

Markus Kilpiäinen

Ennustustyökalun kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Insinöörityö

15.03.2015

Tekijä Otsikko	Markus Kilpiäinen Ennustustyökalun kehittäminen
Sivumäärä Aika	17 sivua + 2 liitettä 15.03.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Kone- ja tuotantotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Tuotantotekniikka
Ohjaajat	Lehtori Markku Saarnio Tuotantopäällikkö Petteri Roivas
<p>Työn tilaaja oli Riihimäellä toimiva luodikoita ja patruunoita valmistava Sako Oy.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää patruunatuotantoon ennustustyökalu.</p> <p>Työ aloitettiin keräämällä pohjatietoa nykyisestä ennustamismenetelmästä ja tuotannosta. Pohjatiedon avulla selvisi nykyisen menetelmän olevan raskas ja hidas tapa luoda ennustetta, minkä takia ennustamisen kehittämiseksi oli tarvetta.</p> <p>Työn tuloksena luotiin ehdotus ennustustyökaluksi, jonka avulla pystyttäisiin ennustamaan tulevaa tarvetta vuoden jokaiselle kvartaalille. Työkalu perustui ERP-järjestelmässä olevaan patruunamyynnin historiaan, jonka mukaan työkalu ennusti tulevan tarpeen soveltaen sisäistä ennustusmenetelmää.</p>	
Avainsanat	ennustusmenetelmät, ennustustyökalu, tuotannonsuunnittelu

Author Title	Markus Kilpiäinen Development of a Forecasting Program
Number of Pages Date	17 pages + 2 appendices 15 March 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Degree Programme in Mechanical Engineering
Specialisation option	Production Engineering
Instructors	Markku Saarnio, Lecturer Petteri Roivas, Production Manager
<p>This Bachelor's thesis was commissioned by Sako Ltd, a rifles and cartridges manufacturing company which operates in Riihimäki, Finland.</p> <p>The Objective of this thesis was to develop a forecasting program for the company's cartridge production.</p> <p>The study was started by collecting information about the current forecasting method and the production. With this information the current method was considered a complex and slow mode of creating a forecast and therefore there was a demand for development.</p> <p>As a result, a suggestion for a forecasting program was created which could be used to forecast next year's needs for every quarter. The program was based on the sales history in the company's ERP-system. This information was used by the program to forecast the upcoming needs for cartridges by applying an intrinsic forecasting method.</p>	
Keywords	forecasting methods, forecasting program, production planning

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Yritysesittely	1
1.2	Työn lähtökohdat	2
1.3	Työn tavoitteet	2
2	Tuotannonsuunnittelun haasteet	3
2.1	Suunnittelun vaiheet	3
2.2	Kapasiteetti	4
2.3	Varastosaldojen hallinta	4
3	Tuotannon ennustaminen	5
3.1	Nykyinen patruunamyynnin ennustusprosessi	5
3.2	Ennustamisen menetelmiä	7
3.2.1	Kvalitatiivinen menetelmä	7
3.2.2	Sisäinen menetelmä	7
3.2.3	Ulkoinen menetelmä	8
3.3	Patruunatuotannon ennustamiseen vaikuttavia tekijöitä	9
4	Työkalu tuotannon ennustamiseksi	11
4.1	Työn toteutus	11
4.2	Ehdotus ennustustyökaluksi	12
4.2.1	Työkalun toimintaperiaate	12
4.2.2	Perusta suunnittelulle	13
5	Yhteenveto	14
	Lähteet	15

Liitteet

Liite 1. Tuotannon ennustustyökalu patruunatuotantoon

Liite 2. Myyntihistoriaa ajalta 2010 - 2014

1 Johdanto

Opinnäytetyön tilaaja oli Sako Oy, joka on Suomessa ja maailmalla tunnettu luodikoiden ja patruunoiden valmistaja. Tämä opinnäytetyö käsittelee Sako Oy:n patruunatuotannon tuotannonsuunnittelun kehittämistä.

1.1 Yritysesittely

Sako Oy valmistaa pulttilukkoisia luodikoita ja eri kaliipereissa patruunoita siviili- ja viranomaiskäyttöön. Luodikoista 95 % menee vientimarkkinoille, noin puolet Yhdysvaltoihin ja Kanadaan. Luodikkojen tuotevalikoimaan kuuluu Sako ja Tikka.

Sako Oy perustettiin Helsingissä vuonna 1918, jolloin yritys kantoi nimeä Suojeluskuntain Yliesikunnan Asepaja. Yritys siirrettiin nykyiselle sijainnilleen Riihimäkeen vuonna 1921. Suomen jatkosodan päätyttyä Sako Oy siirtyi Suomen Punaisen Ristin omistukseen. Suomen Kaapelitehdas Oy, myöhemmin Nokia Oy:nä tunnettu yritys osti Sakon vuonna 1962. Nokia yhdisti Sako Oy:n ja vuonna 1974 ostamansa Tikkakoski Oy:n vuonna 1983 Oy Sako-Tikka Ab:ksi. Vuonna 1986 Nokian ase-teollisuus ja Valmetin Tourulan tehdas yhdistettiin Sako-Valmet Oy:ksi. Nimi vaihdettiin takaisin Sako Oy:ksi vuonna 1988. Yritys siirtyi kokonaan Valmetin omistukseen Nokian myytyä osuutensa vuonna 1999. Rauman ja Valmetin fuusion myötä vuonna 1999 Sako liittyi osaksi Metso-konsernia. Vuonna 2000 Metso myi Sakon Beretalle, mikä on maailman vanhin ampuma-asevalmistaja. [1.]

Nykyään Sako Oy on moderni konepaja, jossa edelleen arvostetaan perinteistä asesepäntöä.

1.2 Työn lähtökohdat

Patruunatuotanto Sako Oy:ssä on murrosvaiheessa, jolloin tuotantoa pyritään kasvattamaan lisääntyneen ja kasvavan myynnin johdosta. Vaihtelevan myynnin ja runsaan tuotevalikoiman takia tuotannonsuunnittelun ja -ohjauksen merkitys on kasvanut.

Tuotannonsuunnittelu on pohjautunut tuotantoennusteeseen, mikä on tehty yhdelle kalenterivuodelle eteenpäin. Laaja tuotevalikoima ja murrosvaiheesta johtuva vaihteleva myynti asetti haasteita ja osaltaan pitkitti ennusteen valmistumista riittävän ajoissa. Tämän johdosta tuotannonsuunnittelulle jäi vähän aikaa jalostaa ennuste tuotannosuunnitelmaksi. Ennustusmenetelmien kehittämällä helpotettaisiin ennustamista, minkä johdosta tuotannonsuunnitteluun jäisi enemmän aikaa.

1.3 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda ehdotus tuotannonsuunnittelua avustavasta työkalusta, joka ennustaisi tulevan vuoden tuotannon tarpeen kvartaaleittain. Työkalun piti ennustaa tulevan vuoden tarve riittävän ajoissa, jolloin siitä pystyttäisiin jalostamaan tuotantosuunnitelma mahdollisimman tehokkaasti. Työkalun piti olla helppokäyttöinen, selkeä ja helposti muokattavissa.

2 Tuotannonsuunnittelun haasteet

Tuotantosuunnitelma on määrätyle ajanjaksolle suunniteltu tuotanto-ohjelma, jonka mukaan tuotetaan tarvittavia tuotteita. Tuotannon kapasiteetti on rajattu, minkä johdosta tuotantoa pitää suunnitella, jotta tarvittavat tuotteet saadaan ajoissa tuotannosta. Esimerkiksi tilatun tuotteen siirtyminen myöhempään tai aikaisempaan ajankohtaan tai tuotteen viivästyminen sille asetetusta aikataulusta johtaa tuotannonsuunnitelman muutoksiin. Nämä muutokset vaikuttavat jokaiseen vaiheeseen tuotteen raaka-aineiden tilauksista aina pakkausmateriaaleihin asti. Teollisuuden ala ja valmistusprosessi aiheuttavat omat haasteensa tuotannonsuunnittelulle.

2.1 Suunnittelun vaiheet

Vaiheita tuotannonsuunnittelussa on kolme:

- kokonaissuunnittelu
- karkeasuunnittelu
- hienosuunnittelu

Kokonaissuunnittelussa suunnitellaan määrätyn jakson kokonaistuotanto tavoitteineen ottaen huomioon tarvittavat resurssit, kustannukset ja budjetti. Tässä vaiheessa käytetään apuna ennusteita mahdollisesta tarpeesta tulevalle jaksolle. Tarpeita ennustettaessa ei oteta huomioon yksittäisiä tuotteita vaan pyritään hahmottamaan kokonaismäärä. Budjetti asettaa ehdot kustannuksille ja tarvittaville tuloille. [6.]

Karkeasuunnittelu on yksityiskohtaisempi ja laajempi verrattuna kokonaissuunnitteluun. Tässä vaiheessa suunnittelua kokonaistarpeet erotellaan yksittäisiksi tuotteiksi. Myös yksittäisen työntekijän tehtävä määritellään. Esimerkkinä konepajassa tarvittavien koneistajien ja kokoonpanijoiden määrä määritellään tässä vaiheessa. [6.] Tuotantomäärät ja valmistusajankohdat määritellään pääpiirteittäin karkeasuunnittelussa [2].

Hienosuunnittelussa määritellään tuotteiden tarkka valmistusaikataulu ja eräkoot tässä vaiheessa. Samojen tuotteiden ja osien erät pyritään yhdistämään suuremmiksi eriksi. [2.]

2.2 Kapasiteetti

Kapasiteetti kertoo potentiaalisesta valmiudesta tuottaa tarvittavia tuotteita määrätyn ajan sisällä. Tästä johtuen kapasiteetti on pääsääntöisesti rajattu aikaan, minkä johdosta se pienenee suhteessa ajan kulkuun. Kapasiteettiin vaikuttavat muun muassa asetusajkojen pituus ja määrä, konerikot ja tuottavuus. Asetukset ja niiden määrä kuluttavat aikaa ja siten vähentävät kapasiteettia. [6.] Jotta asetuksista aiheutuvaa kapasiteettihukkaa voidaan minimoida, pitää asetuksien lukumäärä pyrkiä pitämään mahdollisimman alhaisena.

Tuotantoennusteella saadaan arvioitua tulevan vuoden tarvetta. Tästä voidaan päätellä tarvittavan kapasiteetin määrää ja pystytään lisäämään kapasiteettia tarvittaessa.

2.3 Varastosaldojen hallinta

Tuotannon ollessa varasto-ohjautuvaa kokonaan tai osittain on varastosaldojen paikkansa pitävyys ehdoton. Tuotannonsuunnittelu perustuu varastossa olevien valmiiden tuotteiden, komponenttien ja aihoiden määrään, ja niiden pohjalta rakentuu tuotanto-suunnitelma. Varastosaldojen virheellisyys voi johtua muun muassa väärästä raportoinnista tai raportoinnin tekemättä jättämisestä. Tuotteen rakenne voi olla väärä, minkä johdosta tuote valmistetaan oikein, mutta siihen kuluvat komponentit vähennetään väärin komponenttien varastosaldoilta.

3 Tuotannon ennustaminen

Tuotantosuosunnitelma perustuu alussa ennustukseen. Se on arvio tulevasta tuotannosta annetun ajan sisällä. Moni yritys tarvitsee ennustuksen pystyäkseen tyydyttämään tulevien asiakkaiden tarpeita. Ennuste sisältää aina virheitä, mitkä on otettava huomioon. [3.]

Tuotteista, joita tuotanto valvoo, tehdään ennuste. Esimerkkinä polkupyöriä valmistava yritys tuottaa kolmella runko-, pyörä- ja vaihteistovaihtoehdolla olevia pyöriä. Lisäksi pyörän saa delux-vanteilla tai ilman. Kaikkiaan eri polkupyörävariaatioita on 54, joista jokaisesta on tehtävä ennuste. Parempaan tulokseen päästään tekemällä ennuste pyörien osien tarpeesta ja polkupyörien kokonaistarpeesta. Tällöin ennustettavien tuotteiden määrä laskee 12, mikä koostuu kolmesta runkomallista, kolmesta pyöräkoosta, kolmesta vaihdemallista, kahdesta vannemallista ja pyöristä. [3.]

Seuraavissa kohdissa on esiteltynä ennustamisen prosessia ja muutamia ennustusmenetelmiä sekä ennustamiseen vaikuttavia tekijöitä.

3.1 Nykyinen patruunamyynnin ennustusprosessi

Tiedon kerääminen ja valmistelu ovat ennustamisen ensimmäisiä vaiheita. Ennustettaessa tulee tietää mitä ennustetaan ja miksi. Ennustaminen voi pohjautua yrityksen aikaisempaan kerättyyn tietoon ja sen käsittelyyn käyttämällä arviointi- tai statistisia menetelmiä. Ennustettaessa tulevaisuuden tuotteiden tarvetta on kerättävä tietoa mikä vastaa ennustettavaa tuotantoa. Esimerkkinä ennustettaessa tulevaa tarvetta on tiedon oltava aikaisempaan tarpeeseen pohjautuvaa eikä vaikka aikaisempiin lähetyksiin pohjautuvaa. Aikaisemmat lähetykset eivät kerro milloin tarvetta ilmeni vaan milloin lähetykset lähetettiin. [3.]

Ennustettavan ajanjakson on oltava sama kuin suunniteltava ajanjakso. Jos esimerkiksi tuotanto suunnitellaan vuoden pituisina jaksoina, tulee ennuste tehdä samanpituiselle ajanjaksolle. [3.]

Nykyinen patruunamyynnin ennustaminen pohjautuu aikaisempaan myyntihistoriaan, mikä asettaa ennusteelle pohjan [5]. Aikaisemman myynnin perusteella tehdään suurpiirteinen ennuste tulevalle vuodelle. Markkinoilla tapahtuvat hetkelliset muutokset on huomioitava ennusteessa. Esimerkiksi suuria ja merkittäviä kertaluontoisia myyntejä ei ennusteessa oteta huomioon, jotta ne eivät vääristäisi ennustetta. Näillä kertaluontoisilla tai epäsäännöllisillä myynneillä ei ole aikaisempaa säännönmukaista toistuvuutta, mikä hankaloittaa niiden ennustamista, kun tiedetään aikaisemman tiedon perusteella, että tuotetta myydään kausiluontoisesti. Tarpeen vaihtelut markkinoilla vaikuttavat ennusteeseen ja niiden syyt on osoitettava, jotta voidaan määritellä, soveltuvatko nämä tekijät jatkossa käytettäväksi ennusteessa. Tarpeeseen vaikuttavia tekijöitä voivat olla esimerkiksi markkinointi, hinnan lasku tai nousu, tai kilpailevan yrityksen myynnilliset ongelmat. [3.]

Tietoa tulevan vuoden tarpeesta kerätään myös ostajilta ja heidän arviointinsa perusteella kootaan ennuste, jota verrataan aikaisempaan tietoon [5]. Ostajien arviot perustuvat heidän näkemykseensä tulevasta myynnistä ja markkinoiden kehitymisestä omalla markkina-alueellaan. Osa ostajista pystyy arvioimaan tulevan tarpeen tarkasti sen perusteella, että heillä on pitkäjaksoinen yhteistyö valmistajan kanssa ja heillä on käsitys valmistajan tuotteen markkinakehityksestä kyseisellä markkina-alueella. Uusilla markkinoilla arviointi on haasteellista aikaisemman kysynnän puuttuessa.

Tiedon keruun jälkeen Sakolla tieto siirretään Excel-pohjaiseen ennustustyökaluun, johon tuleva myynti ennustetaan maakohtaisesti. Tämä työkalu vaatii ehdotonta tarkkuutta Excelin funktioiden ja tiedon merkinnän suhteen, sillä virheellinen funktio tai väärään soluun merkitty arvo tuottaa virheellisen ennusteen. Excel-ohjelma on raskas ja hidas sillä arvojen tai funktion muuttaminen johtaa ohjelman aikaa vievään tiedon prosessointiin tai Excelin kaatumiseen. Työkalun käyttäjän on lisäksi kyettävä käsittelemään suurta määrää tietoa kerralla ja varmistettava, että työkalu toimii oikein.

3.2 Ennustamisen menetelmiä

Tulevan tarpeen ennustamiseksi on monia menetelmiä, joista muutama esitellään seuraavaksi. Nämä menetelmät voidaan lajitella kolmeen pääryhmään: kvalitatiiviseen, sisäiseen ja ulkoiseen. [3.]

3.2.1 Kvalitatiivinen menetelmä

Kvalitatiivisella tarkoitetaan laadullista tutkimusta, jolla pyritään ymmärtämään tutkittavaan kohteeseen vaikuttavia ilmiöitä. Niihin johtavista syistä pyritään saamaan kokonaisvaltainen käsitys. Tällä menetelmällä ilmiöihin vaikuttavia yksiköitä kerätään vähän ja niitä tutkitaan perusteellisesti. Tästä syystä tiedon on oltava laadukasta. Tietoa on kerättävä riittävän kattavasti, jotta siitä tehtävät päätelmät vastaavat tutkimuksen tarkoitusta. Tässä menetelmässä käytetään yleensä harkinnanvaraista otosta.[4.]

3.2.2 Sisäinen menetelmä

Sisäinen ennustusmenetelmä pyrkii hahmottamaan tulevaa tarvetta aikaisemman tarpeen pohjalta. Tämä menetelmä olettaa tulevan tarpeen olevan samanlaista kuin aikaisemmin. Ennusteena saadaan keskiarvo kyseiseltä kaudelta. [3.]

Sisäinen menetelmä sisältää eri tekniikoita, kuten esimerkiksi liikkuvan keskiarvon ja eksponentiaalisen tasoituksen.

Liikkuva keskiarvo toimii laskemalla keskiarvo asetetun ajanjakson toteutuneesta myynnistä. Tulos tästä laskusta on seuraavan jakson ennuste. Viimeisin ajanjaksoon kuuluva osa jätetään keskiarvon ulkopuolelle, kun edellinen ennustettava ajanjakso on päättynyt. Esimerkiksi on sovittu käytettävän kolmen kuukauden liikkuvaa keskiarvoa ja seuraavaksi ennustetaan tammikuun tarvetta. Keskiarvoon otetaan lokakuun, marraskuun ja joulukuun toteutuneet myyntiluvut ja tämä luku on tammikuun ennuste. Kun ennustetaan helmikuun tarvetta, lasketaan keskiarvo marraskuun, joulukuun ja tammikuun myyntilukujen mukaan. Tätä menetelmää käytetään ennustettaessa myyntiä, mikä on tasaista ilman merkittävää kausiluonteisuutta tai trendejä. Liikkuva keskiarvo vaatii edellisten myyntijaksojen tietoja ja näin sitoo ERP-järjestelmän muistia. [3];[7.]

ERP tulee sanoista Enterprise Resources Planning ja on järjestelmä, jolla yrityksen toimintaa ohjataan.

Ekspontiaalinen tasoitus toimii samalla periaatteella kuin liikkuva keskiarvo, mutta vaatii vähemmän aikaisempaa myyntitietoa. Tarvittavat tiedot ovat kyseessä olevan jakson ennuste ja varsinainen toteutunut myynti. Näille arvoille annetaan funktiossa painoarvoa kertoimella. Funktion tuloksena saadaan tulevan jakson ennuste. Funktio on seuraavanlainen:

$$z = x * \alpha - y * (1 - \alpha)$$

, jossa

z = tulevan jakson ennuste

x = edellisen jakson toteutunut myynti

y = edellisen jakson ennuste

α = painoarvokerroin, jonka arvo on välillä 0 ja 1 [3.]

3.2.3 Ulkoinen menetelmä

Ulkoinen ennustusmenetelmä perustuu yhteyteen tuotteen ja tuotteeseen liittyvän tekijän välillä. Esimerkiksi rakennustarvikkeiden myynti on yhteydessä valmistuvien rakennusten määrään. Tärkeintä käytettäessä tätä menetelmää on määrittää myyntiin vaikuttava tekijä. Tätä menetelmää käytetään yleensä kokonaistarpeen eikä yksittäisen tuotteen ennustamiseen. [3.]

Ulkoisia ennustusmenetelmiä ovat myös ns. asiantuntija- ja Delfoi-menetelmä. Asiantuntijamenetelmässä kerätään asiantuntijoita keskustelemaan aiheesta vapaasti ja avoimesti. Tarkoituksena on keskittyä aiheeseen ja saada aikaan ratkaisu ongelmaan. Menetelmän epäkohtana on muun muassa se, että korkean statuksen omaavan osanottajan mielipide saattaa vaikuttaa muiden osallistujien mielipiteeseen. Tämä heikentää vapaata ja avointa keskustelua muiden osallistujien myötäillessä tätä. [6.]

Delfoi-menetelmä sisältää samoja piirteitä kuin asiantuntijamenetelmä, mutta tällä ker-
taa jokaiselle asiantuntijalle esitetään erikseen aiheeseen liittyviä kysymyksiä, joihin

asiantuntijat vastaavat tietämättä muiden osallistujien vastauksia. Saadut vastaukset analysoidaan ja lähetetään anonymisti kaikille osallistujille. Asiantuntijoita pyydetään harkitsemaan uudelleen antamaansa vastausta nähtyään muiden asiantuntijoiden vastaukset. Tämä prosessi toistetaan, kunnes saavutetaan yhteisymmärrys tai mahdollisten ratkaisujen määrä on saatu rajattua. Tämä menetelmä sulkee pois asiantuntijamenetelmässä havaitun toisten osallistujien mielipiteen vaikutuksen omaan mielipiteeseen. Tällöin osallistujat saavat vastattua kysymyksiin ilman, että toiset osallistujat ovat päässeet vaikuttamaan. Menetelmän haasteena on valita aiheeseen sopivat kysymykset ja asiantuntijat ja selvittää heidän mahdollisen puolueellisuutensa aiheeseen liittyen. [6]

3.3 Patruunatuotannon ennustamiseen vaikuttavia tekijöitä

Eri asiakasryhmillä on erilaiset ostotarpeet ja jälleenmyynti. Esimerkiksi Suomessa pienet aseliikkeet ostavat pieniä eriä kattamaan kyseisen ajanhetken tarvetta, kun suuret tukkuriyritykset tilaavat kookkaan erän kattamaan pitkän aikavälin tarpeita. Pienien liikkeiden varastosaldojen vaihtelu on nopeampaa kuin suurilla tukkureilla. Tästä johtuen pienet aseliikkeet tilaavat heti kun tarve ilmaantuu, kun taas tukkuriliikkeitä tilaavat ennakkoon.

Ennustamiseen vaikuttaa monta tekijää, joiden painoarvo vaihtelee. Esimerkkinä voidaan esittää vuodenajat [5]. Suomessa eri tarkoituksiin käytettävien patruunoiden kulutus perustuu pääosin metsästysaikoihin, mitkä juontuvat vuodenaajoista. Metsästysaikana käytetään metsästyspatruunoita, ja kun riistaeläinten rauhoitusajat alkavat, metsästyspatruunoiden kulutus laskee. Kesää kohti kuljettaessa ratapatruunoiden myynti kasvaa, kunnes rauhoitusajat päättyvät ja metsästyspatruunoiden myynti kasvaa. Muun muassa tästä johtuen patruunoiden myynti on kausiluontoista ja määriteltä vällitsevan vuodenajan mukaan.

Lainsäädäntö on yksi ennustamiseen vaikuttavista tekijöistä [5]. Se voi rajoittaa tai helpottaa myyntiä. Esimerkkinä Suomessa hirveä metsästettäessä on käytettävä laajenevaa luotia. Täysvaippaisten tai täyskupari/messinkiluotien käyttö on kielletty. Joissain

maissa lyijyä sisältävien luotien käyttö on rajoitettu tai kokonaan kielletty, mikä rajoittaa tai lisää myyntiä ja siten vaikuttaa ennustukseen [5].

Patruunamarkkinat ovat globaaleja. Tästä syystä tilauksia saadaan ympäri maailmaa. Tilausten koko ja ajankohta vaihtelevat riippuen määränpäämaasta. Esimerkiksi Suomessa asiakkaita ovat yritykset, jotka tilaavat vuodenajan mukaan pieniä eriä. Toinen ääripää on esimerkiksi Australia, missä maahantuojat tilaavat suuren erän muutaman kerran vuodessa. [5.]

Tilauksen viivästyminen vaikuttaa ennustamiseen. Tilattujen patruunoiden sesonki voi mennä ohi ennen kuin patruunat saapuvat tilaajalle. Tästä johdosta tilatut patruunat jäävät varastoon odottamaan seuraavaa sesonkia, jolloin seuraavalla kerralla tilauksen koko saattaa vaihdella tai tilausta ei tehdä edellisen tilauserän patruunoiden ollessa vielä varastossa. [5.]

Tilaajan maantieteellinen sijainti on yksi tekijä mikä lisää ennustamisen haasteita. Välimatkat tuottajan ja tilaajan välillä voivat olla suuret, jolloin tuotteet tulee valmistaa ottaen huomioon kuljetusaika määränpäähän. Tilaajan sesonkiajat eivät ole suoraan verrannollisia vallitsevaan vuodenaikaan vaan niihin lisätään kuljetukseen kuluva aika. Lisäksi esimerkiksi vuodenaajat ovat käänteisiä eri puolilla päiväntasaajaa. [5.]

Lupapolitiikka voi muuttaa aikaisemmin vientiin hyväksytyn maan vientikieltoon [5]. Syynä on yleensä maassa vallitseva poliittinen tilanne. Tilanteen kehittymistä ja mahdollista muutosta on vaikea ennustaa ja siksi tarvittavien raaka-aineiden ja komponenttien varaaminen mahdolliseen myyntiin on haasteellista.

Raaka-aineiden saanti ja maailmanmarkkinat ovat osa ennustamiseen vaikuttavista tekijöistä. Maailmanmarkkinoiden kehitys vaikuttaa positiivisesti tai negatiivisesti esimerkiksi lisäämällä tai laskemalla raaka-aineiden hintaa. Nämä heilahtelut hinnassa vaikuttavat kaikkiin raaka-ainetta tarvitseviin yrityksiin ja siten vähentävät tai lisäävät kilpailua. Esimerkiksi uusien kuparikaivosten perustaminen lisää kuparin saatavuutta ja hinta laskee. Tämän johdosta kuparin kulutus saattaa kasvaa, mikä nähdään halvempina patruunoina ja mahdollisesti kasvaneena patruunamyyntinä. [5.]

4 Työkalu tuotannon ennustamiseksi

4.1 Työn toteutus

Opinnäytetyön toteutus aloitettiin keräämällä pohjatietoa nykyisestä tilanteesta ja menetelmistä, joilla nykyinen tuotantosuunnitelma ja sitä edeltävä tuotantoennuste rakennettiin. Tämä aloitettiin patruuna- ja komponenttituotannon ja sitä ohjailevan suunnittelu- ja ohjausjärjestelmän läpikäynnillä. Tiedon kerääminen toteutettiin haastattelemalla patruunatuotannon nykyistä tuotantopäällikköä ja komponenttituotannon työnjohtajaa. Haastatteluihin osallistuivat myös hylsyjen ja luotien valmistuslinjojen kokeneimmat asettajat. Kävi ilmi, että aikaisemmin tuotannossa oli totuttu tasaiseen menekkiin, minkä johdosta lisääntynyt kysyntä aiheutti haasteita tuotannolle. Kysynnän kasvaessa muutoksia oli tehtävä tuotantoon ja sen suunnitteluun.

Tuotannonsuunnittelu- ja ohjausjärjestelmä oli uusi ja sitä kehiteltiin eteenpäin. Aikaisempi järjestelmä soveltui totuttuun tuotantorytmiin, mutta kysynnän kasvun takia järjestelmä ei vastannut enää tuotannonsuunnittelijan suunnittelutarpeita. Tuotantopäällikkö, joka teki tuotantosuunnitelman, kertoi mitä työkalun pitäisi sisältää ja miten sitä käytännössä käytettäisiin. Tämän tiedon pohjalta alkoi kehittyä ajatus ennustustyökalun liittämisestä nykyiseen suunnittelu- ja ohjausjärjestelmään.

Myyntin puolelta haastattelut kohdistuivat liiketoimintajohtajaan, joka loi tuotantoennusteen. Kävi ilmi, että nykyinen ennustamismenetelmä oli työläs ja virhealtis. Tiedon käsittely kulutti aikaa ja pitkitti ennusteen valmistumista. Ennusteella ei ollut myöskään varsinaista seurantakäytäntöä. Näiden tietojen johdosta alkoi hahmottua työkalu, mikä toimisi yhdessä ERP-järjestelmän kautta pienentäen työtaakkaa ja ennustamiseen kuluva aikaa.

Aikaisempaa myyntihistoriaa tutkittiin ja havaittiin merkittävää kausiluontoisuutta, minkä johdosta voitiin valita tilanteeseen sopiva ennustusmenetelmä. Liite 2 havainnollistaa myyntin olevan kausiluontoista varsinkin kvartaalitasolla. Diagrammista huomattiin myös kausiluontoisesta myynnistä poikkeavia myyntin kasvuja ja laskuja, mitkä todettiin kertaluontoisiksi myyntin vaihteluiksi. Yksittäisten patruunamallien kuukausittainen vaihtelu oli suurta, minkä johdosta siirryttiin kvartaalitasoon ennustamiseen.

Haastatteluihin osallistui myös IT-osaston henkilökuntaa, kun työkalun toimintaperiaate ja sisältö oli hahmottunut. Haastatteluissa kävi ilmi, että työkalu oli toteuttavissa vähintään osittain ja Oracle Business Intelligence -järjestelmässä oli ennustusominaisuuksia, joita voitaisiin käyttää työkalua rakentaessa. Järjestelmän kaikkia ominaisuuksia ja mahdollisuuksia ei ehditty käymään läpi ajan puutteen takia.

4.2 Ehdotus ennustustyökaluksi

Työn tuloksena tehtiin ehdotus ennustustyökaluksi. Ajan puutteen takia työkalua ei ehditty rakentamaan Oracle Business Intelligence -järjestelmään, mutta Excel-pohjainen koemalli rakennettiin ennustustyökalun toimintaperiaatteen havainnollistamiseksi. Työkalu oli kehittyneempi versio edeltäjästään, mutta tiedon prosessointi työkalun ymmärtämään muotoon vei aikaa ja oli ohjelmana raskas eikä sitä siksi otettu käyttöön Excel-muodossa. Seuraavaksi on esiteltynä pääpiirteittäin työkalun toimintaperiaate ja se kuinka työkalua käytännössä sovellettaisiin tuotannon ennustamisessa ja suunnittelussa.

4.2.1 Työkalun toimintaperiaate

Työkalun toiminta perustuu sisäisen ennustamismenetelmän soveltamiseen. Myynnin ollessa kausiluontoista voidaan aikaisemman tiedon perusteella ennustaa tulevaa myyntiä, ja tällä perusteella sisäinen ennustusmenetelmä on tässä tapauksessa toimiva menetelmä ennustuksen perustaksi.

Työkalu kerää patruunoiden kappalemääriä kahdelta edelliseltä vuodelta ERP-järjestelmästä myyntiajankohdan perusteella ja jaottelee ne sovittujen maiden ja maanosien mukaan. Kerätyn tiedon perusteella työkalu laskee jokaisen maan ja maanosan osuuden kokonaismyynnistä ja ilmoittaa prosentteina saadun arvon. Jokaisen maan ja maanosan patruunamyynnin yksittäisten patruunoiden osuus kvartaaleissa lasketaan kyseessä olevan maan tai maanosan saman kvartaalin kokonaismyynnistä. Tuloksena saadaan yksittäisen patruunan prosentuaalinen osuus kokonaismyynnistä.

Työkaluun ilmoitetaan tulevan vuoden myyntitavoite. Tämän perusteella työkalu laskee edellä mainitun arvon ja prosenttiosuuksien pohjalta jokaisen maan ja maanosan kokonaismyyntimäärän ja erittelee saadun arvon prosenttiosuuksien perusteella jokaisen patruunan kappalemäärät. Saatujen patruunoiden kappalemäärien jälkeen työkalu koostaa kappalemäärät yhteen, jolloin saadaan kokonaismäärä tulevan vuoden mahdollisesta myynnistä. Patruunoiden komponenttien tarpeet kerätään omaan listaansa patruunoiden kokonaismyynnin perusteella. Liitteessä 1 on esiteltynä tarkemmin työkalun toimintaa ja sen käyttäjien roolia ennustusta tehtäessä. Liitteessä olevat kuvat ovat ennustustyökalun koemallista.

4.2.2 Perusta suunnittelulle

Kun kokonaispatruunatarve on määritetty tulevalle vuodelle, voidaan muun muassa nykyisten varastosaldojen perusteella hahmotella tulevaa tuotantosuunnitelmaa. Tuotannon suunnittelua tehdään järjestelmällisesti kvartaali kerrallaan tulevalle vuodelle, jolloin esimerkiksi ensimmäisen kvartaalin komponenttitarpeet saadaan muutettua raaka-ainetilauksiksi.

5 Yhteenveto

Sako Oy:lle tehdyn opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää myynnin ennustamiseksi ehdotus työkalusta, jonka avulla tulevan tarpeen pystyy ennustamaan riittävän ajoissa. Tämän ansiosta saataisiin aikaa laatia pitkälle aikavälille tuotantosuunnitelma etukäteen. Ennustamiseen vaadittua työmäärää saataisiin tällä työkalulla vähennettyä ja ennustamiseen kuluvaa aikaa tehostettua.

Työ aloitettiin pohjatiedon keruulla, mikä koostui eri tehtävissä toimivien henkilöiden haastatteluista ja aiheeseen liittyvän kirjallisuuden tutkimisesta. Tässä vaiheessa saatiin selville nykyisen tuotannon tila, ennustusmenetelmä ja tulevaisuuden näkymä. Menetelmä ennustustyökalulle valittiin saatujen tietojen perusteella.

Työn tuloksena saatiin aikaan ehdotus työkalusta, joka toimii soveltamalla sisäistä ennustusmenetelmää. Työkalusta ei ajan puutteen takia ehditty valmistamaan toimivaa tuotetta, mutta Excel-pohjainen koemalli rakennettiin ehdotuksen havainnollistamiseksi. Työn jatkotoimenpiteenä on työkalun rakentaminen Oracle Business Intelligence -järjestelmään ja työkalun jatkokehittäminen muun muassa ennusteen virheellisyyden seurattavuuden osalta.

Lähteet

- 1 Sako history. 2015. [verkkodokumentti]. Saatavissa <<http://www.sako.fi/sako-history>>. [Viittauspäivä 29.3.2015]
- 2 Leppänen, J. 2012. Tuotannonsuunnittelun kehittäminen [verkkodokumentti] . Saatavissa <<https://www.theseus.fi/handle/10024/51420>> [Viittauspäivä 22.2.2015]
- 3 Arnold, J.R.T., Chapman, S.N. & Clive, L. M. 2012. Introduction to Materials Management. 7th edition. New Jersey: Pearson Education. Inc.
- 4 Alasuutari, P. 2011. Laadullinen tutkimus 2.0. 4. uudistettu painos. Tampere: Vastapaino
- 5 Tammi, M. Liiketoimintajohtaja, Sako Oy, Riihimäki. Keskustelu 3.2.2015
- 6 Slack, N., Chambers, S & Johnston, R. 2010. Operations Management. 6th edition. England: Pearson Education Limited
- 7 Vollman, T.E., Berry, W.L. & Whybark, D.C. 1997. Manufacturing Planning and Control Systems. 4th edition. USA: The McGraw-Hill Companies

Tuotannon ennustustyökalu patruunatuotantoon

Työkalun tarkoituksena on nopeuttaa tuotannon ennustuksen valmistusta ja helpottaa itse prosessia. Sen pääsääntöiset käyttäjät ovat liiketoimintajohtaja ja tuotantopäällikkö. Työkalussa käytetään sisäistä ennustusmenetelmää, jossa sovelletaan liikkuvaa keskiarvoa. Tässä ennustusmenetelmässä vanhin tieto jätetään pois, kun siirrytään seuraavaan ennustuskauteen. Työkalu pohjautuu JD Edwards Enterpriseone ERP-järjestelmässä olevaan kahden edellisen vuoden myyntihistoriaan. Työkalu toimii Oracle Business Intelligence -järjestelmässä.

Työkalulla saadaan vähennettyä ennustamiseen kuluva aikaa ja se on helppokäyttöinen. Nykyinen menetelmä on raskas, aikaa vievä ja virhealtis. Nykyinen ennustus on tiedossa vain liiketoimintajohtajalla ja tuotantopäälliköllä ja ennusteen saa heiltä tarvittaessa. Tällä työkalulla ennuste on löydettävissä Oracle Business intelligence -järjestelmästä, johon kaikki järjestelmään oikeutetut pääsevät. Kaikki työkalun avulla tehdyt muutokset ennusteeseen ovat lyhyen aikaviiveen jälkeen näkyvillä kaikille järjestelmään pääseville.

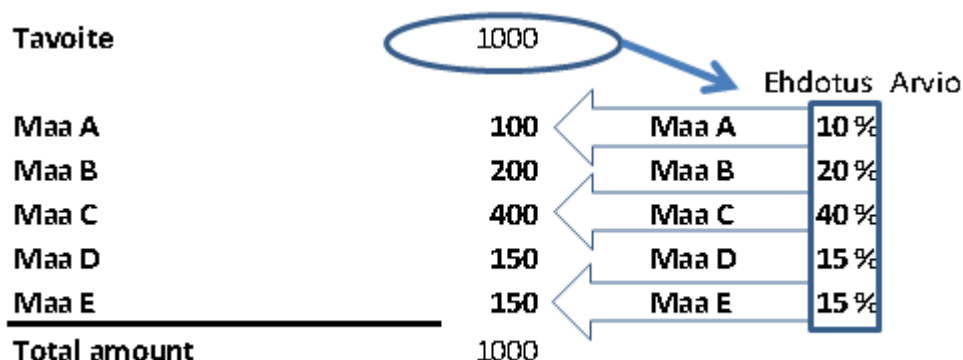
Työkalu jaetaan kahteen osaan, joista toinen on kohdennettu myynnille ja toinen tuotannolle.

1 Myynnin osuus ennustamisessa

Myynnin osuudessa ennustetaan vuoden myyntitavoitteen perusteella patruunamyyntiä maa- ja maanosakohtaisesti. Asiakkaat ryhmitellään kattamaan tiettyä maata tai maanosaa. Ryhmittely perustuu maanosien kohdalla alueen yhtenäisyyteen. Esimerkkinä Eurooppa maanosana käyttäytyy myynnin muuttuessa yhtenäisesti jokaisessa sen jäsenmaassa samalla tavalla, jolloin Eurooppaa voidaan käsitellä yksittäisenä markkina-alueena. Yksittäisten maiden kohdalla samasta maasta olevat asiakkaat on ryhmitelty yhteen maahan.

Työkalu laskee jokaisen maan ja maanosan prosentuaalisen osuuden ja vuoden myyntitavoitteen perusteella ennusteen jokaiselle maalle ja maanosalle. Prosentuaalinen osuus on esimerkiksi maan kahden edellisen vuoden myynnin keskiarvon osuus kysei-

sen ajanjakson kokonaismyynnin keskiarvosta. Kuvassa 1 on esiteltyä ennustustyökalun aloitussivun näkymä, johon annetaan vuoden myyntitavoite. Taulukossa 1 on havainnollistettu työkalun toimintaperiaatetta, kuinka myyntitavoite muutetaan maa- ja maanosakohtaiseksi ennusteeksi prosenttiosuuksien avulla. Tarvittaessa ehdotusta voidaan muuttaa merkitsemällä kohtaan "Arvio" paremmin maata tai maanosaa vastaava prosenttiosuus kokonaismyynnistä.



Kuva 1 Kokonaisennusteen muodostuminen alkaa tavoitteesta

Maa- tai maanosakohtaisen ennusteen määrittelyn jälkeen työkalu ennustaa kvartaalitasolla yksittäisen patruunan tarpeen. Tässä vaiheessa työkalu toimii samalla periaatteella kuin maan tai maanosan prosentuaalisen osuuden määrittämisessä. Yksittäisen patruunan prosentuaalinen osuus lasketaan seuraavasti:

1. Jokaisen kvartaalin kahden edellisen vuoden keskiarvon prosentuaalinen osuus lasketaan jakamalla keskiarvo edellä mainitun ajanjakson kokonaismyynnin keskiarvolla.
2. Kvartaalien prosentuaalisten osuuksien ja maan tai maanosan kokonaisennusteen perusteella saadaan kvartaalien ennusteet.
3. Yksittäisten patruunoiden kvartaalitasojen prosentuaaliset osuudet lasketaan jakamalla kahden edellisen vuoden kyseisen patruunan myynnin keskiarvo edellä mainitun ajanjakson kyseisen kvartaalin keskiarvolla (taulukko 1). Esimerkkinä taulukossa 1 mainitun Patruuna A:n 1. kvartaalin prosentuaalinen osuus lasketaan seuraavasti:

Taulukko 1 Yksittäisen patruunan prosentuaalisen osuuden muodostuminen

Keskiarvo	1. Q	2. Q	3. Q	4. Q								
	2930	315	765	1175	675							
	100 %	9 %	39 %	46 %	6 %							
TAVOITE	3000											
Maa A	2013				2014				2015			
	270	730	1100	700	360	800	1250	650	257	1180	1388	176
	1. Q	2. Q	3. Q	4. Q	1. Q	2. Q	3. Q	4. Q	1. Q	2. Q	3. Q	4. Q
Patruuna A	120	500	600	200	150	450	650	250	110	732	738	59
Patruuna B	0	230	300	0	50	300	300	0	20	409	354	0
Patruuna C	150	0	200	500	160	50	300	400	126	39	295	117
									43 %	62 %	53 %	33 %
									8 %	35 %	26 %	0 %
									49 %	3 %	21 %	67 %

2 Tuotannon osuus ennustamisessa

Tuotannon osuus ennustamisessa on suunnitella ennusteen pohjalta tuotantosuunnitelma. Työkalu ennustaa myynnin antaman tavoitteen perusteella tarpeet patruunoille, joiden kappalemäärät kerätään yhteen riippumatta maasta tai maanosasta. Tuloksena on kaikkien patruunoiden vuoden ennuste kvartaaleittain. Tämän perusteella luodaan tuotantosuunnitelma huomioiden nykyiset varastosaldot, resurssit ja kapasiteetti.

Taulukossa 3 on esimerkki vuoden 2015 hylsyjen tuotantoennusteesta, jossa saldolla olevia kappalemääriä verrataan tarpeeseen. Miinukset -jonoon lasketaan saldon ja tarpeen erotus, jolloin negatiivinen arvo ilmoittaa tarvittavan tuotannon vähimmäismäärän. Tuotantoa suunnitellaan kuukausitasolla, jolloin eri kuukausille merkityt tuotantomäärät lasketaan yhteen ja tästä tuloksena saatavan summan tulisi vastata jäljellä olevaa tarvetta.

Taulukko 3 Vuoden 2015 patruunoiden 1. ja 2. kvartaalin tuotantoennuste

Tuotantoennuste 2015		1. Q					2. Q				
Nimike	Saldo	Tammii	Helmi	Maalis	Tarve	Miinukset	Huhti	Touko	Kesä	Tarve	Miinukset
		0	400	500	1400	-80	1050	380	50	2500	-200
Patruuna A	20	0	400	0	500	-80	800	80	0	800	0
Patruuna B	0	0	0	500	300	0	250	250	0	900	-200
Patruuna C	1100	0	0	0	400	0	0	0	0	700	0
Patruuna D	200	0	0	0	200	0	0	50	50	100	0

Patruunoiden komponentit kerätään kokonaisennusteen mukaan omaan listaansa, josta nähdään muun muassa yksittäisen hylsyn kokonaisennuste kvartaaleittain yhdelle vuodelle. Taulukossa 5 on esimerkki vuoden 2015 hylsyjen 1. ja 2. kvartaalin tuotantoennusteesta, jossa saldolla olevia kappalemääriä verrataan tarpeeseen. Tarve on patruunaennusteen pohjalta tehdyn tuotantosuunnitelman kappalemäärien summa. Esimerkiksi Patruuna A valmistetaan Hylsy A:sta, jolloin kaikkien tätä hylsyä tarvitsevien patruunoiden kappalemäärät kerätään kyseisen hylsyn tarve-ruutuun. Työkalu toimii muilta osin tässä vaiheessa samalla tavalla kuin patruunatuotantoa suunniteltaessa.

Taulukko 4 Vuoden 2015 hylsyjen 1. ja 2. kvartaalin tuotantoennuste

Tuotantoennuste 2015		1. Q					2. Q				
Nimike	Saldo	Tamm	Helmi	Maalis	Tarve	Miinukset	Huhti	Touko	Kesä	Tarve	Miinukset
		0	500	500	1900	-100	1050	530	550	3080	-480
Hylsy A	500	0	400	0	400	0	800	80	0	800	0
Hylsy B	400	0	0	500	900	0	250	250	500	1480	-480
Hylsy C	5000	0	0	0	400	0	0	0	0	700	0
Hylsy D	0	0	100	0	200	-100	0	200	50	100	0

Myyntihistoriaa ajalta 2010 - 2014

