

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Modernit tuotantojärjestelmät

Marko Kiviharju

Opinnäytetyö

# AUTOMAATTISEN PYSÄKÖINTILAITOKSEN HISSIMEKANISMIN TUOTTEISTAMINEN JA KEHITTÄMINEN

Työn ohjaaja

Lehtori Pauliina Paukkala

Työn tilaaja

Oy POKOSTORE-Systems Ltd., valvojana Teemu Salmenaho

Tampere 2010

## TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka  
Modernit tuotantojärjestelmät

Marko Kiviharju

Automaattisen pysäköintilaitoksen hissimekanismin  
tuotteistaminen ja kehittäminen

Opinnäytetyö

40 sivua

Työn ohjaaja

Lehtori Pauliina Paukkala

Työn tilaaja

Oy POKOSTORE-Systems Ltd.,

valvojana Teemu Salmenaho

Elokuu 2010

Hakusanat

automaattinen pysäköintilaitos, pysäköintilaitos, pysäköinti

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja mallintaa Oy POKOSTORE-Systems Ltd:n automaattiseen pysäköintilaitokseen hissimekanismi sekä mallintaa pysäköintilaitoksen runko ja tehdä työpiirustukset, jotta siitä voitiin valmistaa pienoismalli. Pienoismallin avulla oli mahdollista tutkia osien toimivuutta ja käyttäytymistä eri kuormituksilla.

Opinnäytetyön tekemisen lähtökohtana toimi Oy POKOSTORE-Systems Ltd:n automaattinen pysäköintijärjestelmä. Järjestelmä oli jo suunnitteilla, ja siihen oli tarve suunnitella hissimekanismi, joka mahdollistaa ajoneuvon liikuttamisen. Opinnäytetyössä tehty mekanismi ja pienoismalli auttavat osaltaan yritystä myöhemmin kehittämään järjestelmänsä.

Työn teoriaosuudessa käsitellään tuotteen suunnittelua, tuotekehitystä sekä tuotteen mallintamista. Teoriaosuuden tarkoituksena on kertoa eri suunnittelumenetelmistä ja tuotekehityksen eri vaiheista sekä selventää ja tuoda esille 3D-mallintamisen toimintaperiaatteita. Tutkimusmenetelmänä käytettiin muuntelumenetelmää.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi 3D-mallinnus hissimekanismista sekä pysäköintilaitoksen rungosta. Opinnäytetyö toimi osana automaattista pysäköintijärjestelmää ja se antoi hyvän kuvan suunnittelutyöstä ja sen kulusta.

Tämän työn sopijaosapuolet ovat velvollisia pitämään salassa kehittämistyössä esiin tulevat luottamukselliset asiat. Tämän opinnäytetyön julkiseen osuuteen ei ole sisällytetty salassa pidettäviä tietoja, vaan ne on jätetty opinnäytetyön tausta-aineistoon ja löytyvät erillisenä liitteenä.

TAMPERE UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering

Modern Production Systems

Marko Kiviharju

The productization and development of the automated parking facility elevator mechanism

Engineering thesis

40 pages

Thesis supervisor

Lehtori Pauliina Paukkala

Comissioning company

Oy POKOSTORE-Systems Ltd., Teemu Salmenaho

August 2010

Keywords

Automated car parking, parking facility, parking

## **ABSTRACT**

The purpose of the thesis was to design and model an elevator mechanism for Oy POKOSTORE-systems Ltd's automated car parking facility and also to make a model of the frame of a parking facility and to make technical drawings so that a scale model could be produced.

The starting point for the thesis was the automated car parking facility. The system was already been planned and there was the need to design a elevator mechanism that allows the vehicle moving. Elevator mechanism will helps the company to develop their system in the future.

The theoretical section discusses the product design, product development and product modeling. The purpose of the theoretical part is to tell the different design methods and the different stages of product development and also to clarify and bring out the 3D modeling of operating principles.

The result of the thesis was a 3D-model for the elevator mechanism and a model of the frame of a parking facility. The thesis was a part of the automatic parking system and it gave a good picture of the design work and its process.

The parties of this work are obliged to confidentiality regarding the development of confidential matters. The confidential data has been excluded from the public part of this thesis, and instead, it can be found in a separate appendix.

# SISÄLLYSLUETTELO

<b>1</b>	<b>JOHDANTO</b> .....	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>POKO GROUP -KONSERNI</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>TUOTTEEN SUUNNITTELU</b> .....	<b>8</b>
3.1	SUUNNITTELUMENETELMÄT .....	9
3.2	TUOTTEEN KUSTANNUKSET SUUNNITTELUSSA .....	9
3.3	KONEENSUUNNITTELU .....	12
<b>4</b>	<b>TUOTEKEHITYS</b> .....	<b>14</b>
4.1	TYÖVAIHEET TUOTEKEHITYSHANKKEESSA .....	15
4.1.1	KÄYNNISTÄMINEN .....	15
4.1.2	LUONNOSTELUVAIHE .....	16
4.1.3	KEHITTÄMINEN .....	16
4.1.4	VIIMEISTELY .....	17
4.2	TUOTTEEN LUOTETTAVUUS .....	19
4.3	OPTIMOINTI .....	19
<b>5</b>	<b>3D-MALLINTAMINEN SUUNNITTELUSSA</b> .....	<b>20</b>
5.1	3D-MALLINNUS .....	20
5.2	3D-MALLINTAMISEN VAIHEET .....	21
5.3	SUUNNITTELUPROSESSI JA LÄHTÖKOHDAT .....	22
5.4	3D-MALLISTA 2D-PIIRUSTUKSEKSI .....	23
<b>6</b>	<b>PYSÄKÖINTILAITOKSEN HISSIMEKANISMI</b> .....	<b>24</b>
6.1	MALLINNUSPROSESSI .....	25
6.1.1	LÄHTÖTIEDOT .....	25
6.1.2	KAPPALEKOHTAINEN MALLINNUS .....	25
6.1.3	MEKANISMIN KOKOONPANO .....	26
6.2	TOIMINTAPERIAATE .....	26
6.3	PROJEKTIN ALOITUS .....	28
6.4	TUOTTEEN LUONNOSTELU .....	28
6.5	TUOTTEEN KEHITTÄMINEN .....	31
6.6	VIIMEISTELYVAIHE .....	35
<b>7</b>	<b>RUNGON MALLINNUS</b> .....	<b>36</b>
<b>8</b>	<b>YHTEENVETO</b> .....	<b>39</b>

LÄHTEET

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö on osa Oy POKOSTORE-Systems Ltd:n automaattista pysäköintilaitoshanketta, joka tarjoaa täysin automatisoidun, tietokoneohjatun ja edullisen vaihtoehdon henkilöautojen maanalaisiin ja -päällisiin pysäköintiratkaisuihin. Opinnäytetyö keskittyy tässä hankkeessa Oy POKOSTORE-Systems Ltd:n automaattisen pysäköintijärjestelmän hissimekanismin tuotteistamiseen ja kehittämiseen.

Tampereella pääpaikkaansa pitävä Oy POKOSTORE-Systems Ltd. on suunnittelua, teknistä konsultointia ja rakentamispalveluita tarjoava yritys ja kuuluu POKO Group-konserniin. Edellä mainittujen palveluiden lisäksi Oy POKOSTORE-Systems Ltd. tarjoaa automaattisia pysäköintiratkaisuja.

Lähtökohtana opinnäytetyön tekemiselle oli tarve kehittää ja mallintaa hissimekanismi, joka on osa yrityksen automaattista pysäköintilaitoshanketta ja, joka voidaan myöhemmin liittää osaksi pysäköintitaloa. Työn tavoitteena oli suunnitella mekaanisilta osin täysin toimiva hissimekanismi ja tehdä siitä 3D-mallinnus Solidworks-ohjelmaa hyväksi käyttäen.

Osaksi opinnäytetyötä mallinnettiin myös pysäköintilaitoksen runko, jotta siitä voitiin valmistaa pienoismalli. Mallin avulla voitiin tutkia rakenteiden käyttäytymistä eri kuormituksilla.

## 2 POKO GROUP -KONSERNI

POKO Group -konserniin kuuluu:

**Pohjanmaan Konepaja Oy**, joka on teräsrakenteiden toteutukseen erikoistunut perheyhtiö, on perustettu 15.6.1993. Yrityksellä on konepajat Seinäjoella sekä Karksi Valdissa, Virossa. Konepajoilla ja työmailla työskentelee omistajien lisäksi 50 työntekijää ja 20 toimihenkilöä. (<http://www.pokooy.com>)

**Oy ACD Ltd**, joka tarjoaa seuraavia palveluita:

- Insinööripalvelut
- Arkkitehtipalvelut
- Rakennushankkeiden suunnittelupalvelut
- Teräsrakenteiden suunnittelu
- Konepajasuunnittelu
- Yhdyskuntasuunnittelu- ja maisema-arkkitehtuuripalvelut
- Alaan liittyvät tekniset konsultointipalvelut
- Vaativien erikoisrakenteiden suunnittelu
- FEM-laskenta
- Siltasuunnittelu
- Korjausrakentaminen
- Energiatodistukset
- Rakenneanalyysit

(<http://www.pokooy.com>)

**PK-World Ltd**, joka suorittaa asennus- ja rakennuttajapalveluita sekä KRV-palveluita.

(<http://www.pokooy.com>)

**Oy POKOSTORE-Systems Ltd**, joka tarjoaa palveluja suunnittelun, teknisen konsultoinnin ja rakentamisen aloilla sekä innovatiivisia automaattisia pysäköintiratkaisuja.

(<http://www.pokooy.com>)

Oy POKOSTORE-Systems Ltd. on osa POKO Group-konsernia. Oy POKOSTORE-Systems Ltd. tarjoaa palveluita suunnittelun, teknisen konsultoinnin ja rakentamisen aloilla. Oy POKOSTORE-Systems Ltd. tarjoaa lisäksi innovatiivisia, automatisoituja pysäköintiratkaisuja. (<http://www.pokostore.fi>)

POKOSTORE-System – Automaattinen pysäköintitalo tarjoaa täysin automatisoidun, tietokoneohjatun ja edullisen vaihtoehdon henkilöautojen maanalaisiin ja -päällisiin pysäköintiratkaisuihin. (<http://www.pokostore.fi>)

- Pienessä tilassa suuren kapasiteetin omaava pysäköintialue, joka on nopea ja tehokas sekä omaa alhaiset ylläpito- ja käyttökustannukset.
- Yksilöllisesti suunniteltu, ottaen huomioon ympäristöä häiritsevät tekijät ja saasteet.
- POKOSTORE System on täysin tietokoneohjattu, joten se ei vaadi pysyvää operaattoria tai hoitajaa.
- Kun ajoneuvo on pysäköity, niin autot on täysin turvattu vahingoittumiselta, ilkivallalta tai varastamiselta.
- Järjestelmä voidaan luoda jo alun perin ahtaisiin kaupunkeihin/paikkoihin vaarantamatta ympäristöä ja arkkitehtuuria.

(<http://www.pokostore.fi>)

### 3 TUOTTEEN SUUNNITTELU

Suunnittelu on tietoista pohdiskelua, logiikan ja monenlaisten matemaattisten menettelytapojen käyttöä. Nämä kaikki ovat kuitenkin vain työvälineitä, ja lopulta vaativin suunnittelutyö on sanatonta keskustelua piirretyn aineiston ja piirtäjän välillä. Tätä ei voi kyllin korostaa: Vain piirtämällä voidaan suunnitella, ei puhumalla, laskemalla eikä kritisoimalla! (Tuomaala 1995,44.)

Huono suunnittelu johtaa usein huonoon tuotteen laatuun. Tuotteet ovat liian monimutkaisia, ja niissä on paljon osia liian useilta eri toimittajilta, ja kokoonpano on monimutkaista ja aikaa vievää. Huono suunnittelu johtaa joukkoon toisiaan seuraavia ongelmia tuotannossa, mikä edelleen kiinnittää huomiota pois jatkuvasta parantamisesta. (Hietikko 2009,15.)

Suurin osa uuden tuotteen valmistuksessa ilmenevistä ongelmista johtuu siitä, että suunnittelijat eivät tunne riittävän hyvin sovellettavaa tuotantotekniikkaa. Sitä kalliimpaa ja hitaampaa virheiden korjaaminen on, mitä myöhemmin ne havaitaan prosessissa. Esimerkiksi prototyypivaiheessa havaitut virheet voidaan korjata paperilla ja muutosten sekä parannusten tekeminen on suhteellisen helppoa. (Aaltonen ym. 1991, 46.)

Ihminen ei voi luoda tyhjästä mitään. Kaikki uusi, mikä hänen luovan työnsä tuloksena syntyy, perustuu hänen tuntemiinsa ratkaisuihin, aineiden ominaisuuksiin, komponentteihin, omakohtaisiin kokemuksiin jne. Tämän materiaalin on siis oltava käytössä ennen kuin uutta voi syntyä. (Tuomaala 1995,145.)

*” Jotta suunnitteluprosessi onnistuisi parhaalla mahdollisella tavalla, tulee suunnitteluvaiheessa olla mahdollisimman paljon käytettävissä tietoa tulevasta tuotteesta.”*  
(Lempiäinen & Savolainen 2003,50.)

### 3.1 SUUNNITTELUMENETELMÄT

Suunnittelutyö on monitahoista ja luovaa työtä, joka ei menetelmällisesti eikä organisatorisesti ole asetettavissa jäykkiin kaavoihin. Tarve yleisesti sovellettavien suunnittelumenetelmien käyttöön/kehittämiseen lisääntyy jatkuvasti. Tähän seikkaan vaikuttaa mm. tuotteiden eliniän lyheneminen, mikä taas tarkoittaa tuotekehitykseen panostamista, ja kiristynyt kilpailu toisaalta edellyttää alenevia kehityskustannuksia sekä halvempia ja laadultaan parempia tuotteita. (Jokinen 1998, 10.)

Lisäksi valmistuksen ja markkinoinnin asettamat vaatimukset tulisi ottaa huomioon suunnittelussa, ja tästä syystä suunnitteluprosessi tulisi liittää tiiviisti muuhun tuotantoprosessiin. Oikein suoritettuna tällainen toiminta alentaa kustannuksia, lyhentää toimitusaikoja ja tuottaa aikaisempaa kilpailukykyisempiä tuotteita. (Jokinen 1998, 11.)

1960-luvulta lähtien on tehty intensiivistä suunnittelumenetelmien edelleen kehittämistyötä.

Menetelmien yhteiset perusajatukset ovat seuraavat:

- ongelma on huolellisesti analysoitava
- monimutkaiset toiminnot jaetaan osatoimintoihin, joiden ratkaisut ideoidaan
- käytetään erityyppisiä ideointimenetelmiä
- osaratkaisut yhdistetään kokonaisratkaisuksi
- lopullisen ratkaisun valinta tapahtuu valittujen arvostelukriteerien perusteella.

(Jokinen 1998, 11.)

### 3.2 TUOTTEEN KUSTANNUKSET SUUNNITTELUSSA

Suunnittelijat ajattelevat helposti, että tuotteen hinnoittelu tapahtuu siten, että sen kustannuksiin lisätään voitto. Käytännössä kuitenkin markkinat hinnoittelevat tuotteet, eli suunnittelun pitäisi lähteä liikkeelle kilpailukykyisestä markkinahinnasta ja suunnitella tuote siten, että sen kustannukset sopivat tähän tavoitteeseen. (Hietikko 2009,16.)

Tutkimusten mukaan tuotekustannuksista sitoutuu tuotekehityksen/-suunnittelun aikana 60–85 %. Valmistusmenetelmien kehitys vie siis 15–40 % yrityksen resursseista. Näihin prosentuaalisiin arvoihin ovat vaikuttaneet seuraavat seikat:

- Tuotetietämys kasvaa erityisen hitaasti tuotekehitystyön aikana; joka tapauksessa aina hitaammin kuin eri päätöksin sitoutuneet kulut.
- Kiire ei ole peruste jättää valmistettavuutta tuotekehityksessä huomioimatta, muutoksiin löytyy pahimmassa tapauksessa reilusti aikaa sarjatuotannon jo käynnistyttyä reklamaatioita hoidettaessa.
- Vaihtoehtoiset rakenneratkaisut tarjoavat innovaatioita tuotekehitykselle. Ei ole oikeaa valintaa, jos ei ole mistä valita.

(Lempiäinen & Savolainen 2003,49.)

Suunnitteluprosessin aikana tehdyt päätökset ratkaisevat pitkälti valmistettavan tuotteen lopulliset kustannukset. Perinteinen lähestymistapa, jossa suunnitteluosasto vastaa tuotteen suunnittelusta ja tuotanto valmistuksesta, aiheuttaa tilanteen, jossa tuotannolliset ongelmat tulevat esiin vasta vastuun siirryttyä tuotannolle. Tämä aiheuttaa uudelleen suunnittelua, pidempää suunnittelu-aikaa ja suurempia kokonaiskustannuksia. Valmistusystävällisyys on otettava huomioon jo tuotteen suunnittelussa. (Laakko ym.1998,184.)

Monesti osa tuotteesta kannattaa tehdä lähellä loppuasiakasta, kun taas strategisesti tärkeät komponentit kannattaa usein valmistaa itse. Modulaarisen tuotteen teettäminen alihankintana on helpompaa kuin kokonaisuuden, esim. tärkeät liikesalaisuudet voidaan pitää itsellä ja bulkkituotanto antaa muiden tehtäväksi. Toisaalta tuotteessa saattaa olla vaikeita teknisiä yksityiskohtia, joita ei itse hallita, mutta niille on sopiva alihankkija, joka vastaa täydellisesti koko moduulin tuotannosta. (Lempiäinen & Savolainen 2003,51.)

Tuoteohjelma kannattaa suunnitella siten, että markkinoiden asettamat vaatimukset täytetään niin, etteivät yrityksen tuotteet syö muiden omien tuotteiden markkinoita. Tuotteesta kannattaa tällöin tehdä variantteja, mutta vain silloin kun niillä saadaan lisää markkina-arvoa. Olennaista on, että kaikkia materiaaleja pitäisi voida käyttää uudelleen tuotevarianteissa. Tämä koskee komponentteja, lay-outeja, varaosia, huolto-ohjelmia, työohjeita, suunnitteludokumentteja jne. Ideana on nostaa tuotteen arvoa kuluttajan näkökulmasta mahdollisimman paljon mahdollisimman pienillä kustannuksilla.

(Lempiäinen & Savolainen 2003,50.)

Kokoonpanon tuotemalli toimii perustana tuotteen kustannusten arvioinnille suunnittelun eri vaiheissa. Arviointimenetelmältä vaaditaan ensisijaisesti tarkkuutta, mutta kustannusten ennakkolaskenta on enemmän tai vähemmän likimääräistä. Esimerkiksi uutta kappaletta on vaikea arvioida ilman, että työnvaihesuunnitelma tehdään kokonaan. Mikäli valmiiksi suunniteltu ja työnvaiheistettu kappale tilataankin alihankkijalta, täytyy sama asia tehdä uusiksi. (Laakko ym.1998,189-190)

Tuotekehityksen alkuvaiheessa vaihtoehtojen suuri määrä tekee kustannusten likimääräisenkin arvioinnin työlääksi. Tuotekustannusten arviointia varten tarvitaan tuotetietojen lisäksi myös muita kustannuksiin vaikuttavia tietoja, kuten tuotannon ja materiaalinohjauksen hallitsemia tietoja. Kustannusten arvioinnin perusteena on kustannusmalli, joka kuvaa relevantit kustannustekijät ja niiden yhteyden tuotemallissa kuvattuun tuotteen konstruktion. (Laakko ym.1998,191.)

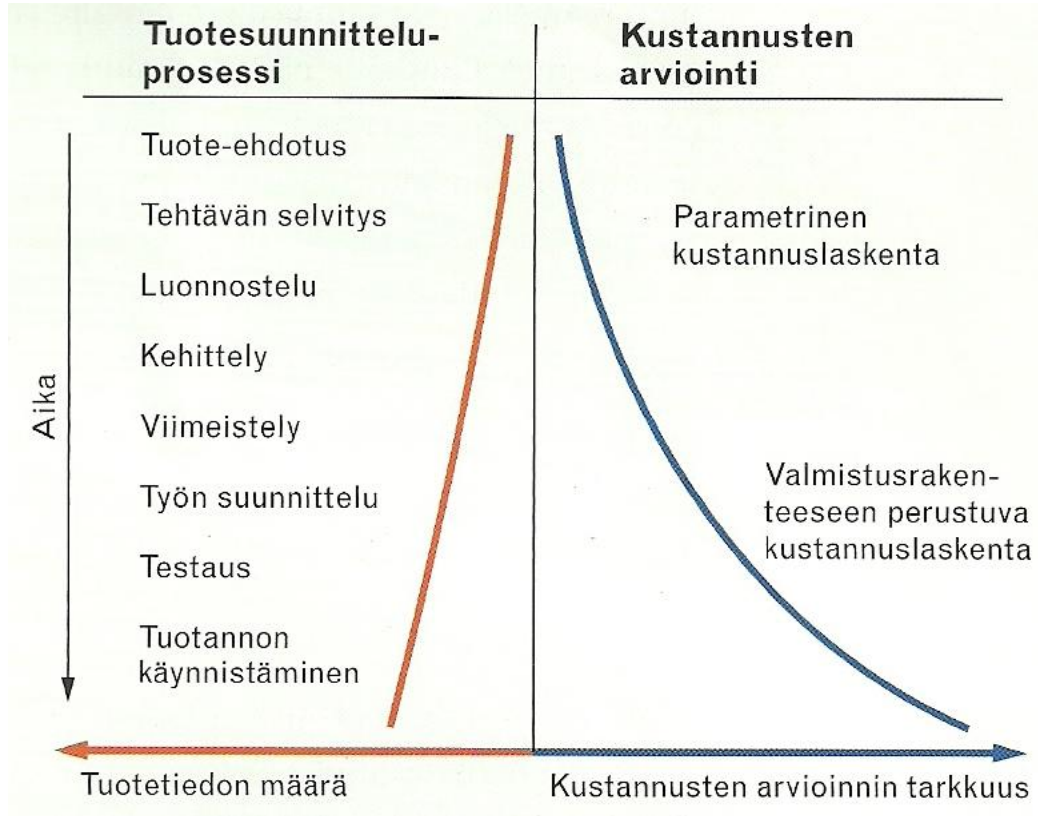
Tuotteen kustannusten arvioinnissa ja mallintamisessa voidaan erotella kaksi päälähestymistapaa:

1. tuotteen ominaisuuksiin perustuva parametrinen kustannuslaskenta,
2. tuotteen valmistusrakenteeseen perustuva kustannuslaskenta.

Parametrisessa laskennassa kustannus on tuotteen ominaisuuksien funktio. Ajatellaan esimerkiksi funktio tuotteen geometriaan tai toiminnallisuuteen perustuvista suureista. Kustannusfunktio määritetään tavallisesti tilastollisilla menetelmillä tai analyyttisesti; yleensä on tapana käyttää tilastollisia menetelmiä. Esimerkiksi regressioanalyysi on yleisesti käytetty menetelmä. Kustannusfunktion käyttö edellyttää tietoja aikaisemmasta tai samankaltaisesta tuotteesta. Sitten pitää määrittää ominaisuudet, joiden suhteen kustannukset luultavimmin muuttuvat. (Laakko ym.1998,191.)

Valmistusrakenteella tarkoitetaan joukkoa viimeistelyn ja työnsuunnittelun tuloksena syntyvää tietoa, kuten osaluetteloa ja työnvaiheita ja niissä tarvittavia resursseja. Tarkkaan valmistusrakenteeseen pohjautuva kustannuslaskenta on yleensä mahdollista vasta suunnittelun loppuvaiheessa, kun tuote on määritelty riittävän tarkasti ja useita kustannuksiin vaikuttavia päätöksiä on jo tehty. Valmistusrakenteen huomioon ottavalla kustannusten arvioinnilla on mahdollista saavuttaa niin tarkka lopputulos, ettei vastaavanlaiseen lopputulokseen parametrisella laskennalla ole mahdollista päästä. (Laakko ym.1998,194.)

Kuviosta 1 nähdään tuotetiedon määrän kehitystä ja kokonaiskustannusten tarkkuutta sekä tuote- että valmistuksensuunnittelun aikana.



Kuvio 1: Tuotetiedon määrän kehitys ja kokonaiskustannusten arvioinnin tarkkuus tuotesuunnittelun ja valmistuksensuunnittelun aikana. (Laakko ym.1998,193.)

### 3.3 KONEENSUUNNITTELU

Koneen suunnittelu on varsin monipuolista toimintaa. Se perustuu moniin tieteisiin, kuten matematiikkaan, fysiikan eri alueisiin, kuten mekaniikkaan ja termodynamiikkaan, mutta myös oppeihin valmistustekniikasta, materiaaleista, koneenosista, yritystaloudesta ja viestinnästä. (Beitz & Pahl 1990,20.)

Uusi konerakenne muodostuu enimmäkseen jo tunnetuista ja käytetyistä osarakenteista. Tieto niistä on tietoa toiminnasta ja lujuudesta, mutta tulevan rakenteen kannalta tärkeämpää on tieto dimensioista eli muodoista, jäykkyydestä, painosta, ohjauksesta liikkeessä, balanssista, tilankäytöstä, liitettävyydestä ja monista muista vastaavista seikoista lähes loputtomiin.

Rakenteiden ja kone-elinten osia on siten niin paljon, että niistä olisi kyettävä erottamaan päälimmäisiksi sellaiset, jotka merkittävimmin vaikuttavat niiden varaan perustuviin koneensuunnittelun mahdollisuuksiin. (Tuomaala 1995,146.)

Valmistustavan merkitys konerakenteen muotoiluun pyrkii usein unohtumaan. On kuitenkin muistettava, että teräs muokkautuu melko vaikeasti ja muokkaus- tai koneistustapa määrää perusrakenteen. Valmistustavan tuottamaa perusrakennetta yhdessä muidenkin ominaisuuksien (lujuus, kovuus, plastisuus, särmikkyys, pyöreys jne.) kanssa voisi pitää rajoittavana tekijänä, mutta oikein ymmärrettynä juuri nämä rajoitukset muodostavat perustan rakenteiden suunnittelulle. Jos rakenteita voisi muotoilla täysin vapaasti muovailuvahan tapaan, me emme ehkä kykenisi lainkaan tuottamaan toimivia koneita. (Tuomaala 1995,146.)

## 4 TUOTEKEHITYS

Tuotekehitys tarkoittaa toimintaa, jonka tavoitteena on kehittää uusi tai parannettu tuote. Se on monivaiheinen prosessi, käsittäen asioita tuoteidean etsimisestä aina käyttöohjeiden laatimiseen sekä tuotantomenetelmien kehittämiseen ja kaikkea siltä väliltä.

Tuotekehityksessä pyritään täyttämään asetetut tavoitteet niin hyvin kuin on teknisesti ja taloudellisesti mahdollista ja tarkoituksenmukaista. (Jokinen 1998, 9.)

Tuotekehitysprojektin onnistuminen edellyttää oikeita päätöksiä ja aikataulussa pysymistä. Suunnitteluvaiheessa tehdyt ratkaisut ja eri valmistusmenetelmien valinnat vaikuttavat noin 80 %:iin tuotteen lopullisista kustannuksista. Uuden tuotteen kehittäminen ja suunnitteleminen vaikuttavat olennaisesti yrityksen toiminnan laatuun. Laatuajattelun perusajatuksen mukaan tuotteen käyttäjän tyytyväisyys on asetettava tuotekehityksen lähtökohdaksi ja tuote on suunniteltava myös valmistuksen kannalta helpoksi. Suunnittelijoiden on selvitettävä paitsi käyttäjäkunnan mieltymykset ja toiveet, myös valmistustekniikkaan liittyvät ongelmat. (Aaltonen ym.1991, 45.)

Vastaavasti tuotekehitystoiminnassa voi olla kyse tunnetun järjestelmän sovittamisesta toiseen tarkoitukseen. Tällöin joudutaan yksityisiä osia suunnittelemaan uudestaan, mutta ratkaisuperiaate säilyy entisenä eikä tavoitteena ole täysin uuden tuotteen suunnitteleminen. (Jokinen 1998, 10.)

Onnistunut tuotekehitystoiminta on yrityksen menestymisen yksi keskeisimmistä edellytyksistä ja siitä on huolehdittava jatkuvasti. Muuten tulee aika, jolloin tuotteet vanhenevat, myynti vähenee ja mahdollisesti loppuu kokonaan, jolloin asema markkinoilla heikkenee. (Jokinen 1998, 9)

## 4.1 TYÖVAIHEET TUOTEKEHITYSHANKKEESSA

Tuotekehityshanke jaetaan yleensä neljään toimintavaiheeseen, jotka ovat seuraavat: hankkeen käynnistäminen, luonnostelu, kehittäminen ja viimeistely. Ennen lopullista hankkeen toteuttamispäätöstä olisi huolellisesti selvitettävä kehitettävän tuotteen kehittämiskustannukset, markkinointinäkymät, saatavat tuotot sekä työterveydelliset ja ympäristösuojelulliset seikat. (Jokinen 1998, 14.)

### 4.1.1 KÄYNNISTÄMINEN

Perusedellytyksenä uudelle tuotekehitysprojektille on, että on olemassa **tarve** tuotteelle ja mielikuva sen **toteuttamismahdollisuudesta**. Pelkkä tarve ei ole riittävä, koska jos tuote ei ole mahdollista toteuttaa, ei myöskään tuotekehitysprojekteja käynnisty. Vrt. ikiliikkuja. (Jokinen 1998, 17.)

Tuoteideoiden systemaattisessa etsimisessä selvitetään ensin ne tuotealueet, joilla yrityksen potentiaaliset mahdollisuudet ovat suurimmat. Tuotealueelle voi olla tunnusomaista esimerkiksi, että tuotteet täyttävät tietyn toiminnon tai toimivat tietyllä toimintaperiaatteella tai valmistetaan tietyistä raaka-aineista tai tietyllä valmistusmenetelmällä tai että ne markkinoidaan tietyille asiakaskunnalle. (Jokinen 1998, 20.)

Ideoinnilla pyritään tuottamaan mahdollisimman paljon erilaisia ratkaisuja ajattelemta niiden toteuttamismahdollisuuksia tai mielekkyyttä yleensä. Löydetystä tuoteideasta laaditaan kehitysehdotus, joka sisältää:

- kehitettävän tuotteen kuvauksen
- tekniset vaatimukset
- taloudelliset vaatimukset
- käytettävissä olevan kehityspanoksen
- aikataulun.

Yrityksen johdon myöntämällä lopullisella kehityspäätöksellä voidaan aloittaa luonnosteluvaihe. (Jokinen 1998, 21.)

#### 4.1.2 LUONNOSTELUVAIHE

Luonnosteluvaiheessa etsitään vaihtoehtoisia ratkaisuluonnoksia kehitettävälle tuotteelle. Tässä vaiheessa ei vielä tehdä yksityiskohtaisia piirustuksia mittakaavoihin, vaan ratkaisuperiaatteita selventäviä luonnoksia. Luonnostelu sisältää samat työvaiheet kuin mitä päätöksenteossa tai ongelmanratkaisussa käytetään ja ne ovat yleensä seuraavia:

- havaitaan ongelma
- hankitaan asiatietoa
- analysoidaan ongelma
- laaditaan vaatimukset ja tavoitteet
- etsitään ratkaisuideoita ja karsitaan/arvostellaan niitä
- testataan valittuja ratkaisuja ja lopuksi tehdään lopullinen päätös.

(Jokinen 1998, 21.)

#### 4.1.3 KEHITTÄMINEN

Kehittelyvaiheessa suunnitellaan tuotteen yksityiskohdat teknis-taloudellisten näkökohtien mukaan niin, että viimeistelyvaiheessa työpiirustukset ja osaluettelot ovat yksikäsitteisesti tehtävissä. Kehittely alkaa mittakaavaan laadittavan konstruktion tekemisellä. Samalla on vielä hyvä käydä läpi tuotteelle asetetut vaatimukset ja tavoitteet, joista selviää mm: mittavaatimukset kuten liitännämitat, ergonomiset mitat jne., toiminnalliset vaatimukset kuten käyttöasento, käyttötapa, liikesuunta jne. ja raaka-ainevaatimukset kuten korroosiokestävyys, jännitelujuus, hitsattavuus jne. (Jokinen 1998, 90.)

Konstruktion tekemisen jälkeen etsitään mallista mahdollisia heikkoja kohtia, jotka pyritään poistamaan ideoimalla uusia ratkaisumahdollisuuksia ja suunnittelemalla kyseiset kohdat uudestaan. Näin päädytään parannettuun konstruktion, jonka tekninen ja taloudellinen arvo määritetään, ja voidaan aloittaa yksityiskohtien suunnittelu.

Tällöin etsitään kohteita, joiden optimointi vielä oleellisesti saattaa parantaa konstruktion arvoa. Tähän vaiheeseen kuuluu myös järjestelmän luotettavuuden analysointi. Kehittelyvaihe päättyy kehitetyn konstruktion vahvistamiseen. (Jokinen 1998, 91.)

#### **4.1.4 VIIMEISTELY**

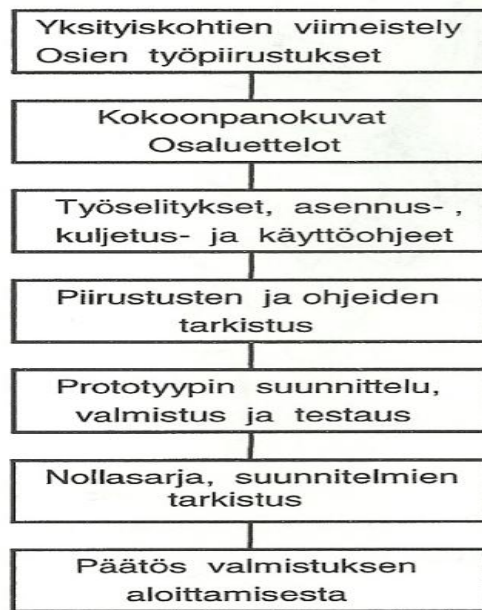
Kun ongelma on perin juurin selvitetty ja se tunnetaan kaikilta näkökulmilta, hyvän loppuratkaisun laatimisessa ei ole mitään ongelmia. Kysymyksessä on vain ammattitaidon ja hankitun osaamisen soveltaminen. Ei siinä tarvita mitään heureka-oivalluksia.

(Tuomaala 1995,44.)

Viimeistelyssä kehitellystä konstruktiosta tehdään työpiirustukset, työselitykset, asennus- ja käyttöohjeet yms., jotka tarvitaan tuotteen valmistamiseen ja käyttämiseen. Tässä vaiheessa päätetään lopullisesti käytettävät raaka-aineet, valmistustavat, toleranssit, pintakäsittelyt jne. Jos laite on halpa tai sarjavalmistainen, tehdään prototyyppi ja nollasarja. Kalliista laitteesta ei prototyyppiä yleensä valmisteta, vaan tehdään pienoismalleja tai kriittisimmistä osista täysmittaisia koekappaleita tehtyjen ratkaisujen oikeellisuuden todentamiseksi.

(Jokinen 1998, 96.)

Viimeistely jaetaan yleensä kuvion 2 mukaisiin työvaiheisiin.



Kuvio 2: Viimeistelyn työvaiheet (Jokinen 1998, 96.)

Prototyypivaihe sisältää prototyypin suunnittelun, valmistuksen, testauksen sekä tulosten analysoinnin ja suunnitelmien tarkistamisen ja se tehdään yleensä tuotteen teknisten ja taloudellisten ominaisuuksien selvittämiseksi ja/tai edullisimpien valmistusmenetelmien löytämiseksi. Nollasarjan suunnittelun ja valmistuksen tarkoituksena on ennen kaikkea tutkia ja testata niitä valmistusmenetelmiä, joilla tuote on tarkoitus sarjavalmistuksessa tehdä. Se antaa myös tietoa valmistuskustannuksista ja tuotteen teknisistä ominaisuuksista prototyypin tavoin. (Jokinen 1998, 98-99.)

Kun tuote on saatu tuotantoon, niin se ei välttämättä merkitse tuotekehityksen päättymistä. Jotta tuote olisi mahdollisimman kilpailukykyinen myös tulevaisuudessa, on sitä jatkuvasti kehitettävä. On hyvä pitää tilastoa esille tulevista tuotteen mahdollisista vioista, käyttöhäiriöistä ja asiakkaiden valituksista, koska nämä kokemustiedot ovat erittäin arvokkaita myös muita tuotekehitysprojekteja toteutettaessa. (Jokinen 1998, 99.)

## 4.2 TUOTTEEN LUOTETTAVUUS

Luotettavuudella ja käyttövarmuudella ymmärretään tuotteen tai järjestelmän kykyä toimia ilman keskeytyksiä. Tuotekehityksessä luonnostelu- ja kehittälyvaihe ovat tuotteen luotettavuuden kannalta ratkaisevia, sillä silloin tehdään perusratkaisut, jotka määräävät luotettavuuden asteen. Huolellinen valmistus on yhtä kuin korkea konstruktion mahdollistama luotettavuus. Näin ollen valmistuksella ja valmistusmenetelmien valinnalla on oleellinen vaikutus tuotteen lopulliseen luotettavuuteen. Järjestelmän luotettavuus riippuu sen osien luotettavuudesta ja siitä, miten järjestelmä on rakennettu. Rakenne määrää, miten yhden osan vioittuminen vaikuttaa koko järjestelmän toimintaan. (Jokinen 1998, 127.)

## 4.3 OPTIMOINTI

Absoluuttisesti parasta ratkaisuvaihtoehtoa ei yleensä varmuudella pystytä löytämään.

Laitteen suunnittelijan on kuitenkin arvioitava, mille seikoille potentiaaliset asiakkaat tulevat asettamaan painon, ja tämän jälkeen pyrittävä löytämään mahdollisimman edullinen ratkaisu eli optimoitava konstruktio valitun kriteerin suhteen.

Optimoitavana asiana voi olla rakenteiden optimointi, valmistuskustannukset, massa, tilavuus, häviöt, laitteen antama teho jne. Useasti se on jokin yhdistelmä edellä mainituista tai muista seikoista. Oikean kohdefunktion etsiminen on tärkeimpiä tehtäviä ratkaistaessa optimointiongelmia. (Jokinen 1998, 155.)

Mm. lujuuden ja dynamiikan mukaan voidaan helposti määritellä optimirakenne. Tämä ei kuitenkaan yleensä sovi yhteen valmistettavuuden, käytettävyyden eikä monen muunkaan näkökohdan suhteen. Vaikka optimia kaikkien näkökohtien mukaan ei voida koskaan saavuttaa, on silti olemassa mahdollisuus optimaaliseen kompromissiin. Todelliset kehittyneet konerakenteet edustavat juuri tätä ominaisuusyhdistelmää. (Tuomaala 1995,146.)

## 5 3D-MALLINTAMINEN SUUNNITTELUSSA

Tässä luvussa kuvataan 3D-mallintamista sekä kerrotaan mallintamisen eri vaiheista ja mitä ne pitävät sisällään. Luvussa käydään läpi lisäksi suunnitteluprosessia ja kuvataan, miten 3D-mallista saadaan aikaan 2D-piirustus.

### 5.1 3D-MALLINNUS

3D-mallinnuksella tarkoitetaan erilaisten tuotteiden suunnittelua kolmiulotteisesti.

Suunnittelijan näkökulmasta tämä tarkoittaa sitä, että kappaleet, osat ja kokoonpanot näyttävät oikeilta ja niille annetaan kaikki ne fysikaaliset sekä mekaaniset ominaisuudet, jotka valmistettavalla tuotteella todellisuudessaakin on. Tuote suunnitellaan kolmiulotteisessa avaruudessa, joka koostuu x-, y- ja z-koordinaattiakseleista. (Tuhola & Viitanen 2008, 17.)

Tuotteiden elinkaaret ja toimitusajat ovat lyhentyneet, minkä takia ajasta on tullut laadun lisäksi yksi keskeisimmistä kilpailutekijöistä. Yritykset joutuvat entistä enemmän kiinnittämään huomiota tuotetiedon tehokkaaseen käyttöön yrityksen sisällä ja verkostoitumisen myötä myös yritysten välillä. CAD-suunnittelu omalta osaltaan edesauttaa ja tukee tuotetiedon systematisointia ja uudelleenkäyttöä sekä hajautettua käyttöä ja tiedon saatavuutta. Nämä yhdessä nopeuttavat huomattavasti tuotteen suunnitteluun ja asiakastoimitusprosessiin kuluvaan aikaan, parantavat suunnittelun laatua ja tehokkuutta. (Laakko ym.1998,8.)

Teollisuuden alalla käytetään mm. seuraavia ohjelmia:

- Autodesk Inventor
- SolidWorks
- SolidEdge
- Vertex G4
- Unigraphics
- Pro/ENGINEER
- Catia V5

- Design Modeller
- IronCAD.

(Tuhola & Viitanen 2008, 16.)

## 5.2 3D-MALLINTAMISEN VAIHEET

Mallinnus tapahtuu aina tiettyä reittiä pitkin, joka sisältää seuraavia vaiheita:

### **Lähtötiedot**

Suunnittelijalla on idea, valmis luonnos tai jopa valmis tuote tai toimeksianto, jota hän lähtee työstämään.

### **Esivalmistelu**

Järjestelmä viritetään syöttämällä siihen asiakkaan pohjat ja tarvittavat määrittelyt.

### **Mallinnus**

Suunnittelija tekee toimeksiannon pohjalta karkean luonnoksen eli sketsin.

Sketsistä luodaan malli.

Kahta edellä mainittua vaihetta toistetaan, kunnes tuote on kokonaisuudessaan mallinnettu eli siitä on tehty osamallit.

Osamalleista tehdään kokoonpano.

Kokoonpanosta ja osamalleista tuotetaan tarvittavat 2D-piirustukset tuotetietoineen ja osaluetteloineen. (Tuhola & Viitanen 2008, 19.)

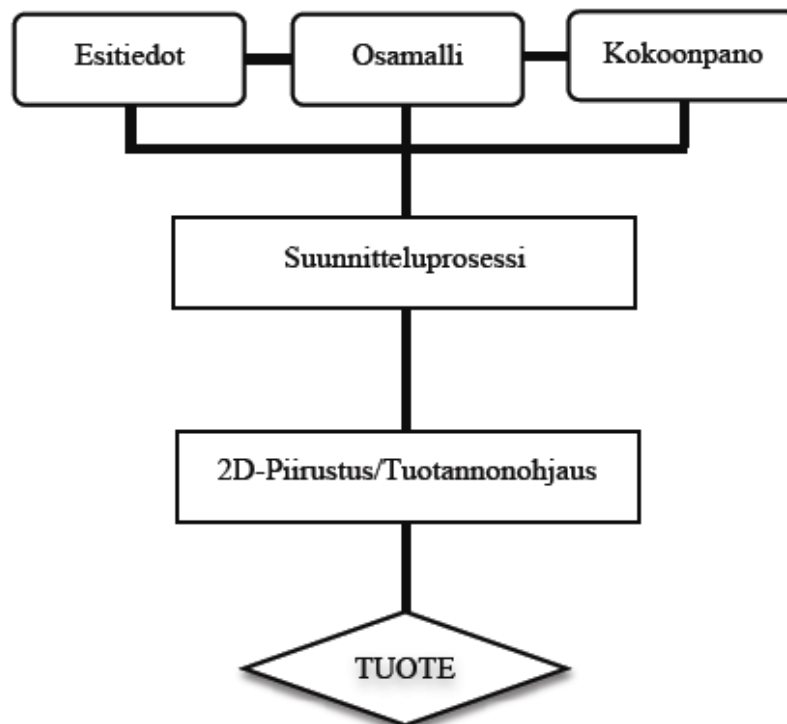
Tämän vaiheluettelon avulla 3D-mallinnus on helpompi ymmärtää prosessina, joka koostuu edellä mainituista vaiheista. Varsinainen mallinnus sisältää muitakin välivaiheita ja on omana prosessinaan huomattavasti monimuotoisempi. (Tuhola & Viitanen 2008, 20.)

### 5.3 SUUNNITTELUPROSESSI JA LÄHTÖKOHDAT

Mallintamisen käyttö suunnitteluprosessin osana perustuu kolmeen keskeiseen asiaan, jotka ovat vahvasti kytköksissä toisiinsa: **esitiedot, osa-malli(t) ja kokoonpano**. Jotta 3D-mallintamisen prosessi voitaisiin viedä läpi siten, että lopputulokseksi saadaan halutunlainen tuote, täytyy suunnittelijalla olla esitiedot suunniteltavasta tuotteesta. Esitietojen pohjalta suunnittelija luo osamallin ja osamallien avulla kokoonpanon. (Tuhola & Viitanen 2008, 54.)

Yhdessä nämä kolme muodostavat 3D-mallintamisen suunnitteluprosessin, jonka kautta tuotetaan 2D-piirustukset, tarvittavat tiedot tuotannonohjausta varten sekä lopullinen valmis tuote. Kuviossa 3 nähdään 3D-mallintamisen suunnitteluprosessi.

(Tuhola & Viitanen 2008, 54.)



Kuvio 3: 3D-mallintamisen suunnitteluprosessi (Tuhola & Viitanen 2008, 54.)

Kaikki mallintaminen ja suunnittelu lähtevät tiedonhankinnasta. Siksi suunnittelijan on saatava asiakkailtaan kaikki heidän käytössään oleva tieto siitä, kuinka konetta käytetään tai on aikaisemmin käytetty, olosuhteet, joissa käyttö tapahtuu, sekä kuormitus- ja mitoitusvaatimukset. (Tuhola & Viitanen 2008, 55.)

#### **5.4 3D-MALLISTA 2D-PIIRUSTUKSEKSI**

Mallinnuksen päämäärä tähtää aina 2D-piirustusmateriaalin tuotantoon, jonka pohjalta voidaan valmistaa lopullinen tuote. Kaikki tuotannolliset dokumentit ovat edelleenkin paperille tulostettavia, yleensä sähköisessä muodossa olevia 2D-dokumentteja. 2D-dokumentin luonti tapahtuu aikaisemmin tehdyistä 3D-malleista. Kuvageneraattori kääntää 3D-mallit automaattisesti standardipiirustuksiksi 2D-muotoon. Piirustus ei ole vielä kuvan käännön jälkeen täysin valmis, vaan piirustukseen lisätään vielä tarvittavaa informaatiota, kuten osaleikkaukset, leikkauskuvat, osasuurenokset, mitoitukset, toleranssit, pintamerkit, osanumerointi, osakuvien tuotetiedot ja selventävät tekstit. (Tuhola & Viitanen 2008, 55.137.)

2D-standardipiirustukseen välittyvät kaikki 3D-mallin yksityiskohdat. Lisäksi 3D-malli ja siitä tehty 2D-piirustus on linkitetty toisiinsa. Tehdyt muutokset 3D-malliin päivittyvät näin ollen automaattisesti 2D-piirustukseen. Tämä tarkoittaa merkittävää työsäästöä piirustusprosessissa. (Tuhola & Viitanen 2008, 138.)

## **6 PYSÄKÖINTILAITOKSEN HISSIMEKANISMI**

## **6.1 MALLINNUSPROSESSI**

### **6.1.1 LÄHTÖTIEDOT**

### **6.1.2 KAPPALEKOHTAINEN MALLINNUK**

### **6.1.3 MEKANISMIN KOKOONPANO**

## **6.2 TOIMINTAPERIAATE**



### **6.3 PROJEKTIN ALOITUS**

### **6.4 TUOTTEEN LUONNOSTELU**





## **6.5 TUOTTEEN KEHITTÄMINEN**







## **6.6 VIIMEISTELYVAIHE**

## **7 RUNGON MALLINNUS**





## 8 YHTEENVETO

Tavoitteena opinnäytetyössä oli suunnitella ja mallintaa hissimekanismi Oy POKOSTORE-Systems Ltd:n automaattiseen pysäköintijärjestelmään sekä lisäksi mallintaa pysäköintijärjestelmän runko ja tehdä siitä työpiirustukset, jotta siitä voitiin valmistaa pienoismalli. Hyvän taustatutkimuksen sekä teoriapohjan avulla tavoite saavutettiin hyvin.

Oy POKOSTORE-Systems Ltd. oli työn tuloksiin tyytyväinen, ja opinnäytetyössä mallinnettu hissimekanismi sekä pysäköintilaitoksen runko auttavat osiltaan yritystä myöhemmin kehittämään järjestelmäänsä.

Haastavinta opinnäytetyössä oli suunnitteluvaihe. Yritys ja sen toiminta olivat ennestään tuntemattomia, eli tiedon kerääminen piti aloittaa ihan alusta. Oman haasteensa asetti myös mallinnusohjelma, mutta ajan ja käytön myötä se tuli koko ajan tutummaksi.

Työn tekeminen oli mielenkiintoista ja se opetti paljon. Sitä tehdessä oppi paljon suunnittelutyöstä ja näki, mitä kaikkia eri asioita se pitää sisällään. Opinnäytetyön tekeminen vaati pitkäjänteisyyttä ja kykyä hahmottaa pienempiä kokonaisuuksia, jotta oli mahdollista saada aikaan lopullinen, suurempi kokonaisuus. Työn tekeminen antoi hyvän pohjan tulevaisuuden suunnitteluprojekteja ajatellen.

## LÄHTEET

*Oy POKOSTORE-Systems Ltd. [online] [viitattu 01.06.2010]*

*<http://www.pokostore.fi>*

*Pohjanmaan Konepaja Oy [online] [viitattu 01.06.2010]*

*<http://www.pokooy.com>*

Aaltonen, Kalevi; Ekman, Kalevi; Kamppari, Jorma; Kauppinen, Veijo; Kivivuori, Seppo; Paro, Jukka & Vuorinen, Jouko. 1991. Työvälinetekniikka. Hämeenlinna: Karisto Oy

Gerhard, Pahl & Wolfgang, Beitz. 1990. Koneensuunnitteluoppi. Porvoo: Metalliteollisuuden kustannus Oy

Hietikko, Esa. 2009. Solidworks – Tietokoneavusteinen suunnittelu. Tampere: Tampereen Yliopistopaino Oy

Jokinen, Tapani. 1998. Tuotekehitys. Helsinki: Valopaino Oy  
Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy

Laakko, Timo; Sukuvaara, Antti; Borgman, Jukka; Simolin, Teemu; Björkstrand, Roy; Konkola, Marcus; Tuomi, Jukka & Kaikkonen, Hannu. 1998. Tuotteen 3D- CAD-suunnittelu. Porvoo: WSOY- Kirjapainoyksikkö

Lempiäinen, Juhani & Savolainen, Jari. 2003. Hyvin suunniteltu – puoliksi valmistettu. Helsinki: Hakapaino Oy

Tuhola, Esa & Viitanen, Kristiina. 2008. 3D-mallintaminen suunnittelun apuvälineenä. Tuomaala, Jorma. 1995. Luova koneensuunnittelu. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy