

Saija Koskivuori

# Materiaalihallinnan kehityssuunnitelma päällysrakenteita valmistavalle yritykselle

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tuotantotalous

Insinöörityö

29.4.2014

Tekijä(t) Otsikko  Sivumäärä Aika	Saija Koskivuori Materiaalihallinnan kehityssuunnitelma päällysrakenteita valmistavalle yritykselle 34 sivua + 4 liitettä 29.4.2014
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	tuotantotalous
Suuntautumisvaihtoehto	kansainvälinen ICT-liiketoiminta
Ohjaaja(t)	Yliopettaja Thomas Rohweder
<p>Tämä opinnäytetyö käsittelee materiaalihallintaa päällysrakenteita valmistavassa yrityksessä. Tarkoituksena oli tuottaa materiaalihallinnan kehityssuunnitelma. Kehityssuunnitelmassa etsittiin ratkaisuja vallitsevien materiaalihankinnassa käytettävien toimintatapojen parantamiseen sekä saapuvan materiaalin käsittelyyn ja varastointiin.</p> <p>Työssä tutustuttiin kohdeyrityksen tuotantorakenteeseen ja materiaalien hallinnan nykytilaan. Selvitystyötä tehtiin haastatteluiden ja työn seurannan avulla. Teoriaosuudessa tutkittiin materiaalihallinnan parhaita käytänteitä pyrkien löytämään yrityksen tuotantomalliin soveltuvia toimintamalleja.</p> <p>Yksi yrityksen materiaalihallinnan keskeisimmistä kehityskohteista oli sen papereihin perustuvan tietokannan kehittäminen. Tässä opinnäytetyössä tehtiin suunnitelma tulevan tietokannan rakenteesta. Rakenne mallinnettiin relaatiomallin mukaisesti kolmanteen normaalimuotoon. Relaatiomalliin määriteltiin taulurakenteet ja niiden yhteydet.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena annettiin yritykselle materiaalihallinnan kehityssuunnitelma, joka sisältää kehitysehdotuksia materiaalihankinnan toimiin ja varastoinnin järjestämiseen. Kehityssuunnitelma sisältää myös dokumentaation materiaalihallinnan tueksi rakennettavan relaatiotietokannan rakenteesta.</p>	
Avainsanat	materiaalihallinta, relaatiotietokannan suunnittelu

Author(s) Title Number of Pages Date	Saija Koskivuori Sourcing Development Plan for Manufacturing Company Building Body Structures 34 pages + 4 appendices 29 April 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Industrial Management
Specialisation option	Global ICT-business
Instructor(s)	Thomas Rohweder, D. Sc. (econ.)
<p>This thesis looks into the supply chain management of a manufacturing company that builds body structures. The aim of this study was to produce a development plan for material management. In the development plan the goal was to find solutions for making current procedures better when sourcing the materials and handling and storing incoming stock.</p> <p>During the work material management and the structure of production were explored in the target company. Investigations were made through interviews and observations during working hours. For the theoretical part best practices for supply chain management were explored with the aim to find individually fitting approaches for the production models for the company.</p> <p>The study showed that the company clearly needed to develop their paper-based database. In this thesis a plan was made for the future database structure. The structure was modelled using relational database designing principles. The relational database design defines the table structures, their relations and the associated constraints.</p> <p>Based on the results of this thesis the company was presented with a supply chain management development plan that includes proposals for developing the actions within sourcing of the materials and organization of storage of the stock. The development plan also includes documentation of a relational database structure.</p>	
Keywords	supply chain management, relational database design

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Liiketoimintaongelma	1
1.2	Kehityshankkeen toteutustapa	1
1.3	Kehityshankkeen tavoite	2
1.4	Kehityshankkeen odotettu lopputulos	3
2	Nykytila-analyysi	3
2.1	Materiaalien hankinta	3
2.2	Vastaanotto ja varastointi yrityksessä	4
3	Materiaalihallinnan parhaita käytäntöjä	5
3.1	Tuotantomuodon vaikutus materiaalihallintaan	6
3.2	Hankintojen luokittelu	7
3.3	Varastojen muodostuminen	8
3.4	Tilauspisteiden määrittely	9
3.5	Varastojen analysointi	10
3.5.1	ABC-analyysi	10
3.5.2	Nelikenttäanalyysi	12
4	Relaatiotietokannat	14
4.1	Relaatiotietokannan looginen suunnittelu	15
4.2	Rajatun kohdealueen analysointi ja käsitelmä	17
4.2.1	Käsitelmän tarkentaminen tarveanalyysillä	18
4.2.2	Yritys X:n tarveanalyysi	19
4.3	Taulurakenteiden muotoilu	19
4.3.1	Taulujen määrittely	20
4.3.2	Attribuuttien määrittely	21
4.3.3	Tietokannan attribuuttien vertaaminen ideaalitentän ominaisuuksiin	22
4.3.4	Avaimien asettaminen tauluille	23
4.3.5	Taulujen välisten yhteyksien muodostaminen	24
4.3.6	Normaalimuodot	27
4.4	Dokumentointi ja rakennearkiston kerääminen	28
5	Materiaalihallinnan kehitysehdotus	28

5.1	Yrityksen nimikkeistön analysointi	30
5.2	Varaston järjestäminen	30
5.3	Uudistusten käyttöönotto	31
6	Johtopäätökset	32
6.1	Arviointi	32
6.2	Käytännön jatkotoimenpide-ehdotus	32
	Lähteet	34
	Liitteet	
	Liite 1. Tuotannon haastattelukysymykset	
	Liite 2. Tietokannan tavoitteiden listaus	
	Liite 3. Esimerkki kenttämäärittämisestä	
	Liite 4. Tietokannan relaatiomalli	

## 1 Johdanto

Yritys X on päällysrakenteiden valmistaja, ja se on työskennellyt toimialallaan kolmekymmentä vuotta. Perheyritys on perustettu jo 1940-luvulla ja toimii nyt kolmannessa sukupolvessa. Viimeisin sukupolven vaihdos tapahtui 2000-luvulla. Verstastoiminnalla aloittanut yritys toimi vuosikymmeniä perheen voimin työllistäen omistajayrittäjän lisäksi tämän pojan. Ulkopuolisia työntekijöitä on yrityksellä ollut 80-luvulta lähtien. Tällä hetkellä yritys työllistää seitsemän ulkopuolista työntekijää.

### 1.1 Liiketoimintaongelma

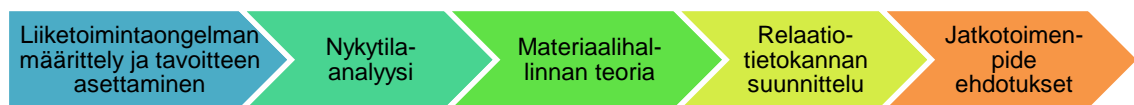
Yritys X:llä on selkeä tarve kehittää sen materiaalihallinta vastaamaan sen nykyisiä tarpeita. Tällä hetkellä materiaalihallinta tapahtuu käytännössä täysin manuaalisesti. Ostotilaukset tehdään vanhojen tilausten ja kuvastojen perusteella. Saapuneiden osien lähetteet arkistoidaan tulojärjestyksessä yhteen kansioon, ja osat viedään tuotantotyöntekijöiden toimesta omille paikoilleen. Aina näin ei kuitenkaan ole, ja osat saattavat jäädä lojumaan hallin lattialle, joko työntekijöiden motivaation tai vakituisen varastopaikan puuttumisen vuoksi. Saapuneita tilauksia ei aina tarkisteta, joten ei voida olla varmoja, ovatko kaikki tilatut osat saapuneet. Myös jälkitoimitusten seuraaminen nykyisellään on vähäistä. Osien varastotilanne pystytään toteamaan vain etsimällä tämä kyseinen osa hallista.

Yrityksen varastoinnissa voidaan nähdä kaksi keskeistä ongelmaa. Ensimmäkin varaston fyysinen järjestäminen on toimitilojen pienuuden takia haasteellista. Varsinaisten varastopaikkojen puute vaikeuttaa järjestyksen ylläpitoa ja osien löytymistä. Toiseksi yrityksellä ei ole reaaliaikaista varastohallintajärjestelmää, jolla pystyttäisiin hallinnoimaan käytössä olevia nimikkeitä tai varmistamaan varaston saldoja. Etsimiseen ja uuden osan tilaamiseen kuluu tehokasta työaika, ja kenties myöhemmin varastosta löytyvä osa sitoo turhaa pääomaa.

### 1.2 Kehityshankkeen toteutustapa

Tämä kehityshanke perustuu kvalitatiivisten tutkimusmenetelmien käyttöön. Tutkimusprosessi on kuvattuna **Virhe. Viitteen lähde ei löytynyt..** Opinnäytetyö aloitetaan

määrittelemällä tutkittava liiketoimintaongelma ja asettamalla työlle selkeät tavoitteet. Tavoitteiden asettamisen jälkeen tehdään kattava nykytila-analyysi, jossa kvalitatiivisin menetelmin pyritään ymmärtämään nykyisen varastohallinnan menetelmien heikkou- den ja vahvuudet. Opinnäytetyössä pyritään hyödyntämään löydettyjä vahvuuksia ja kehittämään heikkouksia. Valituille työntekijöille tehdään valmisteltu, mutta vapaamu- toinen haastattelu ja heidän työntekoaan havainnoidaan työpäivän aikana. Syvähaas- tattelu tehdään yrityksen projekti-insinöörille. Nykytila-analyysin avulla tarkennetaan tutkimusalue ja perehdytään relevantteihin varastohallinnan teorioihin. Teorioiden pohjalta luodaan yritykselle varastohallinnan kehityssuunnitelma, johon sisältyy suun- nitelma tietokannan rakenteesta.



Kuvio 1. Tutkimusprosessin eteneminen.

Fyysisen varaston analysointi toimii myös hyvänä pohjana tietokannan suunnittelussa. Sen myötä kasvaa ymmärrys niin nimikkeistön laajuudesta, työn luonteesta kuin yrityk- sen tarvevaatimuksista.

### 1.3 Kehityshankkeen tavoite

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on löytää toimivia ratkaisuja materiaalihallinnan ke- hittämiseksi yritys X:lle. Erityisesti ratkaisuja etsitään vallitsevien toimintatapojen ja järjestyksen parantamiseen sekä saapuvan materiaalin käsittelyyn. Näiden kehitystoi- mien avulla on tarkoitus helpottaa inventaariota, antaa reaaliaikaista tietoa varaston tilasta, sekä tehdä koko varastohallintaprosessista mahdollisimman vaivatonta.

Tutkimuskysymys: Miten materiaalihallintaa tulisi kehittää, jotta se vastaisi paremmin tuotannon vaatimuksiin?

#### 1.4 Kehityshankkeen odotettu lopputulos

Tämän opinnäytetyön odotettu lopputulos on materiaalihallinnan kehityssuunnitelma, jossa on huomioitu tavaran tilaus, vastaanotto, hyllytys ja käyttö.

## 2 Nykytila-analyysi

Yrityksen tuotanto on täysin tilausten perusteella ohjautuvaa. Suurimmalta osin tarvittavat materiaalitkin hankitaan projektikohtaisesti, lukuun ottamatta kiinnittimiä, joitakin perusmateriaaleja sekä tuotannon lisätarvikkeita kuten hitsauslankaa. Varsinaisia varmuusvarastoja on yrityksellä hyvin niukasti myös sellaisista nimikkeistä, joiden kulutus projektista toiseen on tasaista. Tuotannossa saattaa siis ilmetä puutteita myös perusmateriaalien osalta.

Varasto on tuotantotilojen yhteydessä ja nimikkeistön laajuuteen nähden varastointipaikkoja on niukasti. Saapuva tavara jää useimmiten seinänvierustoille odottamaan käyttöä. Yrityksen varastoa kuormittaa myös asiakkaiden projekteille toimittama kalusto, joka saattaa saapua varastoon useita viikkoja ennen sen kiinnitystä.

### 2.1 Materiaalien hankinta

Materiaalien hankinnasta vastaa yrityksessä kolme ihmistä. Ison osan hankinnoista tekee yrityksen työnjohtaja puhelimitse. Ostotilauksia tekevät myös yrityksen projekti-insinööri ja toimitusjohtaja. Alihankintana teetettävät osat tilataan projektikohtaisesti piirustusten valmistumisen jälkeen. Hankinnan ajoitus perustuu lähes täysin vuosien aikana hankittuun ammattitaitoon tai havaittujen puutteiden paikkaamiseen.

Yrityksen nimiketietokannan rakentaminen on saanut alkusysäyksensä jo vuonna 2011, kun sitä tarvittiin suunnitteluohjelman tueksi. Kesällä 2013 sitä jälleen hieman jatkettiin ja laajennettiin. Nimiketietokanta on silti edelleen puutteellinen niin itse nimikkeistön, kuin jo siinä olevien tietojen osalta, eikä siitä sellaisenaan ole apua ostotoiminnassa. Tähän mennessä nimikkeitä on listattuna hieman yli 1200 kappaletta. Mahdollisia tavarantoimittajia yrityksellä on listattuna 43 kappaletta, joista kuusi nähdään tär-



keimpinä. Koska nimikkeistöstä ei ole olemassa kattavaa listausta, materiaalitilauksien teko perustuu vanhoihin tilauksiin, kuvastoihin ja ruutuvihkoihin tehtyihin merkintöihin.

Kiinnittimien osalta yrityksessä on käytössä toimittajan valvoma varasto (Vendor Managed Inventory, VMI). Toimittajan edustaja käy fyysisesti paikan päällä kahdesti viikossa tarkistamassa varastotilanteen ja tekee itse automaattisesti tarvittavat täydennykset. Käsivarastossa oleva valikoima on muodostunut jo kuutisen vuotta sitten silloisten tarpeiden pohjalle, ja sitä on täydennetty vuosien varrella.

## 2.2 Vastaanotto ja varastointi yrityksessä

Tavaran vastaanotosta huolehtii työnjohtaja tai muu työntekijä tilanteesta riippuen. Lähetyksen lähetteet talletetaan kansioihin tulojärjestyksessä. Saapuvan tavaran vastaanotossa on nähtävissä useita puutteita. Lähetyksen oikeellisuutta ei aina tarkisteta, joten ei voida olla varmoja, onko toimitus vastannut tilausta, näin myös jälkitoimitusten seuraaminen on vähäistä. Tavaran laatua ei tarkisteta, eikä reklamointia viallisista tuotteista tehdä lähes lainkaan. Tulleita osia ei yleensä viedä niiden hyllypaikoille, vaikka sellainen olisikin olemassa.

Piirustusten mukaan teetettävissä laserosissa ei hallille tullessa ole välttämättä minikäänlaisia nimiketunnisteita. Samalla lavalla saattaa tulla sekä yleisosa, että projekti-kohtaisia leikkeitä. Näiden erottelu on työlästä ja usein osat varastoidaankin lavalla, jossa ne ovat saapuneet.

Varastopaikkoja yrityksessä on vähän verrattuna nimikkeistön laajuuteen. Pientavara-hyllyt ovat käytössä sekä kiinnikkeiden että putkenosien varastoinnissa. Tuotantotilojen yhteydessä on trukkilavahyllyjä. Niitä ei kuitenkaan tällä hetkellä käytetä kovin tehokkaasti, sillä trukki on naapurin kanssa yhteiskäytössä, eikä se ole aina saatavilla. Lapaikoilla myös lojuu tyhjiä lavoja pakkausmateriaaleineen. Varastointipaikkoja löytyy myös yläkerrasta, jonne on pyritty keräämään sähköosat sekä harvemmin käytettäviä osia. Haastatellun sähkömiehen mukaan yläkerran varasto olisi hyvä rauhoittaa sähköosille, ja esimerkiksi sinne varastoidut muoviputket voisi sijoittaa putkihyllyyn. Haastattelussa selvisi lisäksi, että yläkerran tiloissa on tavaraa myös edellisen käyttäjän jäljiltä.

Autosta purettavat osat kerätään auton välittömään läheisyyteen ja seinänvierustoille. Vaihtelevalla menestyksellä käytössä on myös projektikohtainen ”romulaatikko”, johon kaikki kyseisestä autosta purettavat osat laitetaan. Romulaatikon ideana on helpottaa auton lopullista kasaamista, kun lattiamattoja, koristelista ja kojelaudan osia ei tarvitse etsiä ympäri hallia. Tuotannon haastattelujen mukaan projektikohtaisia laatikoita ei aina viitsitä käyttää, sillä se vie ”liikaa aikaa”. Sen sijaan purettavat tavarat jäävät hyttiin lojumaan ja niiden tullessa etenevän työn tielle ne ”lentävät” ulos autosta.

Osa komponenteista on omavalmisteita ja niitä tehdään lähinnä projektikohtaiseen tarpeeseen. Näille osille ei ole omia paikkoja, ja usein ne sijoitetaan seinänvierustoille odottamaan maalia tai kiinnitystä. Myös asiakkaiden omat, projekteille toimittamat, tavarat varastoidaan näin. Samassa toimituksessa saattaa olla tavaroita useaan projektiin, jolloin valmistumisvaiheessa tavaroiden sijoittelu oikeille projekteille on työläs prosessi.

### **3 Materiaalihallinnan parhaita käytäntöjä**

Yrityksen materiaalihallinta käsittää sen toimittajilta aina asiakkaille asti ulottuvan toimitusketjun hallinnan. Sen keskeisimpinä tavoitteina on minimoida materiaalien hankinnasta aiheutuvat kustannukset ja ylläpitää yrityksessä määriteltyä palvelutasoa sekä asiakkaiden, että oman tuotannon näkökulmasta. Ostohinta on ilmeinen kustannus, mutta materiaalihallinnan näkökulmasta se luokitellaan vain yhdeksi osatekijäksi. Hankinnan kustannuksia arvioitaessa täytyy ottaa huomioon itse ostoprosessista koituvat kustannukset, sekä materiaalien kuljetus, käsittely, jakelu ja varastointi kustannukset. Tuotannossa materiaalivirheistä johtuvia-, sekä puute- ja reklamaatiokustannuksia täytyy myös arvioida. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri, Miettinen 2005, 443-444.)

Ajatusmalli hankintatoiminnasta on muuttunut passiivisesta tuotannon tarpeiden palvelemisesta aktiiviseksi lisäarvon tuottamiseksi loppuasiakkaalle, yhteistyössä toimittajaverkoston kanssa (Iloranta ja Pajunen-Muhonen 2012, 91). Passiivinen hankintatoimi on nähty yrityksissä välttämättömänä kulueränä, ja sen pääasiallisina tehtävinä on ollut varastosaldoista huolehtiminen sekä materiaalien hintojen kilpailuttaminen. Passiivinen hankintatoimi on muutokseen reagoivaa toimintaa. Aktiivinen hankintatoimi taas on proaktiivista, ja se pyrkii löytämään tapahtuvista markkinoiden muutoksista mahdollisuuksia. Aktiivinen hankintatoimi nähdään yhtenä yritykselle lisäarvoa tuottavana pää-

toimintana. Aktiivisen hankinnan tavoite on ratkaista laatuongelmat ennen kuin niitä edes ilmaantuu. Tyypillinen piirre aktiiviselle hankintatoimelle on myös hyvien toimittajasuhteiden luominen ja ylläpito. Hyville toimittajasuhteille ominaista on pyrkiä löytämään kumpaakin osapuolta tyydyttäviä ratkaisuja, ratkoa vastaantulevia ongelmia yhdessä ja jakaa tieto tulevasta materiaalityypistä välittömästi myös toimittajan kanssa. (Iloranta ja Pajunen-Muhonen 2012, 95-96.)

### 3.1 Tuotantomuodon vaikutus materiaalihallintaan

Materiaalihallinta perustuu yrityksessä käytössä olevaan tuotantomuotoon. Tuotantomuodon määrää käytetty valmistustekniikka ja -määrä, logistinen ketju sekä tuotteen rakenne. Tuotteita voidaan valmistaa yksittäis-, sarja- ja yhtenäistuotantona. Valmistettavat tuotteet voidaan jaotella vakio- ja tilaustuotteisiin, ja ne voivat olla sekä varastoettuja asiakasohjautuvia. (Haverila, ym. 2005, 353.)

Vakiotuotteita ovat sellaiset tuotteet, joiden rakenne ei lyhyellä aikavälillä muutu. Näiden tuotteiden ominaisuuksiin ei asiakas pysty vaikuttamaan. Tilaustuotteet ovat ainakin joiltain ominaisuuksiltaan asiakkaiden toiveiden mukaan toteutettavia. Varasto-ohjautuvuus tarkoittaa sitä, että tuotantoa ohjataan varastosaldojen avulla. Tilaustuotteet taas valmistetaan tuotannossa tiettyyn tarpeeseen. Yksittäis-, sarja- ja yhtenäistuotannon määrittely ottaa kantaa siihen, kuinka isoissa erissä tuotetta valmistetaan. Yksittäistuotannossa valmistetaan uniikkeja, toisistaan poikkeavia tuotteita yksittäisiä kappaleita. Sarjatuotannossa taas samaa tuotetta tehdään linjastossa ennakkoon laskettuja määriä. Tällaisessa tuotannossa pyritään optimoimaan sarjojen koko mahdollisimman taloudelliseksi, jotta tuotantolinjaan tehtävien säätöjen kustannukset jäisivät mahdollisimmat alhaisiksi. Yhtenäistuotannossa valmistetaan suuria määriä samantapaisia tuotteita ennalta tehdyn suunnitelman mukaisesti. (Haverila, ym. 2005, 353-355.)

Yrityksissä on yleensä käytössä useita tuotantomuotoja limittäin. Vaikka lopputuote tehtäisiinkin vastaamaan asiakkaan yksilöllisiä toiveita ja näin ollen olisi asiakasohjautuva tilaustuote yksittäistuotannossa, saattaa siihen tarvittavien komponenttien valmistus olla varasto-ohjautuvaa vakiotuotteiden sarjatuotantoa. (Haverila, ym. 2005, 355.)

Tuotannossa valmistuksen ohjaukseen käytetään työmääräimiä, joihin liittyy materiaalitypimääräimet ja saattokortit. Työmääräimien avulla ohjataan tuotannon työvaiheiden

etenemistä. Materiaalimääräimet listaavat työvaiheen raaka-aineet ja komponentit. Tämän listauksen avulla ohjataan tuotannon materiaalivirtoja. Saattokorttien avulla ohjataan tuotannossa valmistettavien komponenttien liikettä työpisteeltä toiselle. Suunnittelun ja työnohjauksen lisäksi valmistuksen ohjaukseen kuuluu valmistuksen valvonta ja raportointi. Raportoinnin avulla pystytään seuraamaan eri vaiheiden tuottavuutta, toteutuneita aikoja ja työmääriä. (Haverila, ym. 2005, 425-426.)

### 3.2 Hankintojen luokittelu

Ostotoimen hankinnat on perinteisesti jaoteltu raaka-aineisiin, tuotannon tarveaineisiin, puolivalmisteisiin, komponentteihin, valmistuotteisiin, investointeihin, kunnossapidon ja operatiivisen toiminnan tarvikkeisiin sekä palveluihin. Iloranta ja Pajunen-Muhonen (2012, 59-66) esittävät, että tämä jako on vanhentunut teollisuusyritysten erikoistuesssa osaamisessaan. Hankinnan luonne on muuttunut monimutkaisemmaksi ja sen kattama nimikkeistö laajemmaksi ja monimuotoisemmaksi. Iloranta ym. jakaa hankinnat yrityksen sisäisen toimintamallin perusteella viiteen pääryhmään:

- toistuvan tuotannon hankinnat
- projektityyppisen tuotannon hankinnat
- investoinnit
- epäsuorat hankinnat
- välitettävät kauppatavarat.

Jokainen pääryhmä käsittää sekä materiaaleja, palveluita että alihankintaa. Toistuvan tuotannon hankintojen ryhmän ohjauksella pyritään varmistamaan tuotannon jatkuva toiminta, sillä keskeneräisiin töihin sitoutunut pääoma on huomattava kustannustekijä. Apuna toistuvan tuotannon ryhmän ohjauksessa käytetään ennusteita, analyysejä ja tilauspisteitä. Projektityyppinen tuotanto on usein hektistä, ja ratkaisuja joudutaan etsimään projektin vaatimusten mukaisesti. Optimaalisessa tilanteessa aikaisemmissa projekteissa hankittua tietoa pystytään siirtämään myös seuraavaan projektiin. Näin hankintatoiminnassa voidaan hyödyntää edellisessä projektissa löydettyjä toimittajia, kokemusta toimittajakentästä ja tehdä parempia päätöksiä nopeammin. Investointihankinnoille ominaista on että ne ovat kertaluontoisia ja isoja kokonaisuuksia. Myös inves-

tointeja tehdessä on toimittajamarkkinoiden tuntemus tärkeää. (Iloranta ja Pajunen-Muhonen 2012, 60-61.)

Epäsuorien hankintojen osuus vuoden kokonaiskustannuksista saattaa olla jopa 99 prosenttia. Tähän ryhmään kuuluu kaikki sellaiset hankinnat, jotka liittyvät vain välillisesti yrityksen omaan tuotantoon. Tällaisia hankintoja ovat muun muassa kuljetuspalvelut, toimistotarvikkeet ja jätehuolto. Epäsuorien hankintojen ryhmää hoidetaan usein hyvin hajautetusti ja ilman ostohenkilöstön panosta. Tästä ryhmästä voidaankin löytää huomattavia säästökohteita asianmukaisella hankintojen keskittämällä ja koordinoimisella hankinnan henkilöstön ammattitaidon avustuksella. (Iloranta ja Pajunen-Muhonen 2012, 62-64.) Välitettäviä kauppataavaroita etsitään useilta toimittajilta ja näitä kilpailutetaan keskenään. Välitettäviin kauppatavaroihin luetaan myös sellaiset nimikkeet joiden avulla pyritään ”avaimet käteen -ratkaisuihin”, tarjoamalla asiakkaalle kokonaisvaltaista toimitusta. Kilpailutilanteessa tällainen toimintamalli saattaa olla ratkaiseva tekijä myynnissä. (Iloranta ja Pajunen-Muhonen 2012, 65-66.)

### 3.3 Varastojen muodostuminen

Puhekielessä varastolla tarkoitetaan tilaa, jossa materiaaleja varastoidaan. Taloudellisesta näkökulmasta varasto käsittää yrityksen vaihto-omaisuuden, eli fyysisestä sijainnistaan riippumatta yrityksen omistuksessa olevat materiaalit. (Sakki 2003, 73.)

Varastot koostuvat passiivi- ja aktiivivarastoista. Passiivivarastoja muodostuu, mikäli tavaraa tilataan liikaa tai liian aikaisin. Tällaisessa tilanteessa ei olla varmoja materiaalin todellisesta kulutuksesta tai sen ajoituksesta. Suuret passiivivarastot kertovat huonosta suunnittelusta ja niistä tulisi pyrkiä eroon. Yksi keinoista on luoda luottamukselliset ja avoimet suhteet tavarantoimittajien kanssa. Jakamalla realistisia menekinennusteita, pystyy tavarantoimittajakin suhteuttamaan oman toimintansa sen mukaisesti. Näin kummallekaan osapuolelle ei kerry valtavaa passiivivarastoa. Aktiivivarasto syntyy silloin, kun toimittajalta tulee tavaraa enemmän kuin aivan välittömästi tarvitaan. (Sakki 2003, 73-74.)

Passiivivarastoja kutsutaan myös varmuusvarastoiksi. Varmuusvarastolla tarkoitetaan kysynnän heilahteluun varattua materiaalin määrää. Suunnitellun varaston keskiarvo pystytään laskemaan seuraavalla kaavalla:

$varaston\ keskiarvo = varmuusvarasto + \frac{toimituserä}{2}$ . (Sakki 2003, 74).

### 3.4 Tilauspisteiden määrittely

Varastonohjauksessa täytyy jokaiselle nimikkeelle olla määritelty tilauspiste, tilausjärjen koko ja tilausajankohta (Riuttamäki ja Kivistö, Johtamisen käsikirja 2008). Tasaisen kulutuksen nimikkeille voidaan tilauspiste laskea kaavalla:

$tilauspiste = arvioitu\ menekki\ hankinta-aikana + varmuusvarasto$ .

Tilauspiste siis asetetaan sellaiseksi, että materiaali riittää sen hankintaan kuluvan ajanjakson verran. Varmuusvaraston tarkoituksena on toimia puskurina mahdolliselle kysynnän vaihtelulle. (Sakki 2003, 101). Tilauksen kokoa voidaan arvioida optimiostojärjen (EOQ, economical order quantity) kaavalla:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \times \text{menekki vuodessa} \times \text{toimituserän kustannus}}{\text{nimikkeen yksikköhinta} \times \text{varastointikustannukset}}}$$

Kaavasta saatava eräkoko on likiarvo. (Sakki 2003, 84-85.) EOQ:n laskenta perustuu arvioon vuositason kulutuksesta, jonka ennustaminen saattaa olla vaikeaa. Myös tarkkojen kustannuslaskelmien tekeminen toimitus- ja varastointikuluista saattaa yrityksessä olla jopa mahdotonta. Kaava myös olettaa kulutuksen olevan tasaista ja toimittajien toimitusvarmuudeksi sata prosenttia. Optimiostojärjen arviota voidaan kuitenkin pitää suuntaa-antavana arvona eräkoko määriteltäessä. (Riuttamäki ja Kivistö 2008.)

Tilauksenajankohta voidaan määrittellä joko jatkuvan tarkistuksen tai perioditarkistuksen menetelmin. Jatkuvan tarkistuksen mukaan tehtävässä tarkistuksessa tilausimpulssi saadaan aina, kun varastosaldo alittaa määritellyn tilauspisteen. Perioditarkistuksen menetelmässä varastosaldoja tarkistetaan määrätyn väliajoin, ja mikäli tarkastettaessa varastosaldo on alittanut tilauspisteen, tehdään tilaus. Tilattava eräkoko voidaan määrittellä kummassakin tapauksessa EOQ:n mukaisesti vakioksi. Toinen vaihtoehto on määrittellä varastosaldon maksimisaldo. Tilauspisteen alittumisen jälkeen tilaus tehdään maksimisaldon arvoon asti. (Riuttamäki ja Kivistö 2008.)

Kaksilaatikkomenetelmä on visuaalinen käytännön sovellus tilauspisteen valvonnasta. Menetelmän ideana on laskea nimikkeelle sen tilauspiste ja sijoittaa sitä vastaava määrä erilliseen laatikkoon. Loput nimikkeet sijoitetaan käyttövarastoon. Kun käyttövaraston laatikko tyhjenee, otetaan käyttöön laatikko, joka sisältää tilauspistettä vastaavan määrän. Tavallista on, että viimeisessä laatikossa on tilauskortti, joka voidaan toimittaa hankintatoimesta vastaavalle henkilölle. Kun täydennystilaus saapuu, täytetään viimeinen laatikko jälleen tilauspisteeseen, ja loput sijoitetaan käyttövarastoon. (Sakki 2003, 102-103.)

Inventaario on tärkeä työkalu varastosaldojen päivittämisessä. Inventaario tulisi suorittaa tasaisin väliajoin. Mitä hankalammin seurattavasta tuotteesta on kysymys, sitä useammin inventaariota tulisi tehdä. Hankalasti seurattavia tuotteita ovat erityisesti sellaiset materiaalit, joiden hukka tuotannossa on suuri. (Haverila, ym. 2005, 452.)

### 3.5 Varastojen analysointi

Yrityksen hankintalistoilta saattaa olla tuhansia nimikkeitä, eikä kaikkien valvontaan ja hankintaan ole kannattavaa käyttää yhtä paljon resursseja. Analyysien avulla nimikkeistö luokitellaan ja näiden luokittelujen perusteella valitaan hankinnassa käytettävät tavat. Analysoinnin tarkoituksena on löytää toiminnan kannalta kriittisimmät nimikkeet, joiden tarkka ohjaaminen on toimivan tuotannon kannalta olennaista. Tämä mahdollistaa yrityksen ostotoiminnassa työskentelevien ihmisten keskittymisen oikeisiin asioihin. (Sakki 2003, 91.)

#### 3.5.1 ABC-analyysi

ABC-analyysiä käytetään materiaalivaraston nimikkeiden analysointiin. Sen tarkoituksena on löytää taloudellisesti kriittiset nimikkeet, joiden tarkalla ohjauksella pyritään pitämään varastonarvo minimissä ja silti takaamaan tuotteen saatavuus. Toisaalta analyysin avulla löydetään myös kuolevat nimikkeet, joiden käyttö on vähäistä, tai jos niitä ei käytetä ollenkaan. Näitä nimikkeitä on hyvä tarkastella lähemmin ja miettiä niiden poistamista aktiivisesta tietokannasta. (Riuttamäki ja Kivistö 2008.)

ABC-analyysi toimii hyvänä lähtökohtana varastonvalvonnan suunnittelussa. Analyysi perustuu Pareton 20/80 sääntöön: 20 prosenttia nimikkeistä aiheuttaa 80 prosenttia

kulutuksen arvosta. ABC-analyysin toteutustapa ei ole standardoitu ja sitä voidaankin muokata kohdeyrityksen omiin tarpeisiin sekä luokkien määrän, että niiden rajaamien prosentiosuuksien osalta. Perinteisesti analyysissä on käytetty A-, B- ja C-luokkia. Luokat jaetaan kumulatiivisen kulutuksen mukaisesti:

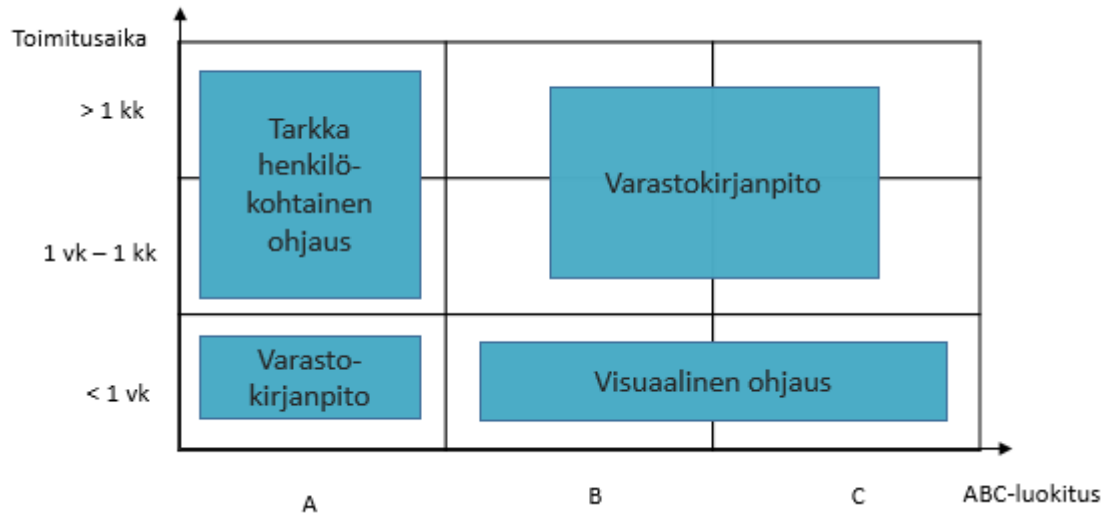
- A-luokka 75-80 %
- B-luokka 10-15 %
- C-luokka 5-10 % vuosikulutuksen arvosta.

Tarpeen mukaan luokitteluun voidaan lisätä vielä esimerkiksi luokat D ja E, joista D edustaa noin kahta prosenttia kulutuksen arvosta ja E-luokkaan merkitään kaikki ne nimikkeet, joilla ei ole ollut kulutusta analysoitavan ajanjakson aikana. A-luokkaan kuuluvia, prosentuaalisesti kulutuksen arvoltaan korkeita, nimikkeitä seurataan tarkasti ja varaston kiertonopeus pyritään pitämään korkeana. C-luokan hallinnassa taas koetaan minimoida tilaus- ja toimituskustannukset. (Riuttamäki ja Kivistö 2008.)

ABC-analyysi yksinään yleistää liiaksi hankinnan segmentointia, jonka seurauksena ohjauksen periaatteet jäävä liian yksinkertaisiksi. ABC-analyysiä tarkasteltaessa tuleekin muistaa, ettei luokitus välttämättä kerro nimikkeen tärkeydestä lopputuotetta ajatellen. Vaikka kulutuksen arvo olisikin vähäinen, voi sen merkitys silti olla tärkeä tuotannossa. Analyysi ei myöskään ota kantaa toimittajamarkkinoihin, eikä tavaran kierto. (Iloranta ja Pajunen-Muhonen 2012, 107). Yksinkertaisuudessaan ABC-analyysi on kuitenkin hyvä alku analysointityölle sellaisissa yrityksissä, joissa varastonohjauksen analyysijä ei ole aiemmin käytetty. Se toimii myös hyvänä pohjana jatkoanalyysien tekemiselle. (Riuttamäki ja Kivistö 2008.)

ABC-analyysistä saadaan enemmän apua varastonohjaukseen, kun siihen liitetään y-akselille sijoitettava toimitusaikojen vaikutus nimikkeen hallintaan (Kuvio 2). Toimitusajat jaetaan riittävällä tarkkuudella esimerkiksi kolmeen luokkaan: alle viikko, alle kuukausi ja yli kuukausi. Sijoittamalla nimikkeet ABC-luokan ja toimitusajan perusteella taulukkoon saadaan varastonohjauksen periaatteille hyvä pohja. Arvokkaat, pitkällä toimitusajalla olevat, tuotteet tarvitsevat tarkkaa henkilökohtaista ohjausta ja vaativat paljon hankintatoimen huomiota.





Kuvio 2. ABC-luokituksen edelleen jalostus toimitusaikojen mukaan (Haverila, ym. 2005, 458).

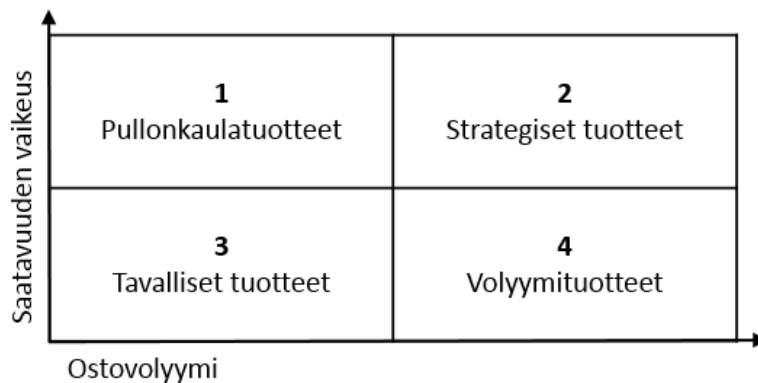
B- ja C-luokkien nimikkeisiin voidaan soveltaa erilaisia visuaalisia varastonhallinnan keinoja kuten kaksilaatikkomenetelmää. Myös toimittajan valvoma varasto on näiden nimikkeiden hallinnassa hyvä ratkaisu. (Haverila, ym. 2005, 458.)

### 3.5.2 Nelikenttäanalyysi

Nelikenttäanalyysi ottaa huomioon myös materiaalien hankintaan liittyvän toimittajakentän ominaisuudet (Sakki 2003, 136). Nelikenttäanalyysi pohjautuu Kraljicin vuonna 1983 esittelemään matriisiin (Iloranta ja Pajunen-Muhonen 2012, 114). Sen perustana on kulutuksen arvolla tehty ABC-analyysi. Kuvio 3 on esitetty nelikenttäanalyysin luokat koordinaatistoon sijoitettuna. X-akselille nimikkeet sijoitetaan ABC-analyysin mukaan niin, että luokat A ja B, eli noin 80 prosenttia vuoden kulutuksen arvosta sijoitetaan keskiviivan oikealle puolelle ja loput keskiviivan vasemmalle puolelle. Pystyakselilla määritellään hankinnan vaikeus. Hankinnan vaikeuden arviointiin vaikuttaa moni asia, kuten nimikkeen merkitys oman tuotteen laadun ja tuotannon sujuvuuden kannalta. Myös toimittajamarkkinoiden laajuus, asiointin helppous, toimitusajan pituus ja toimittajien maantieteellinen etäisyys omasta yrityksestä ovat vaikeusastetta määritteleviä ominaisuuksia. On myös kannattavaa arvioida oman asiakkuuden merkitystä toimittajan kannalta. Mitä suurempi osuus toimittajan liikevaihdosta muodostuu oman yrityksen ostoista, sitä tärkeämpänä toimittaja näkee ostavan yrityksen.

Nimikkeen saama arvo pystyakselilla lasketaan riski- ja vaikeustekijöiden keskiarvosta. Jokaiselle tekijälle annetaan arvo määrättyllä asteikolla ja näistä arvoista lasketaan

keskiarvo. Mikäli nimikkeitä on paljon, voi työmäärän vähentämiseksi olla järkevää tehdä riskianalyysi tuoteperheittäin tai toimittajakohtaisesti. (Sakki 2003, 136-137.)



Kuvio 3. Nelikenttäanalyysi (Sakki 2003, 136).

Ensimmäiseen luokkaan kuuluu pullonkaulatuotteet. Tähän ryhmään kuuluvista nimikkeistä pyritään pitemmällä aikavälillä pääsemään eroon etsimällä vaihtoehtoisia toimittajia tekemällä parempia toimitussopimuksia tavarantoimittajan kanssa tai kehittämällä omaa tuotetta niin, ettei pullonkaulatuotteita enää tarvita. Vaikka pullonkaulatuotteiden osuus kulutuksen arvosta on vähäinen, ovat tähän ryhmään kuuluvat nimikkeet sellaisia, jotka ovat tuotannossa kriittisiä oman tuotteen kannalta. Usein tähän ryhmään kuuluvilla nimikkeillä on vain yksi, kaukana sijaitseva, toimittaja. (Sakki 2003, 138.)

Toisessa ryhmässä on strategiset tuotteet. Myös näille tuotteille on yleensä rajatumpi toimittajakunta ja saatavuuden varmistaminen on välillä vaikeaa. Myös maantieteellinen etäisyys on yleensä strategisten tuotteiden toimittajiin iso. Pullonkaulatuotteisiin nähden strategiset tuotteet muodostavat kulutuksen arvoon nähden huomattavasti kriittisemmän ryhmän. Näihin toimittajiin tulisi pyrkiä luomaan hyvät suhteet, esimerkiksi harkitsemalla pitempiaikaisia sopimuksia. Tärkeää on myös jakaa materiaaliarpeeseen liittyvä tieto mahdollisimman nopeasti myös näiden toimittajien kanssa. Mahdollisuuksien mukaan näitä nimikkeitä pyritään siirtämään neljänteen volyymituotteiden luokkaan. (Sakki 2003, 139.)

Tavalliset tuotteet sijoittuvat kolmanteen luokkaan. Tähän kuuluu paljon eri nimikkeitä, joiden arvo vuosikulutuksesta on kuitenkin vähäinen. Tälle luokalle on tyypillistä, että toimittajakunta on laaja ja saatavuus on hyvä. Mikäli yrityksellä on näille tuotteille useita toimittajia, tulisi niiden määrää karsia. Tavallisten tuotteiden hankinta pitäisi pyrkiä automatisoimaan niin, ettei ostotoimintaan kuluisi tarpeettomia resursseja. Kannattavaa

olisi miettiä vaihtoehtoisia toimintamalleja perinteiselle ostotoiminnalle. Esimerkiksi edellä käsitelty kaksilaatikkomenetelmä on hyvä tapa tämän nimikkeistön hallintaan. Toimitusimpulssi voidaan antaa toimittajalle myös automaattisesti yrityksen tietokannasta. Luomalla luottamuksellisia suhteita toimittajiin, pystytään päällekkäistä toimintaa ostoprosessissa toimittajan kanssa karsimaan. (Sakki 2003, 137-138.)

Sellaiset tuotteet joiden hankinnan arvo on suuri ja saatavuus hyvä, kuuluvat neljänteen, volyymituotteiden, luokkaan. Kulujen minimointiin pyritään sekä ostohinnan että logististen kulujen osalta. Tämän luokan nimikkeisiin voidaan kohdistaa kovaakin kilpailutusta parhaiden hintojen löytämiseksi. Etäinen suhtautuminen toimittajiin saattaa helpottaa ostotoimintaa, jottei omien mieltymysten mukaan tahattomasti luo toimittajalle monopoliasemaa. (Iloranta ja Pajunen-Muhonen 2012, 119). Volyymituotteille täytyy nimikekohtaisesti määritellä oman varaston koko ja laatuvaatimukset. Toimittajasuhteissa täytyy pohtia kilpailuttamisen ja yhteistyön etuja. Toimittajien toimintaa täytyy myös arvioida aktiivisesti muun muassa tarkastelemalla toimitusvarmuutta. (Sakki 2003, 138-139.)

#### **4 Relaatiotietokannat**

Relaatiotietokantamallin esitteli IBM:n tutkija E. F. Codd artikkelissaan "A Relational Model of Data for Large Shared Databanks" vuonna 1970. Relaatiotietokantamalli mahdollisti muun muassa uudenlaisen, joustavan, tiedon haun, ja usean eheystason avulla se varmistaa tietokannasta haetun informaation oikeellisuuden. (Hernandez 2000, 11-16.)

Tietokantoja rakennetaan sekä operatiivisiin että analyttisiin tarkoituksiin. Operatiivisia tietokantoja käytetään yritysmaailmassa reaaliaikaisen datan tallentamiseen ja informaation tarkasteluun. Operatiivisille tietokannoille on ominaista datan jatkuva muutos. Analyttisiä tietokantoja käytetään historiallisen tiedon varastointiin. Niiden avulla tehdään pitempään seurantajaksoon perustuvia analyysejä. Tämän tyyppisessä tietokannassa data ei siis juurikaan muutu. (Hernandez 2000, 3-4.)

Tietokannan rakentaminen voidaan jakaa kolmeen osaan: loogiseen suunnitteluun, toteutukseen ja käyttöliittymäsuunnitteluun. Ensimmäisessä vaiheessa rakennetaan käsitelmä, jolla kuvataan tietokannan tauluja ja niihin liittyviä kenttiä. Tauluille aset-

taan pääavaimet luodaan taulujen väliset yhteydet ja varmistetaan datan eheys tietokannan eri tasoilla. Toisessa vaiheessa käsitelmä toteutetaan valitulla tietokannan hallintajärjestelmällä, luoden käsitelmässä kuvatut taulut ja niiden yhteydet. IBM:n DB2, Oracle, MySQL ja Access ovat tietokannan hallintajärjestelmistä tunnetuimpia. Kolmannessa vaiheessa kehitetään käyttöliittymä varsinaiselle loppukäyttäjälle. (Hernandez 2000, xxx-xxxi; Hovi, ym. 2005, 4.) Tässä opinnäytetyössä keskitytään ensimmäiseen vaiheeseen, eli relaatiotietokannan loogiseen suunnitteluun. Esimerkeissä esitellään yritys X:n tietokantarakenteen kehitystä.

#### 4.1 Relaatiotietokannan looginen suunnittelu

Tietokannan rakentaminen alkaa sen loogisesta suunnittelusta. Suunnittelutyö tulee tehdä huolellisesti, sillä sen avulla pystytään takaamaan tietokannan käytön ja päivittämisen vaivattomuus sekä informaation virheettömyys. (Hernandez 2000, 21-23). Suunnittelutyön aikana tulisi varmistaa, että tietokantarakenne sisältää kaikki hakuihin tarvittavat tiedot ja pystyy tuottamaan yrityksen kannalta merkityksellistä informaatiota. Tietokantaa pitää pystyä laajentamaan sekä taulu-, että saraketasolla ilman, että se vaikuttaa jo olemassa oleviin ohjelmiin tai kyselyihin. Taulujen tulee olla helposti ymmärrettäviä eikä niiden tulisi sisältää toisteisuutta tai sisäisiä ristiriitoja. Tietokannan tulee olla ehyt aina rivitasolta yhteystasolle. (Hernandez 2000, 26-27; Hovi ym. 2005, 21.)

Suunnitteluprosessi alkaa tehtäväselostuksen ja tavoitteiden kirjoittamisella. Näiden avulla luodaan tietokannalle kehukset ja selkeä suunta. Sekä tehtäväselostuksen että tavoitteiden asettamisen tulee tapahtua yhdessä organisaation ydinhenkilöiden kanssa selvittämällä organisaation olemassa olon merkitys ja tietotarpeet. Tehtäväselostuksen avulla määritellään tietokannan tarkoitus ytimekkäästi yleisellä tasolla. Selostuksessa ei luetella kaikkia yksittäisiä tehtäviä, joita tietokannalla olisi tarkoitus toteuttaa, vaan se antaa suuntaviivat ja kiintopisteen tietokannan suunnittelijalle. (Hernandez 2000, 81-87.) Yritys X:n tehtäväselostus muotoutui toimitusjohtajan ja projekti-insinöörin kanssa käytyjen keskustelujen myötä seuraavaksi:

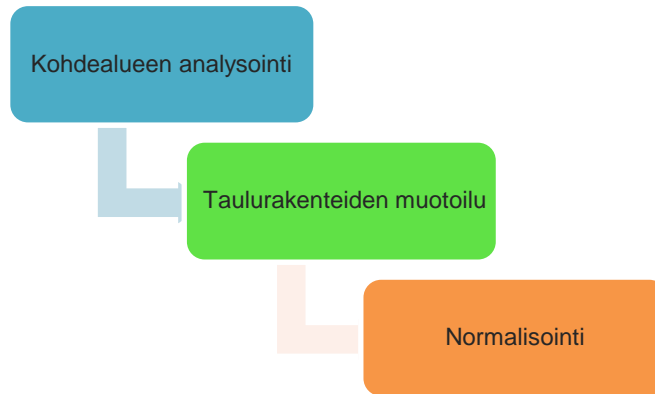
Yritys X:n tietokannan tarkoitus on säilyttää dataa, sekä tarjota ajantasaista ja oikeellista informaatiota jokapäiväisten toimintojen tueksi. Tavoitteena on tehdä tietokantaohjelmiston nimikehallintakokonaisuus. Suunnittelu tehdään ottaen huomioon toiminnollisuudet, joita mahdollisesti ollaan lisäämässä lähitulevaisuudessa.

Tavoitteiden asettamisella tarkoitetaan listaa sellaisista toiminnoista, jotka halutaan toteutettavan tietokannan avulla. Listaan kirjoitetaan yksittäisiä tehtäviä määrittelemättä kuitenkaan vielä tietokannan rakentamisessa käytettäviä ratkaisuja. Tämä tehtävälista toimii pohjana taulu- ja näkymärakenteille. Sen avulla voidaan myös varmistua siitä että suunniteltu tietokanta tukee tehtäväselostusta. (Hernandez 2000, 87-93.) Yritys X:n tehtävälialle kerättiin nykyisten tietotarpeiden lisäksi myös tulevaisuuden tietotarpeita. Ne otetaan huomioon tässä opinnäytetyössä tehtävässä tietokannan rakennesuunnitelmassa. Tehtävän tavoitelistan tärkeimpinä toimintoina voidaan nähdä seuraavat kuusi kohtaa:

- nimiketietojen ylläpito
- varastosaldojen ylläpito
- toimittajatietojen ylläpito
- inventaarioraporttien luonti
- saapuvan tavaran vastaanotto
- ostotilausten tekeminen.

Tehtävän tavoitteet on listattu kokonaisuudessaan liitteessä 2.

Tehtäväselostuksen ja tavoitteiden kirjaamisen jälkeen voidaan aloittaa tietokannan rakenteen mallintaminen käsittemallin avulla. Käsittemalli (conceptual data model) kuvaa niitä tietoja, joita tietokannassa tarvitaan, sekä näiden rakenteellista jäsentymistä. Käsittemallin rakentaminen alkaa käsiteanalyysillä ja täsmentyy tietotarveanalyysin, eri eheystasojen määrittelyn ja normalisoinnin myötä (kuvio 4). Valmis käsittemalli toimii toteutettavan tietokannan pohjapiirustuksena. Taulurakenteet siis tarkentuvat suunnittelun aikana ja lopputulemana on relaatiomalli ja tarkasti määritellyt käsitteet ja liitännät. (Hovi ym. 2005, 32-33.)

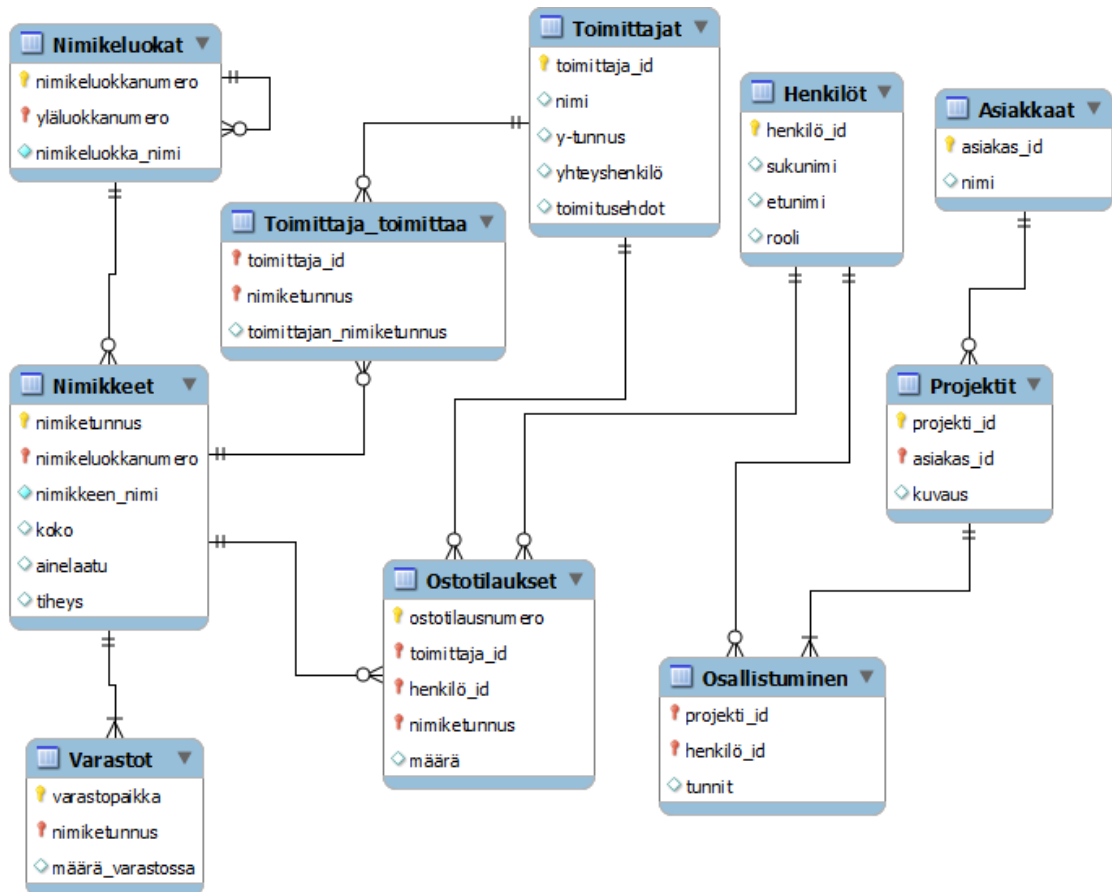


Kuvio 4. Relaatietokannan käsitemallin suunnitteluprosessin eteneminen tehtäväselostuksen muotoilun jälkeen (Hernandez 2000, 28).

Suunnitteluprosessissa luodun käsitemallin avulla relaatiotietokannan toteuttaja pystyy keskittymään toiminnollisuuksien suunnitteluun, eikä rakenteeseen enää tarvitse puuttua. Käsitemallissa määritykset tehdään relaatiotietokantoja koskevien yleisten sääntöjen mukaisesti, eikä siinä vielä käsitellä toteutukseen valittavan tietokantatuotteen tuotekohtaisia määritelmiä. (Hovi ym. 2005, 32-33.)

#### 4.2 Rajatun kohdealueen analysointi ja käsitemalli

Käsiteanalyysin tekeminen alkaa jo tehtäväselostuksen ja tavoitteiden määrittelyn myötä. Käsiteanalyysin tarkoituksena on hahmottaa tietokannan kohdealueen käsitteistö ja siihen liittyvät ominaisuudet, eli attribuutit. Käsitteet ovat kohdealueen termistöstä löytyviä substantiiveja, jotka edustavat kohdetta tai tapahtumaa, ja näistä muodostuvat tietokannan taulut. Käsitteen attribuutteja taas ovat sellaiset substantiivit jotka kuvaavat jotakin käsitettä. Tavallista on että attribuutit esitetään raporteissa ja haastattelutilanteissa omistusmuodossa. Esimerkiksi ”toimittajan nimi” -ilmaisusta saadaan käsite ”toimittaja”, sekä sen attribuutti ”nimi”. (Hernandez 2000, 111-114.) Kuvio 5 esitetty esimerkki on luotu käsiteanalyysin alkuvaiheessa yritys X:n termistöstä.



Kuvio 5. Käsitteanalyysin alkuvaiheessa hahmoteltu käsittemalli kohdealueen termistöstä.

Tässä vaiheessa käsitteitä on tunnistettu kymmenen ja niihin on liitetty ilmeisimmät attribuutit. Vaikka käsittemallin muodostus on vasta alussa, pystyy siitä jo hahmottamaan käsiteltävää aihealuetta.

#### 4.2.1 Käsittemallin tarkentaminen tarveanalyysillä

Kun organisaatiolle aletaan suunnitella uutta tietokantaa, on lähtökohtana aina oletus, että vanhassa järjestelmässä on jotakin vikaa. Käytössä oleva tietokanta saattaa olla sähköinen, papereihin perustuva tai muistinvarainen järjestelmä. Vioistaan huolimatta tähän tietokantaan on kuitenkin tarpeellista tutustua. Sen avulla pystytään keräämään tietoa tarvittavista tauluista, kentistä, tietotarpeista sekä tietojen käyttötarkoituksista. Vanhaa tietokantaa tarkasteltaessa on myös mahdollista tunnistaa aiemmin tehtyjä virheitä, jolloin uuden tietokannan suunnittelija pystyy välttämään ne itse. (Hernandez 2000, 98-99.)

Tarveanalyysissä paneudutaan näyttöihin, raportteihin ja suunnittelutyön aluksi luotuun tavoitelistaan. Näitä tutkimalla selvitetään, onko kaikki tarvittava tieto käsitelmällisessä mallinnettuna. Jos ei ole, nämä löydettyt käsitteet tai käsitteiden attribuutit liitetään käsitelmällisiin. Käytössä olevista raporteista ja tietokannan näkymistä on olennaista keskustella organisaation eri tasojen kanssa, jotta saadaan selville, mistä mikäkin tieto tulee tai koostuu. Keskusteluiden aikana on myös hyvä käydä läpi mahdollisia lisätietovaatimuksia, joita käyttäjät kaipaavat. Raporteista saattaa esimerkiksi puuttua toimintaa helpottavia tietoja kuten puhelinnumero, joka joudutaan tarvittaessa etsimään toista kautta. Myös tulevaisuuden tietotarpeita tulisi ennustaa. Millaisia näkymiä tarvitaan jos yritys kasvaa; uusia kategorioita tai kokonaan uutta tietoa? (Hernandez 2000, 97-131.) Kun tarveanalyysi on tehty, voidaan olla melko varmoja, että taulurakenne vastaa tietosisällöltään käyttäjien vaatimuksia (Hovi, ym. 2005, 81).

#### 4.2.2 Yritys X:n tarveanalyysi

Koska yrityksellä ei juurikaan ole käytössä vakiintuneita näkymiä tai raportteja, tietovaatimuksia lähdettiin selvittämään haastattelujen avulla. Projekti-insinöörin kanssa käytyjen keskustelujen myötä muodostui käsitys yrityksen tuotantorakenteesta, siihen liittyvistä osatekijöistä ja työn luonteesta. Termistöstä käytiin pitkiäkin keskusteluja, sillä kaikkeen ei yrityksellä ollut vakiintuneita käsitteitä. Esimerkiksi tuotannossa tehtävät työt jaoteltiin keskustelujen tuloksena niiden koon, keston ja sisällön mukaan projekteihin ja työmääräimiin. Projekteiksi määriteltiin tarjouskilpailun kautta hankitut pitkäkestoiset kokonaisuudet, joihin saattaa sisältyä yksi tai useampia laitteita. Työmääräimen alaisiin toimintoihin luokiteltiin huolto- ja alihankintatyöt sekä varaosatoimitukset.

Tarveanalyysin aikana määriteltiin myös tarve käytettävien nimikkeiden kohdistamisesta tehtävälle työlle. Materiaalikulutuksen kohdistaminen tekee koko toimitusketjun aikaisesta materiaalien hallinnasta vaivattomampaa. Materiaalilistaukset nähtiin parhaaksi tehdä osakokoonpanojen mukaan, joita voidaan tarpeen tullen hajottaa aina pienemmiksi osakokoonpanoiksi.

#### 4.3 Taulurakenteiden muotoilu

Tietokantaan luotavien taulujen ja taulujen attribuuttien nimien tulee olla kuvaavia ja yksiselitteisiä. Nimeämisessä tulee pyrkiä siihen, että kuka tahansa organisaation sisäl-



lä ymmärtää taulun merkityksen katsomatta taulun kuvausta. (Hernandez 2000, 163-165.) Taulujen nimet esitetään monikkomuotoisina, sillä taulut edustavat tietyn asian kaikkia ilmentymiä. Attribuuttien nimet muotoillaan yksikköön. Tämän säännön avulla on helppo hahmottaa jo sanan muodosta, onko kyseessä attribuutti vai taulu. (Hernandez 2000, 166.)

Taulurakennetta paranneltaessa voidaan käyttää apuna ideaalitaulun määritelmää. Ideaalitaulu kuvaa vain yhtä asiaa, ja sille on asetettu pääavain. Sillä ei ole moniosaisia tai -arvoisia kenttiä, eikä laskettuja kenttiä. Taulu sisältää vain tarvittavan määrän dataa, eikä siinä ole toistettu turhaan kenttien tietoja. (Hernandez 2000, 190-191.) Tauluun sisällytettävät attribuutit ovat riippuvaisia organisaation rakenteesta. Attribuuttien asettaminen on täysin tietokannan suunnittelijan päätettävissä. (Silberschatz, Korth ja Sudarshan 2011, 272.)

#### 4.3.1 Taulujen määrittely

Tietokannasta voidaan tunnistaa neljänlaisia tauluja: data-, osajoukko-, linkitys- ja vahvistustauluja. Datataulut ovat helpoiten tunnistettavia ja niihin tallennetun datan avulla luodaan organisaation kannalta olennaista informaatiota. Osajoukkotaulut ovat datatauluista jaettuja tauluja. Näiden tarkoituksena on antaa jostakin datatauluun kuuluvasta joukosta tarkentavaa tietoa. Linkitystaulut ratkaisevat monesta-moneen-yhteyden ongelman ja ovat usein myös ainoa looginen paikka joillekin lisätietoa antaville attribuuteille. Vahvistustaulut ovat tapa rajata syötettävien arvojen joukkoa. Rajaus voidaan tehdä myös tietokannan rakennusvaiheessa tietokannan hallintaohjelmistolla, mutta vahvistustaulu on usein parempi tapa hallinnoida sallittua arvoaluetta. (Hernandez 2000, 161-162.)

Tauluille tulee luoda myös kuvaukset, joiden avulla varmistetaan, että taulun merkitys tulee ymmärretyksi. Kuvauksen tulisi olla yksiselitteinen ja ytimekäs. Siitä tulisi selvittää sekä taulun määrittely, että sen merkitys organisaatiolle. Taulun kuvauksen tulisi olla itsessään ymmärrettävä ilman, että tutustuu muiden taulujen sisältöön. (Hernandez 2000, 167-171). Kuviossa 6 on esitettyä otos yritys X:n taulumäärittelmästä.

Taulu	Tyyppi	Kuvaus
Projektit	data	— Sopimuksen synnyttyä luotu työkokonaisuus. Tämän taulun tietojen avulla pystytään kokonaisvaltaisesti hallinnoimaan toimitusehtojen täyttymistä.
Projektityöt	data	— Projektiin liittyvät 1..n laitetta. Projekti_Työt taulun avulla pystytään hallinnoimaan laitteiden ominaisuuksia ja niihin liittyviä sopimuksia.
Laitetekonaisuudet	osajoukko	— Kokonaisen auton rakentamiseen liittyvä työn määrittelyt. Tätä tarvitaan, jotta voidaan kohdistaa tarkentavaa materiaalitietoa oikeaan projektiin.
Osakokoonpanot	data	— Kaikki työvaiheet, jotka laitteeseen tehdään. Tämän taulun tietojen avulla ohjataan tuotannon toimia ja pystytään ajoittamaan materiaalihankintoja.
Osakokoonpano_Materiaalit	linkitys	— Osakokoonpanossa käytettävät materiaalit. Tämän taulun avulla voidaan kohdentaa materiaalit ja niiden kustannukset tiettyyn osakokoonpanoon.

Kuvio 6. Taulujen tyyppin määrittely ja kuvauksen kirjaaminen

#### 4.3.2 Attribuuttien määrittely

Kun tietokannan taulurakenne on saatu valmiiksi, tehdään saraketason määritelmät. Viimeistään tässä vaiheessa myös tietokannan suunnittelijan täytyy tarkasti selvittää kunkin sarakkeen tietosisältö. Hernandez (2000, 242) on kehittänyt kenttämääritelmäkaavakkeen, jota seuraamalla pystyy sarakekohtaiset määrittelyt tekemään tarkasti ja johdonmukaisesti. Kenttämääritelmäkaavakkeessa käydään läpi kunkin sarakkeen yleiset-, fyysiset- ja loogiset osat. Osissa määritellään muun muassa sarakkeen kuvaus, nimi, taulut joissa se esiintyy, tietotyyppi, pituus, tiedon syöttö- ja esitystapa, kentän sallitut osallistumiset ja arvon syöttäjä. Tämä määrittely takaa saraketason eheyden, ja vertailtavien sarakkeiden samanmuotoisuuden. (Hernandez 2000, 238-242.)

Tässä opinnäytetyössä Hernandezin kenttämääritelmäkaavake muokattiin Excel-tilukoon. Excelin suodatusominaisuuden takia se koettiin sekä suunnittelussa että toteutuksessa toimivammaksi tavaksi kuin varsinaisen lomakkeen täyttäminen. Liitteessä 3 on tästä taulukosta, luettavuuden parantamiseksi, hieman muokattu esimerkki. Taulukoon saatiin selkeästi ja yksiselitteisesti tallennettua tieto kentän ominaisuuksista, vaatimuksista ja yhteyksistä.

#### 4.3.3 Tietokannan attribuuttien vertaaminen ideaalikentän ominaisuuksiin

Ideaalikentän avulla pystytään tarkistamaan, onko tietokannan tauluissa ongelmallisia attribuutteja. Ideaalikenttä kuvaa taulun ilmentymän tiettyä ominaisuutta, ja se sisältää vain yhden arvon, jota ei voida hajottaa enää pienempiin osiin. Moniarvoisten kenttien ongelmana on niihin tallennetun datan käytön hankaluus. (Hernandez 2000, 181-182.) Moniarvoisten kenttien hajotus ideaalikentän mukaisiksi kentiksi mahdollistaa haut myös moniarvoisen kentän yksittäisen arvon perusteella (Silberschatz, ym. 2011, 267). Ideaalikenttä on myös täysin riippumaton muista kentistä, eli se ei sisällä esimerkiksi muiden kenttien arvoista laskettua arvoa. Ideaalikenttä esiintyy tietokantarakenteessa vain kerran, mutta mikäli sitä käytetään yhteyden luomisessa, tulee varmistaa että sen määritelmä pysyy muuttumattomana. (Hernandez 2000, 181-182.)

Suurin työ attribuuttien saattamiseksi ideaalikentän mukaisiksi tehtiin Nimikkeet-taulun attribuuttien kanssa. Vaikka Yritys X:llä oli Excel-tiedostoon rakennettu nimiketietokanta suunnitteluohjelman avuksi, siitä ei juurikaan ollut apua tietokantataulun rakentamisessa. Nimikkeistön attribuutit olivat Oma tuotekoodi, Luokitus (ABC), Piirustusnumero, Kuvaus lyhyt, Kuvaus pitkä, Kuvaus (EN) lyhyt, Kuvaus (EN) pitkä, Pääluokka, Alaluokka, Luokite, Toimittaja, Tuotekoodi toimittajan, Hinta € (Alv 0 %), Varastosaldo, Yksikkö, Toimitusaika (vrk), Standardi, Koko, Ainelaatu, Tiheys, Toissijainen toimittaja, Tuotekoodi 2. toimittaja, Hinta 2. (€), Toimitusaika 2. (vrk).

Nimikkeet-taulun ilmentymät kattavat hyvin erilaisia tuotannon tarpeita aina raaka-aineista hydraulikkakomponentteihin, ja suurin osa nimikkeen ominaisuuksista oli sijoitettu pitkän kuvauksen alle moniarvoiseksi kentäksi. Tällainen rakenne tekee datan lajittelusta ja hausta monimutkaista, nimikkeiden vertailusta vaikeaa ja syötettävien tietojen oikeellisuudesta hankalasti valvottavaa. Pitkäaikaisessa käytössä nimikkeistö muuttuisi sekavaksi, kun tietoja syötettäisiin pitkään kuvaukseen eri tietosisällöllä ja eri järjestyksessä.

Nimikkeistö päädyttiin listaamaan uudelleen keräämällä tiedot vuoden 2013 lähetyslistoista ja toimittajien kuvastoista. Tähän rajaukseen päädyttiin, sillä projekti-insinöörin mukaan kulunut vuosi antaisi varsin realistisen kuvan nimikkeistön laajuudesta ja kirjosta. Nimikkeistö kerättiin Excel-tiedostoon ja sarakkeiksi pyrittiin määrittelemään yksiarvoisia kenttiä. Tämän seurauksena saatiin koottua melko kattava ja ajantasainen nimikkeistö ja tietosisältöä kuvaavat attribuutit. Attribuuteiksi valittiin sellaiset sarakkeet,

joiden tietosisältöä pidettiin tärkeänä suunnittelun tai ostotoiminnan kannalta. Tauluun jätettiin myös ideaalikentän sääntöjen vastainen lisätietokenttä, johon vapaamuotoisella tekstillä voidaan kirjata nimikkeestä luokittelematonta tietoa. Tätä kuitenkin pidettiin tärkeänä ominaisuutena ja tietokantarakenteessa sitä käsitellään ikään kuin muistilappuna, josta on mahdollista saada nimikettä koskevaa toissijaista tietoa. Toissijaisena tietona pidetään nimikkeen sellaisia ominaisuuksia, jotka saattavat vaikuttaa valintaan, mutta eivät ole ensimmäisiä hakukriteerejä.

#### 4.3.4 Avaimien asettaminen tauluille

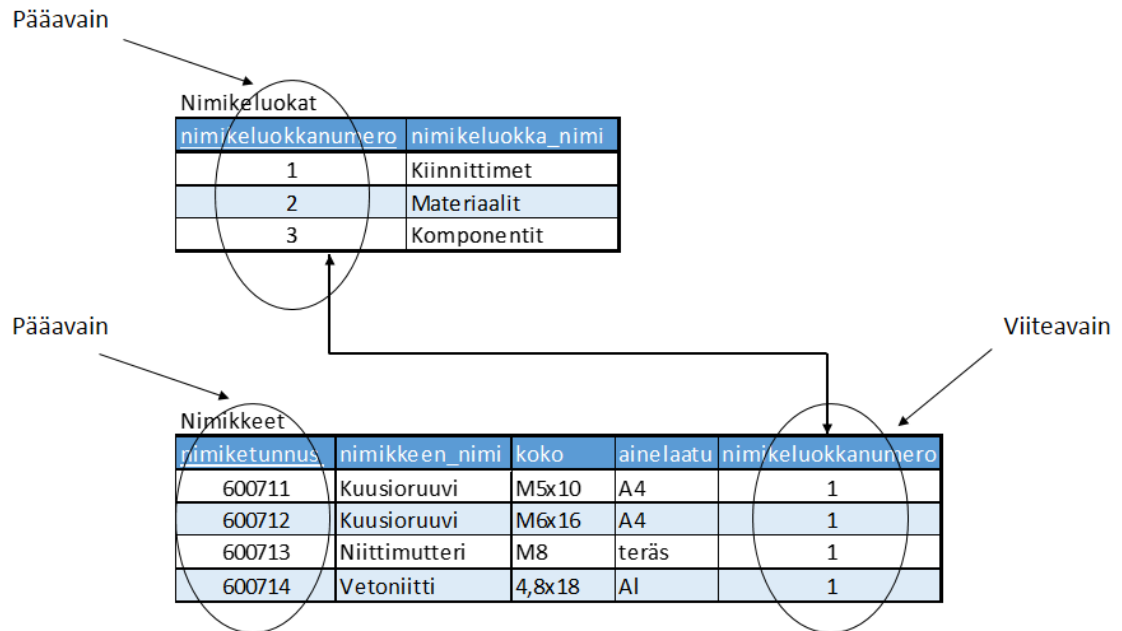
Tietokantarakenteen taulut sisältävät useita saman kategorian ilmentymiä, eli tietueita. Avaimen avulla tunnistetaan tietokannan taulun tietueet yksiselitteisesti ja pystytään luomaan taulujen väliset yhteydet varmistuen tietokannan eheys. Avainehdokkaita voivat olla sekä taulun yksittäinen attribuutti että attribuuttien joukko, joka identifioi taulun yhden ilmentymän. Avainehdokkaiden tulee täyttää tietyt ominaisuusvaatimukset:

- Avainehdokka sisältää vain tarpeellisen määrän kenttiä yksiselitteiseen tunnistamiseen.
- Kenttä ei sisällä tyhjiä arvoja. Monesta kentästä muodostuvassa avainehdokkaassa ei saa ilmetä tyhjiä arvoja missään siihen kuuluvista kentistä.
- Kentän arvon tulee olla yksilöllinen. Monesta kentästä muodostettaessa avainehdokkaan arvojen yhdistelmän tulee olla yksilöivä.
- Kentän arvo on pysyvä. Muutoksia tehdään vain äärimmäisessä poikkeustilanteessa. (Hernandez 2000, 213-214.)

Avainehdokkaista valitaan jokaiselle taululle yksi pääavain. Pääavain on tietokantataulun tärkein avain, sillä sen avulla pystytään tunnistamaan yksittäinen ilmentymä tietokantarakenteessa. Pääavaimelta vaaditaan samat ominaisuudet kuin avainehdokkaalta. Jos taulun pääavaimeksi on olemassa monta ehdokasta, näistä kannattaa valita lyhin vaihtoehto. Hyvänä ominaisuutena voidaan myös pitää jostakin avainehdokkaan kentän nimestä löytyvä taulun nimi. (Hernandez 2000, 220-222.)

Mikäli tietokannasta löytyy sellaisia tauluja, joille ei ole luonnollista avainehdokasta, voidaan pääavain luoda keinotekoisesti, esimerkiksi juoksevalla numeroinnilla. Tällaisia avaimia kutsutaan surrogaateiksi. Surrogaatteja on käytetty Kuvio 7 esimerkissä taulujen pääavaimina. Nimikeluokat-tilin pääavaimena olisi voitu käyttää myös nimike-

luokka\_nimi -attribuuttia, sillä se täyttää kaikki avainehdokkaalle asetetut vaatimukset. Surrogaatin avulla taulusta tehdään muutosjoustavampi, sillä se mahdollistaa nimike-luokkien nimien modifioinnin. Tietoriippumattomuuden lisäksi surrogaattien etuna on niiden lyhyys. (Hovi ym. 2005, 63-64.) Pääavainta valitessa tulee ottaa huomioon myös tietoturvakysymykset. Vaikka henkilötunnus vaikuttaa hyvältä pääavaimelta henkilö-tauluun, saattaa sen käyttö ja näkyminen olla joissakin tilanteissa sopimatonta. (Hovi ym. 2005, 63.)

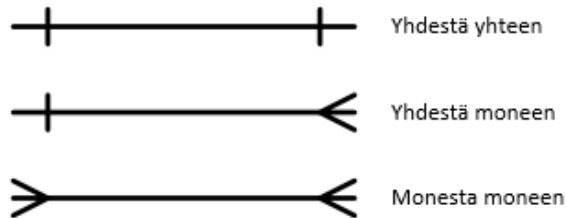


Kuvio 7. Pää- ja viiteavainten ilmentyminen kahdessa tietokannan taulussa.

Viiteavaimella tarkoitetaan tietokantataulussa olevaa toisen taulun pääavainta, jonka avulla luodaan taulujen välinen yhteys. Kuvio 7 Nimikeluokat-taulun pääavain on Nimikkeet-taulussa viiteavaimena. Kuvioista nähdään, että kaikki esitetyt nimikkeiden ilmentymät kuuluvat samaan Kiinnittimet-luokkaan. Viiteavain on yksi elementti tietokannan eheyden varmistamisessa. (Hernandez 2000, 298-299.)

#### 4.3.5 Taulujen välisten yhteyksien muodostaminen

Käsitemallinnuksessa käytettävälle notaatiolle on olemassa useita vaihtoehtoja. Tässä opinnäytetyössä käytetään "harakanvarvasnotaatiota" (Crow's foot). Kuvio 8 on esitetty notaatiolla kuvatut taulujen väliset yhteydet.

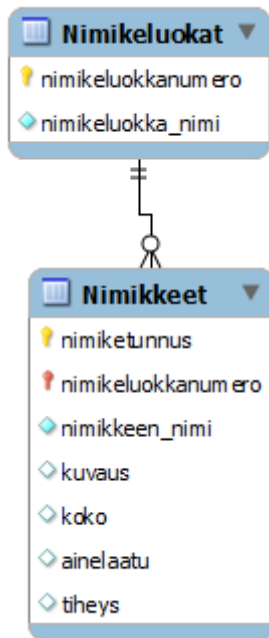


Kuvio 8. Crow's foot -notaatiolla kuvatut taulujen väliset yhteydet (Hernandez 2000, 322).

Kun taulujen välille luodaan yhteys, eli piirretään yhteysviiva, täytyy lapsitauluun lisätä isätaulun pääavain viiteavaimeksi.

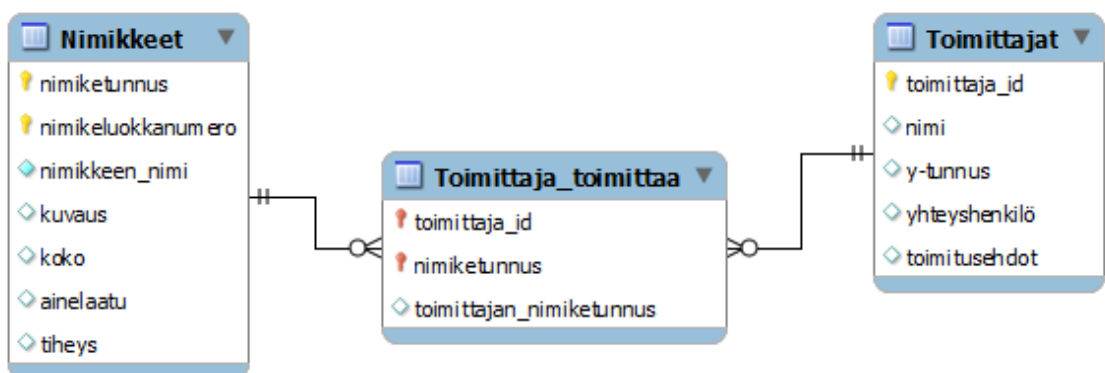
Yhdestä yhteen -yhteydet ovat tietokannoissa melko harvinaisia. Tällä yhteydellä tarkoitetaan, että yhden taulun tietue voi liittyä vain yhteen toisen taulun tietueeseen. (Hovi ym. 2005, 39.)

Yhdestä moneen -yhteys on tietokantarakenteissa yleisin yhteysmuoto. Yhteys tunnetaan myös isä-lapsi-yhteytenä. Kuvio 9 on esitetty nimikeluokan yhdestä moneen -yhteys nimikkeisiin. Nimikeluokkaan voi siis liittyä monta nimikettä, mutta yksittäinen nimike liittyy ainoastaan yhteen nimikeluokkaan. Nimikkeet-tauluun on myös lisätty viiteavaimeksi nimikeluokat-taulun pääavain nimikeluokkanumero. (Hernandez 2000, 291-292.)



Kuvio 9. Yhdestä moneen -yhteys, jolla kuvataan nimikeluokkien yhteyttä nimikkeisiin.

Monesta-moneen -yhteydet kuvaavat tilannetta, jossa taulun usea tietue voi liittyä toisen taulun useaan tietueeseen. Tällainen rakenne on ongelmallinen ja aiheuttaa tiedon toisteisuutta. Monesta-moneen-yhteydet täytyy purkaa linkitystaulun avulla. Linkitystaulun pääavaimena ovat siihen liittyvien taulujen pääavaimet yhdessä. Kuvio 10 on Nimikkeet-taulun ja Toimittajat-taulun monesta-moneen-yhteys purettu Toimittaja\_toimittaa-taulun avulla. Sen pääavain muodostuu toimittaja\_id:n ja nimiketunnuksen yhdistelmästä. (Hernandez 2000, 293.)



Kuvio 10. Nimikkeet- ja Toimittajat-taulujen monesta-moneen-yhteys purettuna linkitystaulun avulla.

Linkitystaulun avulla pystytään tallentamaan yhdelle nimikkeelle useampi toimittaja ja toimittajalle useita sen toimittamia nimikkeitä. Tähän tauluun voidaan myös usein

liittää yhteyttä tarkentavaa tietoa, kuten toimittajan oma nimiketunnus. (Hernandez 2000, 295-297.)

Isä-lapsi-tiluille asetetaan poistosäännöt. Poistosäännössä määritellään, tuleeko isätilun tietueen poistamisen yhteydessä myös lapsitilun siihen liittyvät tietueet poistaa. Pääsääntöisesti käytetään rajoitussääntö, joka määrää ettei isätilun tietuetta voi poistaa, mikäli siihen on liitetty lapsitilun tietueita. Vyörytysäännöllä isätilun tietueen poistaminen poistaa myös siihen liitetyt lapsitilun ilmentymät. Vyörytysääntöä tulee käyttää vain tarkkaan harkiten. Osallistumistyyppillä määritellään tarvitseeko toisen tilun ilmentymän liittyä johonkin yhteyden toisen tilun ilmentymään. Sillä määritellään myös yhteyteen osallistumisen raja-arvot, jotka voivat olla tapauskohtaisesti kaikkea väliltä nollasta n:ään. (Hernandez 2000, 308.)

Liitteessä 4 on kuva yritys X:n relaatiomallista yhteyksineen.

#### 4.3.6 Normaalimuodot

Tietokannan normalisoinnilla pyritään välttämään tiedon toisteisuus, mikä tukee tietokannan muutosjoustavuutta ja eheyttä. E. F. Coddin (1972) kehittämä teoria koostuu kolmesta normaalimuodosta. Normaalimuotojen tarkoitus on varmistaa tilujen sisäinen eheys ja niissä tarkastellaan attribuuttien funktionaalista riippuvuutta tilun pääavaimesta. Ensimmäisen normaalimuodon mukaan kaikkien tilussa esiintyvien attribuuttien tulee olla riippuvaisia pääavaimesta. Toisessa normaalimuodossa taas määritellään että attribuuttien tulee olla funktionaalisesti riippuvaisia koko pääavaimesta ja kolmannessa muodossa määrätään että riippuvuus saa kohdistua vain pääavaimeen. (Hovi, ym. 2005, 86-97.)

Käsiteanalyysin ja -mallinnuksen avulla suunniteltu tietokantarakenne on jo pitkälti normaalimuodossa, mutta tilurakenteet tulee silti tarkistaa näiden mukaisiksi. Normalisoinnin tuloksena saatetaan tiluja joutua jakamaan kahteen tai useampaan erilliseen tiluun. Erityisesti operatiivisissa tietokannoissa normalisointi on suositeltavaa, sillä se mahdollistaa datamäärien kasvun ja muutokset. Mikäli tietokantaa rakennetaan tietovarastoksi ja kyselyiden vastausaikojen tulee olla lyhyitä, voidaan rakennetta denormalisoida. (Hovi ym. 2005, 97-100.)



Normalisointi on viimeinen vaihe tietokannan eheyden varmistamisessa. Jotta tietokannasta haettavan informaation oikeellisuudesta voidaan olla varmoja, täytyy varmistua se eheydestä. Eheys varmistaa myös tietokannan päivitysten, laajennusten ja muutosten turvallisuuden ja ylipäättään mahdollistaa sen.

#### 4.4 Dokumentointi ja rakennearkiston kerääminen

Tietokannan rakenne on dokumentoitava huolellisesti. Dokumenttien, tai niin kutsutun metatiedon, avulla pystytään tekemään ylläpidon toimenpiteitä mutkattomasti. Rakennearkisto voidaan koota esimerkiksi erilliseen tietohakemistoon, paperiarkistoon tai tietokannan yhteyteen. Metatietoa tulisi luoda sekä järjestelmän toteuttajalle että loppukäyttäjälle. (Hovi ym. 2005, 27.) Toteutusvaihetta varten tarvittava metatieto muodostuu suunnitteluprosessin aikana luoduista dokumenteista, joissa määritellään taulut ja niiden rakenteet, yhteydet, liikesäännöt ja näkymät. Nämä tiedot antavat täsmälliset ohjeet tietokannan rakentamiselle ja mahdollisten muutosten vaikutukset tietokantaan ovat selvitettävissä. (Hernandez 2000, 394.)

Loppukäyttäjä taas tarvitsee tietoa oman työnsä tueksi liiketoiminnallisesta perspektiivistä. Hänen olisi tarpeellista nähdä tietokannassa esiintyvien tietojen selityksiä sekä määrittelyjä. Loppukäyttäjälle metatieto voidaan sijoittaa tietokannan yhteyteen luomalla esimerkiksi "isätaulu TAULU ja sen lapsitaulu SARAKE". (Hovi ym. 2005, 27.)

Yritys X:n tietokantarakenteen dokumentointi on koottu yhteen kansioon. Kansiossa on tietokannan tehtäväselostus ja tehtävälista. Excel-tiedostoihin on kerätty taulujen määritelmät, kenttämääritelmät, sekä yhteyksien kuvaukset. Relaaatiomalli yhteyksineen on mallinnettu MySQL Workbenchin avulla. Tämän dokumentaation pohjalta voidaan lähteä rakentamaan itse tietokantaa siihen valitulla tietokannan hallintajärjestelmällä.

## 5 Materiaalihallinnan kehitysehdotus

Yritys X:n pääasiallinen toiminta on asiakasohjautuvaa projektityötä. Päälysrakenteet suunnitellaan ja toteutetaan yksittäistuotantona asiakkaiden vaatimusten mukaisesti tilauksen perusteella. Tuotannosta on löydettävissä kuitenkin myös pienimuotoista sarjatuotantoa omavalmisteisten komponenttien valmistuksessa. Omavalmisteiset kom-

ponentit ovat vakiotuotteita, jotka ovat osana pääkokoontuotantoa. Projektimuotoisen tuotantorakenteen tulisi ohjata myös materiaalihankinnoissa käytettäviä toimintamalleja. Hankinnan tulisi olla kiinteä osa yrityksen strategiaa.

Tuotannossa tarvittava nimikkeistö on hyvin monimuotoinen. Perusraaka-aineiden lisäksi tarvitaan myös monenlaisia komponentteja. Projektimuotoisuuden takia ei ole mielekästä ohjata jokaista nimikettä tilauspisteiden avulla. Hankintatoimessa pitäisikin selkeästi jakaa materiaalit tasaisen kulutuksen tuotteisiin sekä projektikohtaisiin tuotteisiin. Tasaisen kulutuksen tuotteita ovat sellaiset materiaalit, joita tarvitaan tuotannossa lähes jatkuvasti. Tällaisiin tuotteisiin lukeutuu muun muassa kiinnittimet ja perusraaka-aineet. Tasaisen kulutuksen tuotteiden hankinnasta tulisi tehdä mahdollisimman itseohjautuvaa. Projektikohtaiseen tuotantoon kuuluu paljon sellaisia nimikkeitä, joita tarvitaan harvoin ja silloinkin vain yksittäisiä kappaleita. Nämä tuotteet ovat usein myös kalliita, joten niiden tilaaminen varastoon ei ole kannattavaa. Hankintatoimen tehtävä on pyrkiä tilaamaan tällaiset tuotteet oikea-aikaisesti tarpeeseen.

Valmistuksen ohjauksessa tulisi ottaa käyttöön työmääräimet. Tässä kehityssuunnitelmassa työmääräimiä kutsutaan kokoonpanoluetteloiksi, sillä työmääräin-termillä kuvataan yritys X:ssä projektiin kuulumattomia töitä. Kokoonpanoluettelossa määritellään projektin työvaiheet ja niissä tarvittavat materiaalit. Luettelointi mahdollistaisi joustavamman työohjauksen ja antaisi työn etenemiselle selkeän rakenteen ja aikataulun. Työvaiheille kohdennettu materiaalityö toimisi hyvänä työkaluna erityisesti projektikohtaiseen tuotantoon kuuluvien materiaalien hankinnassa. Kokoonpanoluettelosta nähtäisiin materiaalityön suunniteltu ajankohta ja sen avulla pystyttäisiin varmistamaan nimikkeiden saapumisten oikea-aikaisuus. Materiaalilistaus palvelee myös projektin päätteeksi tehtävää jälkilaskentaa kohdentaen materiaalikustannukset suoraan tuotannossa olevalle projektille. Myös varaosatoimitusten ja huoltojen hallinnointi helpottuu, kun laitteeseen käytetty nimikkeistö on tarkasti dokumentoitu.

Kokoonpanoluettelosta olisi hyötyä myös tuotannonohjauksessa. Työvaiheiden luetteloinnin ja raportoinnin avulla pystyttäisiin seuraamaan työvaiheiden etenemistä, kohdistamaan työstä aiheutuvat kulut projekteille ja saamaan tietoa mahdollisista ongelmista järjestelmällisesti. Tässä kehityssuunnitelmassa esitetty tietokantarakenne suunnitellaan tukeksi kokoonpanoluetteloiden luomista.

## 5.1 Yrityksen nimikkeistön analysointi

Yrityksessä ei ole aiemmin analysoitu käytössä olevaa nimikkeistöä. ABC-analyysi vuosikulutuksen arvon mukaan olisi nimikkeistön hallinnassa hyvä lähtökohta. Analyysin avulla löydettäisiin vuosikulutuksen arvolta korkeimmat nimikkeet, jolloin näihin nimikkeisiin osattaisiin kiinnittää erityistä huomiota hankinnassa. Esimerkiksi vuoden välein tehtävä analyysi paljastaisi myös ne nimikkeet, joita ei ole käytetty kuluneena vuonna. Mikäli nimike paljastuu tuotannon kannalta tarpeettomaksi tai vanhentuneeksi, voidaan se poistaa aktiivisesta nimiketietokannasta. Nimiketietokannan päivittäminen pitää sen ajantasaisena, jolloin sen tarjoama informaatio on käyttäjän kannalta helpommin hallittavaa.

ABC-analyysin jalostaminen edelleen toimitusaikojen pituuksien avulla antaisi hyvän pohjan varastonohjaukselle. Sijoittamalla nimikkeistö kuviossa 2 esitettyyn koordinaatistoon, saataisiin selkeästi jaoteltua hankinnassa käytettävät varastonvalvonnan tavat. Toimitusaikoihin liitetty analyysi tarkentaisi myös kriittisimmän A-luokan nimikkeiden valvontaa, keskittäen huomion niihin nimikkeisiin joiden toimitusaika on pitkä. Tämän analyysin avulla löydettäisiin myös ne C-luokan nimikkeet, joiden varastosaldojen arvoja voidaan valvoa silmämääräisesti.

Analysoinnin avulla voidaan jokaiselle nimikkeelle määritellä sen hankintatapa, hankinnan eräkoko, tarkastusväli ja tilauspiste. Nämä tiedot tulisi määritellä myös rakennettavaan tietokantaan materiaalihankintojen tueksi.

## 5.2 Varaston järjestäminen

Yritys X:n varastotilat ovat tuotantotilojen yhteydessä, eikä jokaiselle tarvittavalle nimikkeelle ole mahdollista järjestää omaa, erillistä, varastopaikkaa. Tuotannon projektiluontoisuuden vuoksi nimikekohtainen varastointi ei ole edes tarpeellista. Yrityksessä jo käytössä olevaa ”romulaatikko”-ideaa jalostaen, projektikohtaisesti tilattavien nimikkeiden varastointia voisi hallinnoida projektikohtaisilla varastopaikoilla. Kuormalavahyllyille varastoitaisiin sellaiset osat, joita tuotannossa ei lähitulevaisuudessa tarvita. Muun muassa laitteesta purettujen osien sijoittaminen laitteen välittömässä läheisyydessä ei ole välttämätöntä, sillä niitä ei juurikaan tarvita kuin muutamaa päivää ennen projektin valmistumista. Hyllyille sijoitetut lavat nimettäisiin laitteen saaman työnumeron mukaisesti.

Laitteen välittömään läheisyyteen varastoitaisiin sellaiset projektikohtaiset nimikkeet, joita tarvitaan meneillään olevissa työvaiheissa. Projektikohtaisen varastoinnin avulla osien varastoinnista tulisi loogista ja helposti ohjattavaa. Myös asiakkaiden omien tavaroiden varastoinnista ja loppusijoittelusta tulisi näin johdonmukaista.

Tasaisen kulutuksen nimikkeille tulisi järjestää omat varastopaikat. Pitkälti näille nimikkeille onkin jo olemassa suuntaa-antava varastointi tila, mutta ne pitäisi määritellä tarkemmin. Hyvä järjestys mahdollistaa toimivan varastonohjauksen ja helpottaa tuotannon työtä, kun osia ei tarvitse etsiä. Jokaisen työntekijän tulisi ottaa vastuu järjestyksen ylläpidosta. Nimikkeiden tilauspiste, varaston koko ja valvonnan malli määritellään tarkemmin nimikkeiden analysoinnilla.

Varaston järjestämisen yhteydessä tulisi tehdä myös inventaario. Inventaarion avulla saadaan rakennettuun tietokantaan ajantasaiset varastosaldot.

Saapuvien tuotteiden käsittelystä voisi olla pääasiallisesti vastuussa yksi työntekijä. Tämän työntekijän vastuulla olisi tarkistaa toimituksen oikeellisuus, kirjata saapuminen tietokantaan ja viedä tuote omalle varastopaikalleen. Saapuville tavaroille voitaisiin varata alue, johon ne jätettäisiin odottamaan, mikäli varastovastaava ei välittömästi ehtisi asiaa hoitamaan.

### 5.3 Uudistusten käyttöönotto

Varastohallinnan käytäntöjen muuttaminen tuotannossa on todennäköisesti hidas prosessi. Saattaisi olla tarpeellista harkita asteittaista uudistusten käyttöönottoa. Näin uudet tavat olisi helpompi oppia ja hyväksyä. Hyvänä alkuna voisi olla projektikohtaisen varastoinnin järjestäminen. Uusin tapoihin sitoutumisen tulee lähteä esimiehistä, joiden täytyy johdonmukaisesti noudattaa uutta toimintatapaa.

Myös tietokannan rakentamisen jälkeen tapahtuva tietokannan käyttöönotto on hidas prosessi, sillä sisällön luominen vie aikaa. Sen käyttämiseen tulisi kuitenkin sitoutua, sillä tulevaisuudessa käytännön hyödyt tulevat olemaan nähtyvä vaivaa suuremmat.

## 6 Johtopäätökset

Yritys X on päällysrakenteita valmistava yritys ja kokemusta toimialalta on karttunut vuosien aikana paljon. Yrityksen materiaalihallinta onkin pohjautunut tähän toimialatuntemuksen luomaan ammattitaitoon. Nimikkeistö on kuitenkin monimuotoistunut vuosien varrella niin laajaksi, että sen hallinnointi nykyisillä menetelmillä koettiin haastavaksi. Tähän tarpeeseen tehtiin tässä opinnäytetyössä esitelty materiaalihallinnan kehityssuunnitelma.

### 6.1 Arviointi

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda materiaalihallinnan kehityssuunnitelma, huomioiden tavarantoimitus, vastaanotto, hyllytys ja käyttö.

Materiaalihankintojen luokittelu toistuvan tuotannon ja projektityyppisen tuotannon hankintoihin tukee mielestäni hyvin yrityksen toimintaa. Kehityssuunnitelmassa esitetyt analyysit antavat työkaluja monimuotoisen nimikkeistön hallintaan ja ohjaavat hankintatoimen resursseja oikeaan suuntaan. Projektikohtainen varastointi luo varastohallintaan selkeän logiikan ja suoraviivaisuudessaan vastaa myös kehityshankkeen tavoitteissa määriteltyyn vaivattomuuden vaatimukseen. Kehittämiseksi jäi vielä paljon tilaa. Varastoinnin layoutia ja nimikekohtaisia paikkoja ei suunnitelmassa esitetä, sillä tarvittavia analyysejä ei saatavissa olleen tiedon avulla ollut mahdollista tehdä.

Tietokannan vaatimusmäärittely kasvoi käytyjen keskustelujen myötä alkutilanteen varastohallintajärjestelmästä, vastaamaan kokonaisvaltaisemmin yrityksen eri toimintojen tarpeita. Relaatiomalliin saatiin liitettyä kohdealueen tiedot, mutta näkymien määrittely jäi tietokannan rakentajan tehtäväksi.

### 6.2 Käytännön jatkotoimenpide-ehdotus

Materiaalihallinnan kehittämisen tulisi olla jatkuva prosessi. Kerran määritellyt ohjausmenetelmät ja tilauspisteet tulisi kyseenalaistaa tasaisin väliajoin. ABC-analyysistä ja toimitusaikojen määrittelystä pitäisi muodostua osa materiaalihallinnan rutineja. Analysointia olisi kannattavaa myös kehittää, esimerkiksi teoriaosuudessa esitetyn nelikent-

täanalyysin avulla. Toimittajakentän syvällisen tuntemuksen ja aktiivisen hankintatoimen avulla pystytään reagoimaan herkemmin muuttuviin markkinaolosuhteisiin.

Tietokannan tuoma lisäarvo perustuu sen jatkuvaan käyttöön ja tietojen päivittämiseen muun muassa inventaarioiden avulla. Aktiivisesti käytössä olevaan tietokantaan kertyy paljon dataa yritykseen vaikuttavista tekijöistä, esimerkiksi osakokoonpanoon kohdistetun työn toteutuneista kestoista. Tätä dataa voitaisiin hyödyntää työkustannusten realistiseen laskentaan ja tulevien projektien aikataulujen luomiseen.

## Lähteet

- Haverila, Matti J., Erkki Uusi-Rauva, Ilkka Kouri, ja Asko Miettinen. *Teollisuustalous*. Viides painos. Tampere: Infacs Oy, 2005.
- Hernandez, Michael J. *Tietokannat - suunnittelu ja toteutus*. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 2000.
- Hovi, Ari, Jouni Huotari, ja Tapio Lahdenmäki . *Tietokantojen suunnittelu & indeksointi*. Porvoo: WS Bookwell, 2005.
- Iloranta, Kari, ja Hanna Pajunen-Muhonen. *Hankintojen johtaminen Ostamisesta toimittajamarkkinoiden hallintaan*. Tallinna: Tallinna Raamatutrukikoda, 2012.
- Riuttamäki, Matti, ja Timo Kivistö. *Johtamisen käsikirja. Osto- ja logistiikkajohtaminen. 8.2 Varastonohjaus*. Kauppalehti. 2008. <http://v4.blh.dk/default.aspx?book=7004&AuthenticationTicket=6e022e45-3a68-439b-ab23-862336337d8f&CursumCourseID=106674&AssetID=116552&StatSlideID=1074154> (haettu 20. Huhtikuu 2014).
- Sakki, Jouni. *Tilaus-toimitusketjun hallinta*. Kuudes uudistettu painos. Espoo: Hakapaino Oy, 2003.
- Silberschatz, Abraham, Henry F. Korth, ja S. Sudarshan. *Database system concepts*. Kuudes painos. New York: The McGraw-Hill Companies, 2011.

## **Tuotannon haastattelukysymykset**

- Miten varastomääriä seurataan? Kuka seuraa?
- Kuinka usein työnteko häiriintyy tai keskeytyy materiaalipuutteen vuoksi?
- Mitkä ovat vaikeimmin löytyvät nimikkeet?
- Mitä yläkertaan viedään? Mitä sieltä etsitään?
- Oletko havainnut puutteita perusmateriaaleissa?
- Mitä kehitettävää varastoinnissa mielestäsi olisi?



## Tietokannan tavoitteiden listaus

- Nimiketietojen ylläpito
- Varastosaldojen ylläpito
- Toimittajatietojen ylläpito
- Nimikkeiden hintavertailu
- Inventaarioraporttien luonti
- Toimittajien vertailu
- Toimittajan toimitusten seuranta
- Saapuvan tavaran vastaanotto
- Ostotilausten tekeminen
- Revisioiden hallinta
- Versioiden hallinta
- Varaston hälytysrajojen asettaminen
- Ylläpitää osakokoonpanojen BOM
- Nimikkeiden kohdistaminen projekteille
- Projektin kustannuslaskenta
- Työtuntien jakautumisen seuranta
- Laitteille tehtyjen huoltojen seuranta
- ABC-analyysi
- Varastonkiertoanalyysi

## Esimerkki kenttämääritelmästä

Määrittely	Attribuutin määrittely	Määrittelyksen selitys
<b>Yleiset osat</b>		
Kentän nimi	projektin luovutuspäivä	Attribuutin nimi, jolla se tunnustetaan tietokannassa
Nimike		Mahdollinen vaihtoehtoinen nimi
Isätaulu	Projektit	Taulu jota attribuutti määrittelee
Muut taulut		Taulut, jotka attribuutti yhdistää isätauluun
Alias		Nimi, jota käytetään jos samaa attribuuttia käytetään taulussa useammin
Kuvaus	Päivämäärä, joka sovitaan asiakkaan kanssa projektiin liittyvien laitteiden luovutuspäiväksi.	Kertoo lyhyesti ja selkeästi, mitä tietoa attribuutti ilmaisee
<b>Fyysiset osat</b>		
Tietotyyppi	Päiväys	Tiedon luonne: Aakkosnumeerinen, Numeerinen, Päiväys tai Kellonaika
Merkkien tuki	numerot, laajennettu	Numerot: 0-9, Kirjaimet: a-ö, Laajennettu: muut näppäimistöllä syötettävät merkit, Erikoismerkit: @Σ© ym
Pituus	10	Sallittu merkkijonon pituus
Desimaalipaikat	0	Luvun tarkkuuden määrittely
Syötemaski	pp.kk.vv	Muoto, jossa tieto syötetään
Esitysmuoto	pp.kk.vvvv	Muoto, jossa tieto esitetään
<b>Loogiset osat</b>		
Avaimen tyyppi	epä	pää, viite, epä, vaihtoehtoinen
Yksiselitteisyys	ei	Kertoo, pitääkö arvon olla kaikista muista ilmentymistä poikkeava
Vaaditaanko arvoa	kyllä	Kertoo, onko siihen syötettävä jokin arvo

Tyhjät arvot	ei sallita	Kertoo, saako kentän jättää tyhjäksi
Muokkaussäännöt	syöttö nyt, muokkaukset sallitaan	Kertoo syötetäänkö arvo nyt vai myöhemmin ja ovatko muutokset sallittuja
Sallitut vertailut	Sama kenttä = >, muut kentät = >	Kontrolloi vertailujen mielekkyyttä saman kentän arvojen sisällä ja muiden kenttien arvojen kanssa.
Sallitut operaatiot	Sama kenttä + -, muut kentät + -	Kontrolloi mahdollisia laskutoimituksia saman kentän arvojen sisällä ja muiden kenttien arvojen kanssa.
Arvojen syöttäjä	käyttäjä	käyttäjä tai järjestelmä
Oletusarvo		Arvo joka syötetään, mikäli sitä ei vielä saatavilla mutta tyhjiä arvoja ei sallita
Sallittu arvoalue	Kaikki päivämäärät projektin aloituspäivän jälkeen	Määrittelee mitä arvoja kenttään voidaan syöttää.
<b>Määrittelytiedot</b>		
Määritelmän tyyppi	kopio	Ainutlaatuinen, yleinen, kopio
Perustuu olemassa olevaan määritelmään	kyllä	kyllä, jos määritelmä perustuu johonkin yleiseen määritelmään
Lähdemääritelmä	päivämäärä	yleisen määritelmän nimi johon kenttämääritelmä perustuu

