus on hyvin toteutettu ja virheetön. Lisäksi järjestelmällä tulisi pystyä hoitamaan varastoja kuluttavat ja täydentävät prosessit. On tärkeää että varaston kulutuksen kustannukset pystytään osoittamaan oikeille laskennallisille paikoille (kustannuspaikka), jotta taloudellisiin tietoihin liittyvät laskelmat tapahtuvat oikein. Yleisesti ottaen kunnossapidon varastointi ei vaikuta olevan kovin tiukassa ohjauksessa, mutta tämän tutkimuksen perusteella ei pystytä sanomaan näkykö kevyt ohjaus odottamattomana nollainventaariona tai väärinä saldotietoina. Kevyt varastonohjaus saattaa tarkoittaa sitä, että kunnossapidon varastoinnissa voisi olla tilaisuus prosessinkehitykseen, jota voitaisiin tukea rinnakkaisella varastohallintajärjestelmän kehittämisellä ja käyttöönotolla (ominaisuuksina esimerkiksi entistä tarkempi nimikkeiden ja varastopaikkojen merkintä ja seuranta). Tästä seuraa myös lisävaatimuksia varastohallintajärjestelmälle, joka mahdollisesti hyötyisi laitteistointegraatiosta tarratulostimeen ja lukulaitteelle.

Toinen tutkimuskysymys koski kunnossapidon varastohallintajärjestelmään mahdollisesti liittyviä lisäominaisuuksia. Tutkimuksessa selvisi, että kunnossapidon varastohallintajärjestelmä voi olla yksinkertainenkin, jos varastohallinta ei ole kovin tiukasti ohjattua. Mahdollisesti tarpeellisena lisäominaisuutena kunnossapidon varastohallintajärjestelmälle saattaisi teemahaastattelun mukaan olla ostoprosessiin liittyvä laajennos. Kunnossapidon varastoinnissa ostotapahtumat eivät etupäässä tapahdu taajaan, joten mielenkiinnon kohteeksi

nousee ostomoduli, joka pystyisi hakemaan ajantasaista hintatietoa nimikkeille ostopäätöksen tekemisen tueksi. Kehittyneelle varastohallintajärjestelmälle ominainen nimikkeiden luokittelumoduuli vaatisi kunnossapidon varastointikäytössä ominaisuuden, jolla voitaisiin luokitella nimikkeitä esimerkiksi osan kriittisyyden tai puuttumisen seuraamiskustannusten perusteella.

Kolmanteen tutkimuskysymykseen voidaan vastata melko yksiselitteisesti varastohallintajärjestelmälle hahmoteltujen ominaisuuksien olevan asianmukaisia. Suunnittelua olisi mahdollisesti voitu viedä tämän tutkimuksen yhteydessä pidemmälle, mutta tutkimuksesta lienee hyötyä varastohallintajärjestelmää toteuttavalle taholle tai yleensä varastohallintajärjestelmistä kiinnostuneille tahoille sen kokoavan luonteen takia.

Aikaisempien tutkimuskysymysten tarkastelun pohjalta voidaan vastata neljanteen tutkimuskysymykseen M-Files-tiedonhallintajärjestelmän soveltuvuudesta kunnossapidon varastohallintajärjestelmän toteutusalueksi. M-Files-tiedonhallintajärjestelmä soveltuu varmasti varastohallintajärjestelmän alustaksi, koska järjestelmän avulla voidaan mallintaa mitä moninaisimpia kohteita ja prosesseja. Järjestelmä tukee muun muassa raportointia (MS SQL Reporting Service), joten tiedot kuten varastokirjanpidon kaudet saadaan järjestelmästä ilman varsinaisia lisätoteutuksia. Näin sanoen M-Files-tiedonhallintajärjestelmällä toteuttu varastohallintajärjestelmä vaatii tiettyjen rakenteiden, taustatoiminnallisuuksien ja UI-laajennosten toteuttamista.

Mikäli varastohallintajärjestelmän kriittisin komponentti – varastokirjanpito – toteutettaisiin huolellisesti ja mikäli UI-laajennoksia varten olisi valmiita rakennuspalikoita, olisi järjestelmä helppo sovittaa osaksi erilaisiin kunnossapitoratkaisuihin, vaikka sovittaminen vaatisikin muutoksia joihinkin varastohallintajärjestelmän moduuleihin. Tämän tutkimuksen tuloksena esitelty mahdollinen tietovaraston rakenne ja UI-laajennoksille ehdotettu mahdollinen toteutusrakenne tarjoaa lähtökohdat yksinkertaisen varastohallintajärjestelmän toteutusta varten. Tutkimuksen aikana ilmeni, että UI-laajennosten kehittäminen ot-sikko+rivi-tyyppisen tiedon esittämistä ja käsittelemistä varten ei ollut vahvasti tuettua tutkimuksenaikaisella M-Files-tiedonhallintajärjestelmäversiolla. Tutki-

muksen toteutuksen aikana havaittiin, että tehokas järjestelmäkehitys vaatisi hyvien funktiokirjastojen kehitystä taustatoiminnallisuuden ja UI-laajennosten kehittämistä varten, koska vaikka M-Files-järjestelmään liittyvät API:t ovatkin melko hyvin dokumentoituja niiden käyttöön liittyy paljon tarpeetonta lisätyötä, jonka funktiokirjastot poistaisivat.

Tutkimuksenaikaisen M-Files-tiedonhallintajärjestelmäversion laajennusmahdollisuudet keskittyvät pääasiassa M-Files Desktop-ohjelman laajentamiseen. Tulevat M-Files-versiot saattavat tehdä mahdolliseksi myös Web- ja Mobile-käyttöliittymien laajentamisen, mutta tällä hetkellä laajennokset selaimille ja matkapuhelinohjelmille vaativat uusien sivustojen tai ohjelmien kehittämistä. Mobiililaitteet ovat tässä mielessä ongelma ja mahdollisuus, koska mikäli varastohallintajärjestelmää haluttaisiin käyttää tietokoneen lisäksi myös mobiililaitteilla vaatisi tämä varastohallintajärjestelmään liittyvien UI-laajennosten kehittämisen myös matkapuhelinalustalle. Opinnäytetyön tekijällä ei tutkimuksen aikana ollut tietoa, onko M-Files-tiedonhallintajärjestelmään integroitu koskaan tarratulostinta ja lukulaitetta, mutta todennäköisesti nämä olisivat mahdollisesti tärkeäkin osa varastohallintajärjestelmää, koska se mahdollistaisi paremmin ohjatun kunnossapitoon liittyvän varastohallinnan. Tarratulostin- ja lukulaiteintegraatio vaatisivat oman integraationsa mobiililaitteympäristössä.

Neljänteen tutkimuskysymykseen vastatessa voidaan lopuksi kysyä, että onko varastohallintajärjestelmää pakko toteuttaa M-Files-tiedonhallintajärjestelmällä? M-Files ei välttämättä ole ”optimaalinen” järjestelmä otsikko+rivi-tyyppisen tiedon tallentamiseen, mikäli tietojen muutoksien versiohistoriasta ei olla kiinnostuneita tai niillä ei ole merkitystä. Tässä yhteydessä on todettava, että varastohallintajärjestelmän toteuttamisen sijaan M-Files-tiedonhallintajärjestelmään voitaisiin myös integroida jokin olemassaoleva varastohallintajärjestelmä. Markkinoilla on lukuisia ilmaisia ja kaupallisia varastohallintajärjestelmiä, joihin ei tämän opinnäytetyön tekemisen yhteydessä pystytty tutustumaan.

4.2 Luotettavuus

Tutkimuksen tulokset ovat kirjallisuustutkimuksen (ammattikirjallisuus ja sähköiset lähteet) osalta todennäköisesti melko luotettavia. Mistään lähteestä ei ilmennyt jotain radikaalisti konsensuksesta poikkeavaa näkökantaa. Kirjallisuustutkimuksessa ammattikirjallisuudessa ei ollut suurta eroa kotimaisten ja ulkomaisten kirjojen asiasisällössä. Sähköisten lähteiden osalta sähköistä varastohallintaa (varastohallintajärjestelmiä) käsiteltiin yksinomaan ulkomaisissa artikkeleissa. Yleisesti voidaan sanoa, ettei ilmiötä kunnossapidon varastohallinta tai kunnossapidon varastohallintajärjestelmä ole juurikaan tutkittu.

Tutkimuksen käytännön osuuden luotettavuus nojaa M-Files-järjestelmän konfiguroinnin ja esitettyjen ratkaisumallien osalta paitsi opinnäytetyön tekijän omaan ammattitaitoon, niin myös muiden asian parissa vaikuttaneiden henkilöiden kokemuksiin. Esitetyissä ratkaisumalleissa toki piilee sellainen riski, että asia on jo otettu huomioon jossain aikaisemmissa tähän tutkimukseen liittymättömissä kehitysprojekteissa ja M-Files-yrityksen sisällä onkin saatavilla jo jotain parempia ratkaisuja ongelmiin. On myös mahdollista että nyt esitetyjen laajennosten lisäksi kehitetään M-Filesillä uusia laajennusmahdollisuuksia, jotka voivat soveltua paremmin käytettäviksi. On myös mahdollista, että M-Files-tuote suoraan tarjoaa jatkossa ominaisuuksia, jotka tekevät tämän tutkimuksen esittämät ratkaisumallit osittain tyhjiksi.

Tutkimuksen käytännön osuuteen liittyvän teemahaastattelun luotettavuutta pidetään korkeana, mutta ei välttämättä mitenkään yleistettävänä mallina kunnossapidon varastohallinnasta. Teemahaastattelun päätelmien oikeellisuutta varmistettiin lähettämällä haastattelun referaatti katselmoitavaksi haastatellulle, eikä hänellä ollut kirjoitettuun mitään oikaisupyynnöjä joten referaatin oikeellisuutta voitaneen pitää hyvänä.

4.3 Tutkimustulosten merkitys ja jatkokäyttö

Tutkimustulosten merkitys riippuu tulosten tarkastelijasta ja tulosten jatkokäytöstä. Opinnäytetyön tekijälle tutkimuksella ja tutkimustuloksilla on merkitystä

siksi, että tavoite jossa oli tarkoitus oppia lisää logistiikan alasta samalla merkittävää tietoteknistä osaamista hyödyntäen selkeästi täyttyi. Tähän liittyy myös se seikka, että tutkimuksen raporttina toimiva opinnäytetyö päättää vuonna 2012 alkaneet logistiikan insinöörin opinnot. Opinnäytetyö sisälsi monipuolisesti erilaista tiedonkeruuta, mielenkiintoisia keskusteluja ja mahdollisuuden tutustua todelliseen kunnossapidon varastohallintaan. Myös tiettyjen teknisten osa-alueiden (UML, BPMN, Vault Application, UI Extensibility Framework, M-Files COM API, VBScript, JavaScript, JQuery, BootStrap) osaaminen vahvistui merkittävästi.

Tutkimuksen tilaajan kannalta tulosten merkitys riippuu niiden jatkokäytöstä. VBScriptLibrary-laajennosta tarjottiin M-Files Oy:n konsultointiin, mutta ei ole varmuutta onko sille ollut käyttöä. Laajennos vaatisi lisäkehitystä niin, että olisi valmiita testattuja funktiokirjastoja eri aihealueille (yleiset apufunktiot, hakuehtojen apufunktiot, logittamisen apufunktiot, jne) ja lisäksi laajennosta hyödyntävien henkilöiden kannattaisi koostaa myös omia funktiokirjastojaan. Sinäänä toteutus kannattaisi varmaan muuttaa C#-pohjaiseksi kokonaan, mutta jos jossain projektissa halutaan käyttää edelleen VBScript-toteutusta, niin laajennos olisi hyödyllinen sellaisenaan.

Tämä tutkimus osoittaa että M-Files-järjestelmän varaan varmasti voidaan rakentaa varastohallintajärjestelmä, mutta se vaatii tutkimuksessa esiteltyjen sovelluserroksen ja alustakerroksen toteutuksen huolellista suunnittelua ja toteutusta. Sellaisenaan tutkimuksen tuloksista voi hyödyntää pääasiassa suunnitelmia ja ehdotuksia varastohallintajärjestelmän toteutusmallista. Tutkimuksen yhteydessä huomattiin, että M-Files-tiedonhallintajärjestelmällä mahdollisesti toteutettava varastohallintajärjestelmä vaatii kuitenkin jonkun verran valmistelemaa työtä, niin että käyttöliittymälaajennosten ja varastotoiminnallisuuden kehittäminen onnistuu helposti ja tehokkaasti.

Kirjallisuustutkimuksesta todennäköisesti on hyötyä yleisesti varastohallintajärjestelmistä kiinnostuneille tahoille sen tietoa kokoavan luonteen takia. Lähdeluetteluun tutustuminen voi johtaa lukijaa hyödyllisten kirjallisuuslähteiden jäljille.

4.4 Mahdollisia jatkotutkimuksen aiheita

Tämän tutkimuksen tekeminen antoi opinnäytetyön tekijälle ajattelemisen ai-
hetta koko hankkeen ajan. Kaikkia heränneitä mielenkiintoisia ajatuksia ei kui-
tenkaan voinut lähteä jalostamaan, mutta joitain mahdollisesti mielenkiintoisia
– potentiaalisesti tilaajaa vaatimattomia – jatkotutkimuksen aiheita esitetään
seuraavaksi:

- Markkinoilla on olemassa paljon kaupallisia tai maksuttomia varaston-
hallintajärjestelmiä. Olisi mielenkiintoista jos opiskelija tekisi vertailevan
tutkimuksen muutamista maksuttomista varastojärjestelmistä, niiden
käytön yleisyydestä, teknologia-alustasta, ominaisuuksista, laajennetta-
vuudesta ja muunneltavuudesta.
- Edelliseen tutkimukseen liittyen olisi mielenkiintoista jos opiskelija tekisi
edelliseen pohjautuvan tai erillisen tutkimuksen, jossa vertailtaisiin
muutamaa kaupallista varastohallintajärjestelmää kuten edellä on ku-
vailtu tai vertailtaisiin kaupallista varastohallintajärjestelmää ilmaisiin
varastohallintajärjestelmiin.
- Tapaustutkimus muutamasta esimerkiksi sähköntuotantolaitoksesta tai
valmistavasta tehtaasta, jossa vertailtaisiin kunnossapidon varastointi-
käytäntöjä ja käytössä olevien varastohallintajärjestelmien yhteneväi-
syyksiä ja eroja.
- Tekninen tutkimus jossa esimerkiksi M-Files-tiedohallintajärjestelmään
integroitaisiin tarratulostin ja lukulaite jonka avulla vastaanotto, inven-
tointi ja nouto varastosta tapahtuisi automaattisesti. Tutkimuksessa tar-
ratulostin integroitaisiin tietokoneelle ja lukulaite integroitaisiin tietoko-
ne- tai matkapuhelinalustalle.

4.5 Pohdinta

Opinnäytetyön aiheen löytyminen työnantajaltani oli kannaltani mitä mainioin
tilaisuus poiketa viimeaikaisista päivärutiineistani ja samalla saattaa loppuun
vuonna 2012 alkaneet logistiikan insinöörin opinnot. Työn aikataulus ja to-
teuttaminen saatiin sovittua ehdottamani mukaiseksi ja aiemmasta filosofian
maisterin tutkintoa varten tekemästani gradusta oli epäilemättä hyötyä opin-
näytetyön rakennetta määriteltäessä. Ohjausta en opinnäytetyöni tekoon työn-

tantajataholta koskaan tarvinnut, mutta Risto Kovanen (M-Files) ja Mika Tikkasen (M-Files) kanssa käytyt muut keskustelut ja workshopit edistivät työtä merkittävästi. Työtäni ohjannut Juha Sipilä (JAMK) antoi asiantuntevaa ohjausta työn tekoon silloin harvoin kun ohjausta tarvittiin. Juha Sipilän ja Mika Tikkasen kannustava asenne opinnäytetyöhöni liittyvissä asioissa auttoi merkittävästi siihen, että jaksoin tehdä työn loppuun hyvällä motivaatiolla.

Opinnäytetyön tuotoksiin olen kohtuullisen tyytyväinen, mutta kenties tulosten analysointia olisi voinut viedä pidemmällekin. Tämä puolestaan olisi vaatinut olemassa oleviin varastohallintajärjestelmiin tutustumista ja useampien kunnossapidon varastohallinnasta tietävien logistiikkapäällikköjen haastatteluja. Tästä seuraa myös pieni harmi siinä suhteessa, että pystyin käyttämään varastohallintajärjestelmän suunnitteluun vain 3 viikkoa ja jouduin silloinkin työskentelemään itsenäisesti. Täydellisen yksinkertaisenkin varastohallintajärjestelmän toteutus vaatisi pidemmän suunnittelu- ja toteutusjakson. Minulla oli hieman sellainen ajatus, että opinnäytetyöni toteutusaikataulu ja -tapa saattaisivat tuottaa irrallisen lopputuotoksen. Kokonaisuutta ajatellen olisi varmaan ollut parempi jos päivätyöni olisivat liittyneet kokopäiväisesti varastohallintajärjestelmäkehitykseen. Työn toteuttaminen vaati jokaisen kirjoitusviikon yhteydessä melko suurta roolinvaihtoa verrattuna siihen mitä työkseni tavallisesti teen. Opinnäytetyön tekeminen sinänsä selkeytti tulevaisuudensuunnitelmiani ja valoi uskoa siihen, että tekemäni koulutus- ja muut valinnat ovat olleet järkeviä ja perusteltuja.

Lähteet

Association for Information and Image Management. 2015a. What is Document Management (DMS)? Viitattu 5.6.2015.

<http://www.aiim.org/What-is-Document-Management>

Association for Information and Image Management. 2015b. What is Enterprise Content Management (ECM)? Viitattu 5.6.2015.

<http://www.aiim.org/What-is-ECM-Enterprise-Content-Management.aspx>

Association for Information and Image Management. 2015c. What is Information Management? Viitattu 5.6.2015.

<http://www.aiim.org/What-is-Information-Management>

Eriksson, P. & Koistinen, K. 2005. Monenlainen tapaustutkimus. Helsinki: Kuluttajatutkimuskeskus.

Fang, M., Leyh, G. & Elsner, C. 2013. Experiences during extraction of variability models for warehouse management systems. Logistics information management volume 12 number 5 1999

Faber, N., de Koster, R. & Smitds, A. 2012. Organizing warehouse management. Rotterdam: Erasmus University

Faber, N., de Koster, R. & van de Velde, S. 2002. Linking warehouse complexity to warehouse management information systems. Rotterdam. Erasmus University

Finder. 2015. M-Files Oy taloustiedot. Viitattu 13.6.2015.

<http://www.finder.fi/IT-sovelluksia,+IT-ohjelmistoja/M-Files+Oy/TAMPERE/taloustiedot/223306>

Haikala, I. & Märijärvi, J. 1998. Ohjelmistotuotanto. Jyväskylä: Gummerus

Haverila, M., Uusi-Rauva, E. Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. 6. p. Tampere: Hämeen kirjapaino

Hirjärvi, S. & Hurme, H. 1991. Teemahaastattelu. 5. p. Helsinki: Yliopistopaino

Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen M. 2011. Johdatus logistiseen ajatteluun. Kangasniemi: Sho Business Development

Hokkanen, S. & Virtanen, S. 2012. Varastonhoitajan käsikirja. Kangasniemi: Sho Business Development.

Industrial ITC Oy. 2015. ECM - Enterprise Content Management. Viitattu 5.6.2015. <http://www.iitc.fi/ecm>

IT-viikko. 2015. Kauanko tätä kestää? Suomalainen ohjelmistotalo palkkaa väkeä kovaa tahtia. Viitattu 13.6.2015.

<http://www.itviikko.fi/uutiset/2015/01/14/kauanko-tata-kesta-suomalainen-ohjelmistotalo-palkkaa-vakea-kovaa-tahtia/20154777>

Johansson, K., Axelin, A., Stolt, M. & Ääri, R. 2007. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja sen tekeminen. Turku: Digipaino-Turun yliopisto

Jomaa, D., Monteiro, T. & Besombes, B. 2013. Development of an inventory classification module: Implementation in a warehouse management system. 5th IESM Conference, Rabat, Morocco

Järviö, J. & Lehtiö, T. 2012. Kunnossapito. 5. p., uud. p. Helsinki: KP-Media.

Kananen, J. 2013. Case-tutkimus opinnäytetyönä. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Kylmäniemi, H. 2008. Improving warehouse logistics through information management. Master of science thesis. Tampere: Dippa Systems

Lindstöm, J. 2013. Is advanced functionality enough? - Value creation in a complex warehouse management system investment. Master thesis. Uppsala: Uppsala Universitet

Logistiikan maailma 2015a. Viitattu 9.6.2015.

<http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Etusivu>

M-Files Oy. 2015a. M-Files-käyttöopas. Viitattu 5.6.2015.

<http://www.m-files.com/user-guide/fin/>

M-Files Oy. 2015b. M-Files 2015 Technical Datasheet. Viitattu 5.6.2015.

<https://kb.cloudvault.m-files.com/openfile.aspx?vault=3ECA226F-7B54-428B-B539-DE443E6134EC&objtype=0&docid=20074&fileid=20172&filever=-1>

M-Files Oy. 2015c. Kunnossapidon ratkaisut (EAM). Viitattu 5.6.2015.

<https://www.m-files.com/fin/enterprise-asset>

M-Files Oy. 2015d. M-Filesin raportointipalvelut. Viitattu 18.10.2015.

<https://www.m-files.com/fin/reporting-dms-metrics>

Motiivi Oy. 2015. Historia. Viitattu 13.6.2015.

<http://www.motiivi.fi/toimisto/historia>

Murphy, P. & Wood, D. 2008. Contemporary logistics. 9. p. New Jersey: Pearson Education

Nyman, D. & Levitt, J. 2001. Maintenance, planning, scheduling & coordination. New York: Industrial Press

- Sakki, J. 2014. Tilaus-toimitusketjun hallinta. Digitalisoitumisen haasteet. 8. p., uud.p. Vantaa: Jouni Sakki
- Solakivi, T., Ojala, L., Laari, S., Lorentz, H., Töyli, J., Malmsten, J. & Viherlehto, N. 2014. Logistiikkaselvitys 2014. Turku: Suomen yliopistopaino
- Stake, R. 1995. The art of case study research. Lontoo: Sage Publications
- Wikipedia. 2015a. Enterprise asset magement. Viitattu 5.6.2015.
http://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise_asset_management
- Wikipedia. 2015b. Enterprise content magement. Viitattu 5.6.2015.
http://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise_content_management
- Wikipedia. 2015c. Enterprise information magement. Viitattu 5.6.2015.
http://en.wikipedia.org/wiki/Enterprise_information_management
- Wikipedia. 2015d. Metatieto. Viitattu 13.6.2015.
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Metatieto>
- Wikipedia. 2015e. Litterointi. Viitattu 8.9.2015.
<https://fi.wikipedia.org/wiki/Litterointi>
- Wikipedia. 2015f. Business process model and notation. Viitattu 13.9.2015.
https://en.wikipedia.org/wiki/Business_Process_Model_and_Notation
- Wikipedia. 2015g. Class diagram. Viitattu 13.9.2015.
https://en.wikipedia.org/wiki/Class_diagram
- Wöltje, J. 2005. Yrityksen laskentakaavat ja tunnusluvut. Helsinki: Rastor
- Yang, Z. & Wang, J. 2014. The design of web-based warehouse management system. Proceedings of the 11th world congress on intelligent control and automation Shengyan, China
- Yin, R. 2003. Case study research. Design and methods. 3. p. Lontoo: Sage Publications.
- Rizzi, A. & Zamboni, R. 1999. Efficiency improvement in manual warehouses through ERP systems implementation and redesign of the logistics processes. Logistics Information Management, Volume 12 Issue 5