

SATAKUNNAN AMMATTIKORKEAKOULU



Marko Vaahtera

2007

VALMISTUSMENETELMIEN SUORITUSKYVYN HALLINTA  
UUSISSA PROJEKTEISSA

Tekniikka Rauma

Tuotantotalouden koulutusohjelma

## VALMISTUSMENETELMIEN SUORITUSKYVYN HALLINTA UUSISSA PROJEKTEISSA

Vaahtera, Marko

Satakunnan Ammattikorkeakoulu

Tekniikka Rauma

Tuotantotalouden koulutusohjelma

Yritys: Oras Oy

Valvoja: tuotantoteknologia päällikkö Jukka Koskinen

Huhtikuu 2007

Ohjaaja: yliopettaja Jarmo Karinen

UDK: 658.51

Sivumäärä: 43

Asiasanat: automaatio, koneensuunnittelu, laadunvarmistus, suunnitteluohjeet, robotit

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää, miten ja mitkä asiat tulisi ottaa huomioon uusien valmistusmenetelmien suunnittelussa ja käyttöönotoissa erilaisissa projekteissa. Tavoitteena oli muodostaa ohjeistus ja tapa toimia uusien menetelmien suunnitteluvaiheessa, jotta pystyttäisiin ottamaan huomioon kaikki asiat, jotka vaikuttavat projektien onnistumiseen. Suunnitteluvaihe on aina tietyn projektin kestävä, joten sitäkin puolta selvitettiin ja huomioitiin. Suunnittelussa on myös otettava huomioon laadulliset ja kustannustekniset näkökulmat. Laadulliseksi tavoitteeksi sovittiin Six Sigma 1,67. Koneiden suunnittelussa tulisi ottaa myös huomioon käytettävyys, suorituskyky ja elinkaari.

Uutta ajatusmallia lähdettiin hyödyntämään ja toteuttamaan keernakoneen automatisoinnissa. Tavoitteena oli automatisoida keernojen valmistus niin, että robotti hoitaisi keernojen poistamisen koneelta ja lastaamisen häkkeihin. Koneenhoitajan tehtäviksi jäisivät hiekan lisäys sekä täysinäisten ja tyhjien häkkien vaihdot.

Häkkien käsittelyjärjestelmä tilattiin Drivematic Oy:stä. Robotti oli olemassa ja sen ohjelmointi ja tarttumat valmistettiin itse. Keernakoneeseen tehtävät muutokset suoritti KCI.

Työn tuloksena saatiin muodostettua ohjeistus tulevia suunnitteluprojekteja varten.

# PERFORMANCE MANAGEMENT OF MANUFACTURING METHODS IN NEW PROJECTS

Vaahtera, Marko

Satakunta University of Applied Sciences

School of Technology Rauma

Industrial Management

Commissioned by Oras Oy

Supervisor: Jukka Koskinen, Production Technology Manager

April 2007

Tutor: Jarmo Karinen, Principal Lecturer

UDC: 658.51

Number of pages: 43

Keywords: automation, machine planning, planning instruction, quality assurance, robots

The purpose of this thesis was to define how and which issues should be taken into account when planning a new project. The aim of this thesis was to create the instructions and conventions in the planning processes of new methods. All the issues which affect the success of the new project were taken into account. The agreed quality level was chosen to be Six Sigma 1,67. In the design of machines, the usability, performance and life cycle must also be taken into account.

The new way of thinking was utilized and implemented in the automation of the core machine. The metal basket handling system was ordered from Drivematic Oy. The robot existed and the modifications of the core machines were made by KCI.

As a result of this thesis a new set of instructions to be used in the future planning projects was created.

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYS

TERMILUETTELO

1	JOHDANTO .....	7
2	VALMISTUSTEKNIIKAN KEHITTÄMINEN .....	9
2.1	Tekniset päätelmät .....	9
2.1.1	Valmistusmenetelmien suunnitteluprosessi .....	10
2.1.2	Koneenrakennustekniikka ja automaatio .....	10
2.2	Keernan valmistaminen ja käyttäminen .....	13
2.2.1	Keernojen valmistaminen manuaalisesti Oras Oy:llä .....	15
2.2.2	Keernan valmistuksen parametrit.....	16
2.2.3	Keernojen valmistaminen automaattisesti .....	18
2.3	Liiketoimintaan vaikuttavat juridiset ja taloudelliset asiat .....	21
2.3.1	Koneen valmistajan tehtävät .....	21
2.3.2	CE-merkintä .....	22
2.3.3	Talous ja kannattavuus .....	23
2.3.4	Maailmanluokan yrityksen kannattavuus.....	24
2.3.5	Kilpailukyky.....	25
2.3.6	Kilpailukyky Oras Oy:llä .....	26
2.3.7	Kustannuslaskenta.....	26
2.3.8	Laatu.....	27
2.4	Robotisointiprojekti .....	31
2.4.1	Robottiprojektin investointi- ja käyttökustannukset .....	31
2.4.2	Robotti-investoinnin kannattavuus.....	32
2.5	Suunnittelun lähtökohdat .....	33
2.6	Suunnittelu- ja toteutusvaihe.....	34
3	CASE: ROBOTISOLUN RAKENTAMINEN .....	36
3.1	Asentaminen.....	36
3.2	Käyttöönotto.....	36
4	SUUNNITTELUOHJEEN LAATIMINEN.....	38
5	YHTEENVETO .....	40

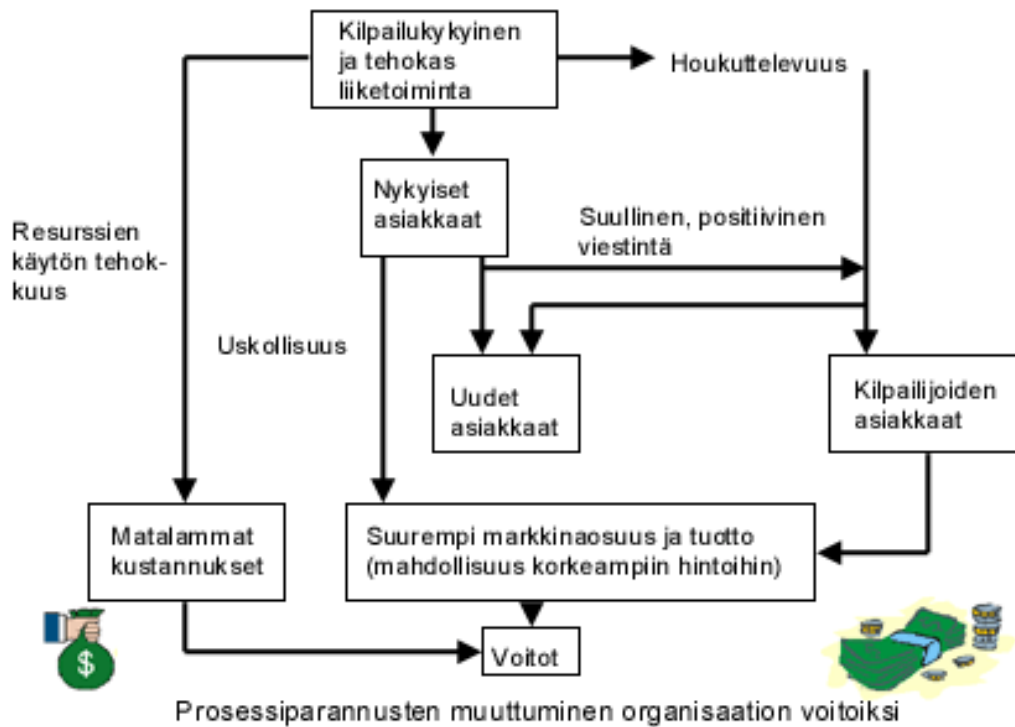
LÄHTEET.....	42
LIIKTEET	

## TERMILUETTELO

CAD	Tietokoneavusteinen suunnittelu, Computer Aided Design on tietokoneen käyttöä apuvälineenä etenkin insinöörien ja arkkitehtien harjoittamassa suunnittelutyössä.
CAM	Tietokoneavusteinen valmistus, Computer Aided Manufacturing on tuotteen elinkaarihallinnan vaihe, jonka suorittaa CAM-tietokoneohjelma.
CNC	Tietokoneistettu numeerinen ohjaus, Computer Numerical Control tarkoittaa työstö- tai muun koneen käyttöä sovitun koodin mukaisilla komennoilla (merkeillä ja numeroilla), jotka koneen ohjauselektronikka toteuttaa muuntamalla ne tarvittaviksi moottorien liikkeiksi.
$C_p$	$C_p$ -indeksi kertoo prosessin teoreettisen laaduntuottokyvyn, eli mihin päästäisiin, mikäli prosessia ohjattaisiin tavoitteena toleranssialueen keskusta.
FMS	Joustava valmistusjärjestelmä, Flexible Manufacturing System mahdollistaa miehittämättömät ajot.
Keerna	Valukappaleen sisäpuolisia muotoja muovaava muotin osa. Keernoja voi olla kiinteitä tai liikkuvia, jotka vedetään jähmettymisen jälkeen pois valukappaleen sisältä.
KET	Keskeneräinen tuotanto.
Robustisuus	Järjestelmä on robusti, jos se ei ole herkkä prosessin parametrien muutoksille ja on tämän lisäksi häiriösietoinen.
ROI	Sijoitetun pääoman tuotto prosentti. Tunnusluku joka ilmoittaa yrityksen sitomilleen varoille ansaitseman tuoton. Suositeltava laskentatapa on $(100 \times (\text{nettotulos} + \text{rahoituskulut}) / \text{sijoitettu pääoma})$ .
Sigma ( $\sigma$ )	Kreikkalainen kirjain. Se on variaation mitta, minkä tahansa prosessin keskiarvon ympärillä.
Six Sigma	Tilastotieteeseen perustuva laatujohtamisen työkalu. Prosessin laatumitta, joka indikoi, että on 6 standardipoikkeamaa prosessin keskiarvon ja alemman ja ylemmän speksirajan välillä. Siksi suurempi luku sigmoja tarkoittaa pienempää vaihtelua keskiarvon ympärillä.
TQM	Total Quality Management on kokonaisvaltaisen laatujohtamisen malli.

# 1 JOHDANTO

Valmistus- ja työmenetelmillä vaikutetaan suoraan yrityksen kilpailukykyyn (Kaavio 1). Tämän vuoksi on ensiarvoisen tärkeää, että yrityksen käyttämät valmistusmenetelmät ovat ko. kohteisiin oikeita.



Kaavio 1. Yrityksen kilpailukykyyn muodostuminen

Tehokkailla menetelmillä on mahdollista valmistaa tuote huomattavasti edullisemmin, laadukkaammin ja nopeammin kuin tehtävään huonosti soveltuvilla työmenetelmillä (Uusi-Rauva 2003, 419). Usein suunnitteluvaiheessa ei oteta kaikkia asioita huomioon, jolloin voi jäädä tärkeitäkin muuttujia huomioimatta. Huonosta suunnittelusta seurauksena voi olla aivan jotain muuta kuin alun perin suunniteltiin.

Yritysten, joilla on tehtaita eri maissa, tulee valmistusmenetelmiä vertailtaessa ottaa huomioon missä toimipisteessä ko. laitetta tullaan käyttämään. Korkeiden työkustannusten takia Suomessa panostetaan valmistusprosesseissa automaation hyödyntämiseen. Monissa halvemman työkustannusten maissa voidaan käyttää halpoja käsiä hyödyksi automaation sijaan.

Tämä työ on tehty vuonna 1945 perustetulle Oras Oy:lle. Perheyritys on Pohjoismaiden markkinajohtaja, jonka päätavoitteena on kehittyä yhdeksi maailman johtavista yrityksistä toimialallaan. Oras Oy kehittää, valmistaa ja markkinoi käyttäjäystävällisiä talotekniikan vesijärjestelmiin kuuluvia tuotteita. Oras Oy:llä on tehdasyksiköt Suomessa, Puolassa ja Norjassa sekä myyntitoimintaa lähes kaikissa Euroopan maissa. Oras Oy on alusta alkaen ollut alansa edelläkävijä ja panostanut hanoissa käytön mukavuuteen, turvallisuuteen ja muotoiluun. Viime vuosina Oras Oy on toiminut yhteistyössä italialaisen designosaajan Alessin kanssa. Henkilöstöä yrityksellä on kaikkiaan 1100, joista Suomessa 700. Oras-konsernin liikevaihto oli vuonna 2006 137,5 miljoonaa euroa.

Hanatuotteet ovat Oras Oy:n selkeä ydinosamisalue, ja se muodostaa yrityksen kilpailukyvykkyyden. Tuotteet ovat korkeasti arvostettuja, ja Oras on tunnettu tuotemerkki Euroopassa.

Työn tarkoituksena oli selvittää, miten ja mitkä asiat tulisivat ottaa huomioon uusien valmistusmenetelmien suunnittelussa ja käyttöönotoissa erilaisissa projekteissa. Tavoitteena oli muodostaa ohjeistus ja tapa toimia uusien menetelmien suunnitteluvaiheessa. Näiden tietojen pohjalta laadittiin suunnitteluohje tulevia suunnitteluprojekteja varten.

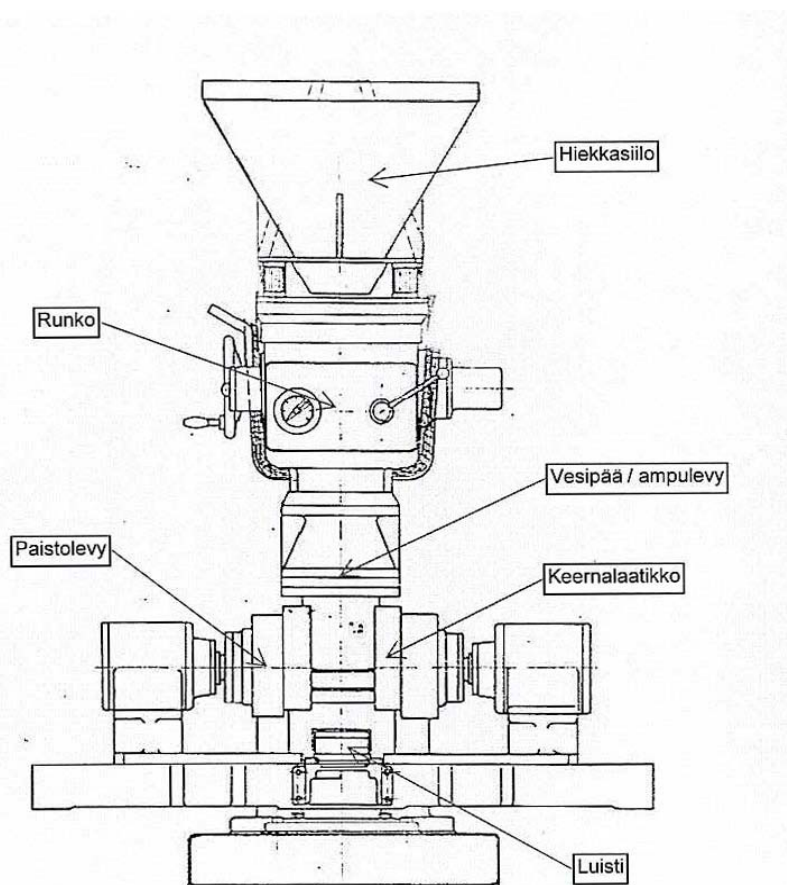


## 2 VALMISTUSTEKNIIKAN KEHITTÄMINEN

### 2.1 Tekniset päätelmät

Uuden laitteiston / koneen suunnittelussa pitää ottaa monia asioita huomioon. Näitä ovat mm. kustannukset, lait, asetukset, koneenrakennustekniikka ja automaatio. Kustannuslaskennassa on oleellista kuvata ja analysoida tuotteiden tuotantoprosessi. Näiden avulla voidaan selvittää, miten tuotantotekijöiden käyttö riippuu suoritteista. Koska työssä tarkastellaan suunnittelu- ja valmistusprosessia, on tärkeää selvittää kumpikin prosessi erikseen. Tämän jälkeen kehitetään suunnitteluohje, jota on helppo soveltaa uusissa suunnittelu- ja toteutusvaiheissa.

Työssä tarkastellaan tapauskohtaisesti perinteisen Röperwerk-keernakoneen (Kuva 1) robotin avulla tapahtuvaa automatisointia.



Kuva 1. Keernakoneen pääosat

### 2.1.1 Valmistusmenetelmien suunnitteluprosessi

Suunnitteluprosessi lähtee liikkeelle hankittavasta laite-/konetoimeksiannosta. Tämän jälkeen aloitetaan varsinainen suunnitteluprosessi. Siinä hankitaan kaikki mahdollinen tieto ko. prosessista. Tällä varmistetaan, että kaikki asiat tulevat otetuiksi huomioon. Teollisuudessa on vuosikymmenet noudatettu sanontaa: ”Valmistettu hyvää konepajatekniikkaa noudattaen” (Kaavio 5). Tämä on taannut ostajalle ja valmistajalle sen, että ko. laite on valmistettu lakien ja säädöksiensä mukaan. Tätä ilmaisua käytetään vielä nykyäänkin. Ilmaisulle ehkä soveltuvampi ilmaisu on koneiden CE-merkintä ja sitä kautta tehtävään vaatimuksenmukaisuusvakuutus (Liite 1). Suunnitteluprosessiin vaikuttaa oleellisesti, se onko hankittava kone/laitte uusi vai vanhan modernisointi. Suunnittelun alussa päätetään, mitä osia valmistetaan itse ja mitä hankitaan ulkoa.

Ennen suunnitteluprosessin toteutusvaihetta on yrityksessä tutkittu investoinnin kannattavuus ja kartoitettu investoinnin riskit. Lisäksi päätetään investoinnin käyttöikä, sijoitetaanko lähitulevaisuuteen vai tuleeko panostus tuottamaan hedelmää vasta muutaman vuoden päästä. Samoilla kriteereillä mietitään, tarvitaanko ko. investointia välttämättä lainkaan. Samaan lopputulokseen taloudellisesti voidaan päästä tuotantoa tehostamalla.

### 2.1.2 Koneenrakennustekniikka ja automaatio

Koneenrakennuksessa tulee ottaa huomioon monia asioita. Lujuusopillisilla laskelmissa pyritään ennakoimaan rakenteen mekaanista käyttäytymistä tietyn kuormitustilanteen vaikuttaessa. Keskeinen käsite laskentamalleilla operoitaessa on, että laskelmat kohdistuvat rakennetta kuvaavaan abstraktiseen mallin, ei todelliseen rakenteeseen (Airila ym. 1997, 9). Elinikäajattelu perustuu materiaalien ja ratkaisujen valinnassa käytössä olleeseen tietoon laitteiston suunnittelusta eliniästä. Käytettävyyden kulkee käsi kädessä häiriöherkkyyden ja kunnossapidon kanssa. Käytettävyyden pitää olla 100 % suunnittelussa, ei voida lähteä siitä, että suunnitellaan laitteiston käytettävyydeksi alle 100 %. Käyttöliittymän tulee olla käyttäjäystävällinen, sekä ohjata

käyttäjää luontaisesti oikeaan suuntaan, jolloin välttyään tuotantokatkoksilta ja laadullisilta ongelmilta. Materiaalin valinta on vaiheittain etenevä ongelmanratkaisuprosessi. Materiaalin valinnassa määritellään vaadittavat ominaisuudet. Aluksi tarkastellaan päämateriaaleja ja valitaan perusvaihtoehdot (Airila ym. 1997, 100). Koneeseen laaditaan ennakkohuoltosuunnitelmat samalla kun varmistetaan, että huoltokohteisiin on helppo päästä. Ennakkohuolto on tärkeää, koska tällä varmistetaan koneen moitteeton toiminta. Elinkaariajattelussa mietitään mahdollisuutta muuttaa laitteisto uudelle tuotteelle myöhemmässä vaiheessa, eli pyritään jo tässä vaiheessa ottamaan huomioon laitteiston käyttö siinä vaiheessa, kun tulee uusi tuote, jota pitäisi valmistaa ko. paikassa. Automaatiomahdollisuus otetaan myös huomioon miettimällä sekä manipulaattoria että robottia.

Laitteistojen lujuuksia ja rakenteita suunniteltaessa tulee käyttää suunnitteluohjelmien simulaatiomahdollisuuksia kestävyyslaskennasta, jolloin paljastuvat heikot kohdat. Ennen ei ollut käytössä nykyisten kaltaisia 3D-suunnitteluohjelmia, ja silloin simulaatioiden tekeminen oli hidasta ja kallista. 2D-kuvia joudutaan tekemään edelleenkin, huolimatta 3D-suunnittelun yleistymisestä. 3D-suunnittelulla luodaan ns. pintamallit ja mallinnukset. 3D-malleja käytetään myös tehtäessä työstökoneille ns. työstöratoja. Työstöradat saadaan tehtyä suoraan mallista erillisen kääntäjäohjelmiston avulla. 2D-kuvat ovat käytössä vielä tänä päivänä teollisessa valmistuksessa aivan samoin kuin esimerkiksi 50 vuotta sitten. Niitä tarvitaan silloin, kun laitteiston osia valmistetaan konepajoissa. Nämä mittakuvat ja niiden tärkeys ei ole vähentynyt yhtään, vaan päinvastoin korostunut, koska nykyään osia voidaan valmistaa eri puolilla maailmaa. Tästä syystä on erityisen tärkeää, että kaikki mitat ja kappaleen kannalta oleelliset tiedot ja valmistusmenetelmät on laitettu kuvaan oikein. Kaikessa teollisessa toiminnassa tulee aina häiriöitä, ja näitä voidaan suunnittelussa ehkäistää mm. laadukkailla ja luotettavilla komponenteilla sekä samalla varmistaa, että laitteisto olisi mahdollisimman robustinen eli toipuisi itsenäisesti erilaisista ongelmatilanteista. Elinkaariajattelu tarkoittaa sitä, että yleensä koneella valmistettava tuote muuttuu jossain vaiheessa tai vaihtuu kokonaan toiseksi. Tämän vuoksi pitäisi olla mahdollista, että laitteisto pystytään uudelleen konfiguroimaan mahdollisimman edullisesti uudelle tuotteelle.

Automatisointimahdollisuus tarkoittaa laitteiston valmistamista niin, että ihminen on koneen osana tai laitteisto on muuten puoliautomaattinen. Tällainen laite on helppo muuttaa täysin automaattiseksi, koska asiat on jo suunnittelussa otettu huomioon.

Keskeisiä automaatiotekniikkaan liittyviä käsitteitä ovat:

1. Prosessiautomaatio

- Prosessiautomaatiolla ymmärretään automaattisesti ohjattua ja valvottua prosessimuotoista valmistusta.

2. Kappaletavara-automaatio

- Kappaletavara-automaatiolla ymmärretään toisistaan erotettavien kappaleiden automaattista valmistusta. Valmistusprosessien lisäksi kappaleiden käsittely ja siirto on automatisoitu.

3. Kiinteä automaatio

- Kiinteällä automaatiolla tarkoitetaan sellaista järjestelmää, joka toistaa kiinteästi samaa tehtävää. Järjestelmän ohjelmointi uudelle tehtävälle edellyttää mekaanisten muutosten tekemistä.

4. Joustava automaatio

- Joustavalla automaatiolla tarkoitetaan ohjelman avulla ohjattuja järjestelmiä. Nykyaikaiset tietokoneohjatut koneet ja laitteet edustavat joustavaa automaatiota.

5. Tietokoneohjattu kone (CNC, Computer Numerical Control)

- Tietokoneella ohjattu kone tai laite.

6. Automaatiojärjestelmä

- Automaatiojärjestelmällä ymmärretään laajempaa automaattisesti ohjattua järjestelmää, jossa voidaan tehdä useampia valmistusvaiheita.

7. Joustava valmistusjärjestelmä (FMS, Flexible Manufacturing System)

- Joustavalla valmistusjärjestelmällä tarkoitetaan automaatiojärjestelmää, jossa työtehtävää voidaan vaihtaa automaattisesti, ilman manuaalisesti tehtävää asetusta.

8. Robotti

- Robotti on automaattinen kone, jonka liikerataa ohjataan tietokoneohjelmalla.

#### 9. Tietokoneavusteinen suunnittelu (CAD, Computer Aided Design)

- Tietokoneavusteisella suunnittelulla tarkoitetaan matemaattiseen mallinnukseen nojaavaa suunnittelua. Suunnittelussa käytetään tietokoneita piirustusten ja 3D-mallien laadintaan.

#### 10. Tietokoneavusteinen valmistus (CAM, Computer Aided Manufacturing)

- Tietokoneavusteisella valmistuksella ymmärretään CAD-tuotemallin perusteella tapahtuvaa työstöohjelmien suunnittelua.

(Uusi-Rauva 2003, 224-225).

Automaatiolla saavutetaan huomattavia hyötyjä. Automaation hyödyntämistä perustellaan usein tuottavuus-, laatu- ja kilpailunäkökohdilla. Automaattisilla tuotantolinjoilla, koneilla ja laitteilla pystytään valmistamaan tuotteita nopeasti, tehokkaasti, laadukkaasti ja kerralla valmiiksi. Automaatiota voidaan käyttää hyväksi vaarallisissa, ergonomisesti hankalissa tai ikävissä työvaiheissa. Automaatio usein mahdollistaa myös henkilöstön määrän vähenemisen. Haitat ovat monesti siinä, että täytyy olla osaavaa henkilöstöä käyttämään ja hoitamaan laitteistoa. Usein automaatio on myös kallista, mistä johtuen taloudelliset riskit kasvavat.

## 2.2 Keernan valmistaminen ja käyttäminen

Keernojen valmistuksen ensimmäinen vaihe on suunnittelu, jossa hanalle määritetään muodot ja juoksukanavisto. Keerna on kovetettu kappale, joka valmistetaan sekoittamalla kovetetta, sideainetta ja raekooltaan max 0,3 mm:n erikoishiekkaa. Sideaineena käytetään orgaanisia furaani- ja fenolihartsiyhdisteitä. Hiekkana käytetään nykyisin kvartsihiekkää. Hiekan käyttökelpoisuus eri metallien valamiseen riippuu sen ns. sintraantumislämpötilasta, jossa hiekkarakeet alkavat tarttua kiinni toisiinsa ja samoin reagoida valumateriaalin kanssa. Sintraantumislämpötila riippuu mm. hiekan sulamislämpötilasta ja epäpuhtauspitoisuudesta. Kvartsihiekkalla on taipumus korkeissa lämpötiloissa reagoida valettavan rautametallin kanssa rautasilikaatiksi, joten

se soveltuu huonommin korkeassa lämpötilassa sulavien terästen valuun. Messingin valamiseen kvartsihiekkaa sen sijaan soveltuu erittäin hyvin, messingin sulamislämpötila on n. 950 °C ja kvartsihiekan sulamislämpötila on n. 1700 °C. Keerna asetetaan muottiin muodostamaan valukappaleeseen reikiä ja onkaloita. Valutekniikan kehittyessä on keernoja ryhdytty käyttämään muullakin tavoin kaavauksen apuna. Kaavaus on työvaihe, jossa valumallien avulla muotoillaan kaavaushiekasta kertamuotti kappaleen valamista varten, kestromuottimenetelmissä muotti valmistetaan ilman mallia koneistusta ym. menetelmiä käyttäen. Kaavaus suoritetaan ns. kaavauskehiin, joihin valumallin puolikas sijoitetaan ja hiekka painetaan sen ympärille joko käsin tai koneellisesti. Kehien rajapinta on samalla valukappaleen jakopinta. Kaavauksen yhteydessä muottiin asetetaan onttojen kappaleiden sisäonteloiden valmistamiseen tarvittavat keernat. Hyvän keernan tulee täyttää seuraavat vaatimukset:

1. Sen täytyy olla tarkkuudeltaan  $\pm 0,15$  mm.
2. Keernakantojen tehtävä on pitää keerna paikallaan valun aikana.
3. Sen lujuuden tulee olla niin suuri, että se kestää kuljetuksen sekä muottiin asettamisen aiheuttaman rasituksen.
4. Sen tulee kestää sulan metallin aiheuttama mekaaninen ja lämpörasitus.
5. Läpäisevyyden tulee olla niin hyvä, että syntyvät keernakaasut pääsevät esteettä poistumaan keernasta.
6. Muotin tyhjennyksen jälkeen on keerna voitava poistaa helposti valukappaleesta.

Keernojen käyttö on edullista tai välttämätöntä valmistettaessa monimutkaisia ja vaikeita valukappaleita. Niiden käyttö lisää valmistuskustannuksia, joten suunnittelijan olisi mahdollisuuksien mukaan pyrittävä aina sellaiseen rakenteeseen, mikä voidaan toteuttaa ilman keernoja tai minimoiden niiden määrä. Toisaalta on muistettava, että keernojen avulla voidaan usein parantaa kappaleen mittatarkkuutta, pinnanlaatua, nopeuttaa työn kulkua kaavauksessa, vähentää valuvikoja jne. (Ingman ja Tennilä - Valimotekniikka 2, 2000, 371).

### 2.2.1 Keernojen valmistaminen manuaalisesti Oras Oy:llä

Perinteisen tavan mukaan keernat valmistetaan Röperwerk-koneessa (Kuva 2). Koneessa on keernalaatikot, jotka tekevät keernan muodot. Keernalaatikot lämmitetään n. 250 °C:een. Hydraulilla puristetaan laatikot yhteen. Valmistus aloitetaan keernahiekkaseoksen valmistamisella tarkkojen reseptien mukaan automaattisesti esisekoituslaitteessa. Seoksia on 6 erilaista eri keernamalleille. Käyttäjä hakee keernahiekan ja lisää sen koneeseen. Käyttäjän kuitattua käynnistuspainikkeesta valmistuu kaksi keernaa automaattisesti. Keernojen valmistuttua suojaovi aukeaa ja luisti työn-tyy eteen, josta työntekijä poistaa keernat ja painaa taas käynnistysnappia, jolloin kone valmistaa uudet tuotteet. Tämän jälkeen käyttäjä tarkastaa keernasta ulkoisesti värin, varisemattomuuden, suoruuden, täyttymisen ja poistaa purseet. Hyväksi todettu keerna (Kuva 3) siirretään metallihäkkiin. Huonot heitetään romupaskettiin, josta ne edelleen murskataan lähetettäväksi Outokummulle jatkokäsittelyyn. Tahtiaika manuaalityöskentelyssä on n. 35 sekuntia.



Kuva 2. Keernojen valmistaminen manuaalipaikassa.

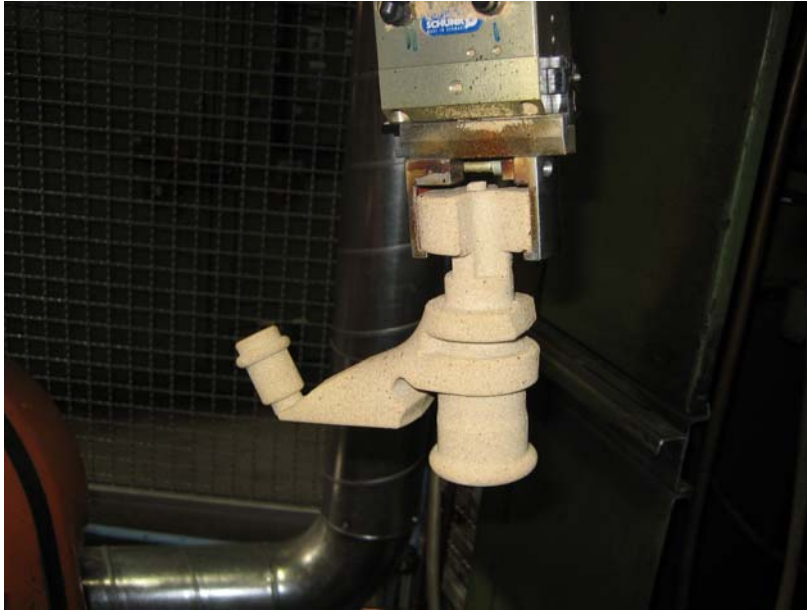
## 2.2.2 Keernan valmistuksen parametrit

Keernanvalmistuksessa on lukuisia parametreja, jotka vaikuttavat lopputulokseen. Hiekkaseokselle ja keernakoneelle on omat parametrinsa (Taulukko 1). Valmistusparametreista kovettumisaika ja hiekkaresepti vaikuttavat eniten lopputulokseen. Niiden arvoja muuttamalla saadaan vaikutettua keernan eri ominaisuuksiin, mm. kovuuteen, varisemattomuuteen ja väriin.

Taulukko 1. Keernan valmistuksen parametrit

TUOTENUMERO	TUOTENIMIKE	Keernan nimitys	Täyttöaika ( 1 - 10 )	Kovettumisaika / s	Muotin lämpötila °C	Kelkan lämpötila °C	Täyttöaika (ovi auki)	hiekkaresepti / nro	Päivitys / pvm	muutos numero
158110	RUNKO ALLAS-SAFIRA	R	1	14-16	250	-		4	20.1.2004	1
158160	ALLASRUNKO ISO VIENDA	R	1	14	240	6		4	20.1.2004	1
158165	ALLASRUNKO,VIENDA	R	1	13	250	4-5		4	20.1.2004	1
158260	PESUP.RUNKO,VIENDA	R	1	14	250	-		4	20.1.2004	1
158500	PESUISTUIN-SAFIRAN RUNKO	R	1	13	250	4		4	20.1.2004	1
159380	RUNKO PA 100	R	1	13	240	4		4	20.1.2004	1
159387	RUNKO PA 120	R	1	6	230	3		4	20.1.2004	1
159401	JUOKSUPUTKI ulosved.	N	1	6	255	-		4	20.1.2004	1
159584	VEGAN BIDE	R	1	15	250	4-5		3	20.1.2004	1
178700	RUNKO NOVA	R	1	14	235	-		3	20.1.2004	1
178750	RUNKO NOVA	R	1	7	260	-		4	20.1.2004	1
178765	KÄYTTÖVENTT.RUNKO	R	1	14	230	4		4	20.1.2004	1
198903	JUOKSUPUTKI	N	1	5	230	3		4	20.1.2004	1
229310	JUOKSUP.RUNKO	R	1	15	250	-		6	20.1.2004	1
419106	RUNKO DN 40	R	1	14	260	-		6	20.1.2004	1
419107	RUNKO DN 50	R	1	15	260	-		6	20.1.2004	1
438100	ULKORUNKO VESIP.VENTT.	R	1	10	250	-		4	20.1.2004	1
438128	SISÄRUNKO CU 15	R	1	10	250	-		4	20.1.2004	1





Kuva 3. Valmis hyvä keerna robotin tarttujassa.

Tuotannon aloittamista varten keernakoneella on omat ohjeensa erilaisia ongelmia varten (Liite 2). Keernojen valmistuttua koneesta ja niiden laadun tarkistamisen jälkeen ne ladotaan metallihäkkiin (Kuva 4).



Kuva 4. Keernoja käsinladottuna häkkiin.

### 2.2.3 Keernojen valmistaminen automaattisesti

Keernakoneen automatisoinnissa oli tavoitteena korvata ihminen robotilla. Robotti korvaa ihmisen ja ottaa keernat pois luistilta. Tämän jälkeen tarkistetaan optisella tunnistimella sekä keernan väri että ehjyys. Seuraavaksi suoritetaan purseen poisto automaattisesti käyttäen Atlas Copcon paineilmalla toimivaa viilauksetta. Valmiin keernan robotti pistää ohjelmoidun kuvion mukaisesti metallihäkkiin (Kuva 5). Jos keerna rikkoutuu jossain vaiheessa käsittelyä, se laitetaan romupaskettiin. Käyttäjän tehtäviksi jäävät keernahiekkaseoksen valmistaminen ja koneeseen laittaminen sekä tyhjien ja täysinäisten metallihäkkikärryjen vaihtaminen.



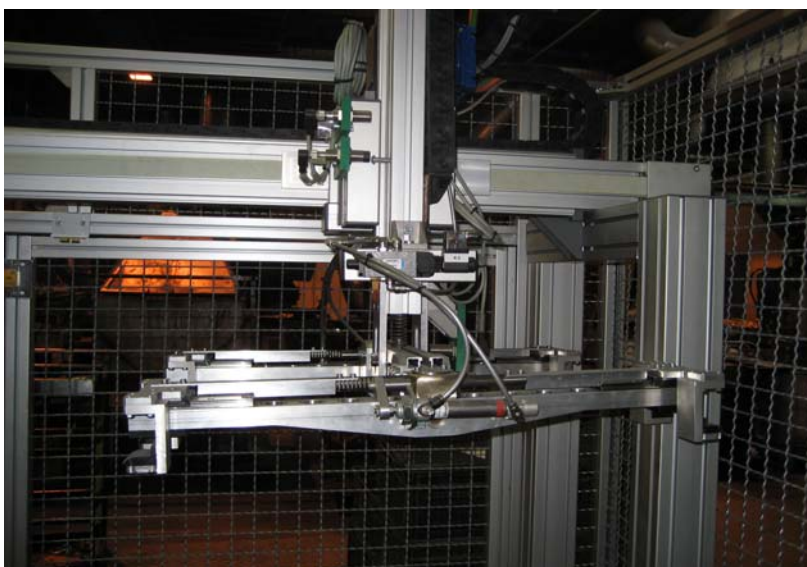
Kuva 5. Keernoja robotin latomana häkissä.

Suunnitteluvaiheessa kerättiin kaikki mahdollinen tieto nykyisestä toimintamallista. Sen avulla pystyttiin aloittamaan itse suunnitteluprosessi. Varhaisessa vaiheessa tuli selväksi, että tyhjien ja täysinäisten häkkien käsittelyportaali tulee hankittavaksi talon ulkopuolelta. Robotiksi valittiin ABB:n IRB 2400 malli (Kuva 6), jollainen oli yrityksessä jo käytettynä vapaana. Robotin 5 kg:n käsittelykapasiteetti riittää hyvin tämän kaltaisten kappaleiden käsittelyyn.



Kuva 6. ABB:n robotti IRB 2400 sekä Atlas Copcon viilauskone.

Layoutsuunnittelussa piti ottaa huomioon sekä robotin että häkkien käsittelyportaalin vaatima tila. Häkkien käsittelyportaalin tarjouspyyntövaiheessa oli kaksi toimittajavaihtoehtoa. Heiltä pyydettiin tarjoukset. Sitä ennen heille oli annettu tietyt tavoitevaatimukset (Liite 3). Tarjousten käsittelyvaiheessa kiinnitettiin huomiota mekaaniseen suunnitteluun, toimivuuteen vaativissa valimo-oloissa sekä tietysti hintaan. Ulvilalainen Drivematic Oy valittiin portaalin valmistajaksi (Kuva 7). Heidän kanssaan käytiin suunnitelmat lävitse sekä sovittiin toimitusajasta. Drivematic Oy valmistaa myös suojaseinän ja kytkee sen robotin turvajärjestelmään.



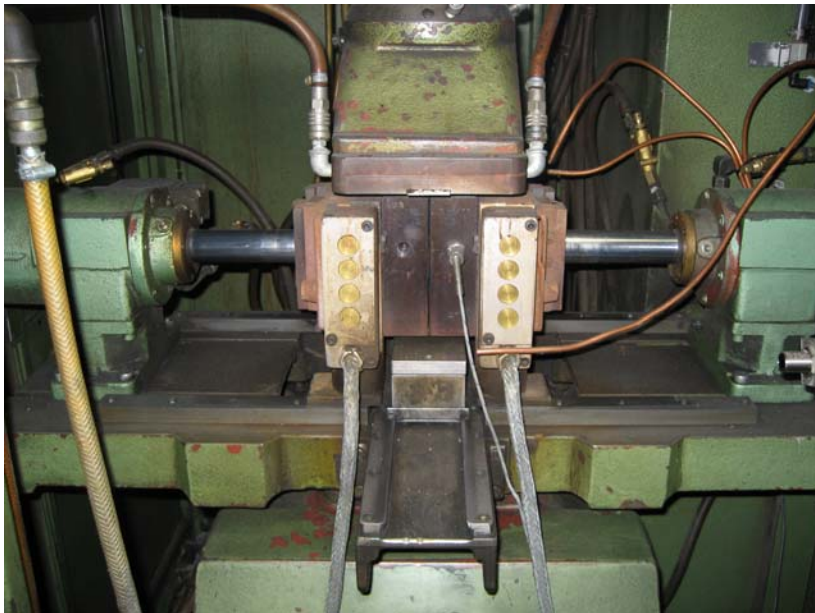
Kuva 7. Häkkien käsittelyn portaalirobotti

Kaikkien laitteiden vaatimien tilantarpeiden selvittyä pystyttiin tekemään lopullinen layoutsuunnittelu (Liite 4). Tässä vaiheessa selvitettiin, mitä muutoksia keernakoneeseen pitää tehdä sekä miten järjestetään ilmastoinnit, sähköt ja paineilma.

Keernakoneeseen tehtävät muutokset:

1. Poistetaan suojaovi, koska sitä ei enää tarvita.
2. Huolletaan liukujen liikkeet, jotta liikkeet ovat täsmälliset ja nopeat.
3. Asennetaan puhallukset keernalaatikoiden puolikkaille, jotka puhaltavat mahdollisen irtohiekan pois.
4. Asennetaan optinen tunnistin, joka tunnistaa kappaleen värin ja mahdolliset muotovirheet.
5. Ilmastoinnin muutokset, jotta keernojen paistamisesta syntyvät kaasut saadaan johdettua pois.
6. Paineilman ja jäähdytysveden uudelleen linjaus.

Suunnitteluvaiheessa otettiin kantaa siihen, miten keernalaatikko (Kuva 8) pysyy mahdollisimman hyvin mitoillaan. Keernalaatikon mittatarkkuuteen ja siinä pysymiseen vaikuttavat laatikon lämpötilamuutokset. Päädyttiin tekemään hieman paksumpi laatikko, johon tehdään tiettyihin kohtiin lämpöjännitystä vähentävät urat. Samoin päätettiin, että laatikosta valmistuu yksi keerna kerrallaan. Keernalaatikoiden määräksi määriteltiin 3 kpl. Yksi pari on koneessa, yksi huollossa ja yksi varalla. Näillä kaikilla toimenpiteillä varmistettiin se, että koko prosessista tulee mahdollisimman stabiili ja käyttövarma. Suunnitteluvaiheessa oli myös laadittu huolto-ohjeet laitteiston eri osien käyttöön.



Kuva 8. Keernalaatikot kiinnitettyinä koneeseen.

## 2.3 Liiketoimintaan vaikuttavat juridiset ja taloudelliset asiat

### 2.3.1 Koneen valmistajan tehtävät

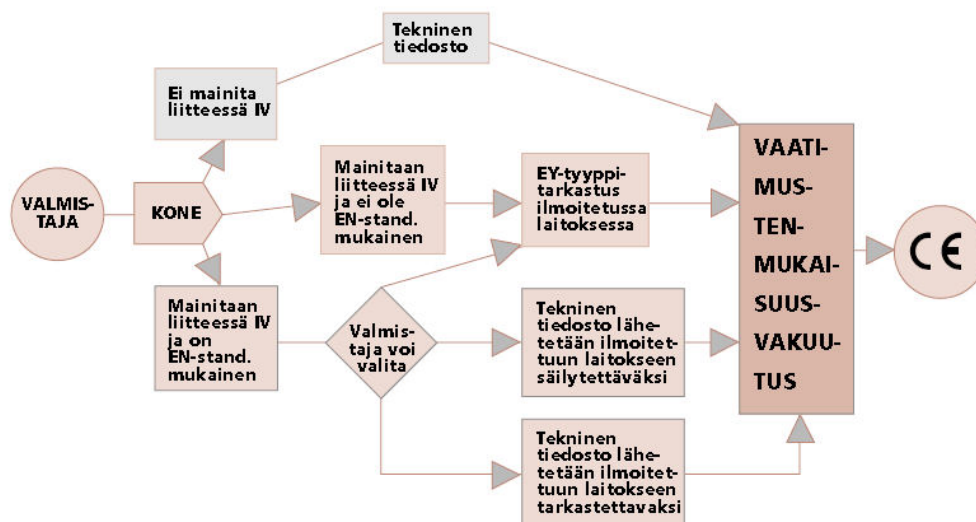
Koneenrakennusta ohjaavat monet lait, asetukset ja määräykset. Niissä määritellään erilaiset käyttöturvallisuuteen liittyvät asiat. Ympäristöasiat ovat myös tulleet nyky-yhteiskunnassa erittäin tärkeiksi asioiksi. CE-merkkiä (Liite 5) voidaan pitää takuuna siitä, että laitteisto on valmistettu noudattaen kaikkia olemassa olevia määräyksiä. Riippuen laitteiston laajuudesta ja käyttökohteesta saattaa joskus tulla eteen ympäristöluvan hankkiminen viranomaisilta. Koneen valmistajan tehtävät ovat

1. arvioida riskit (Liite 6)
2. selvittää konetta koskevat turvallisuusvaatimukset
3. suunnitella ja rakentaa kone olennaisten turvallisuusvaatimusten mukaisesti
4. laatia käyttöohjeet ja tehdään koneeseen tarvittavat merkinnät (Liite 7)
5. laatia tekninen rakennetiedosto (Liite 8)

6. tehdä vaatimustenmukaisuusvakuutus
7. kiinnittää CE-merkintä
8. tarvittaessa teettää tyyppitarkastus.

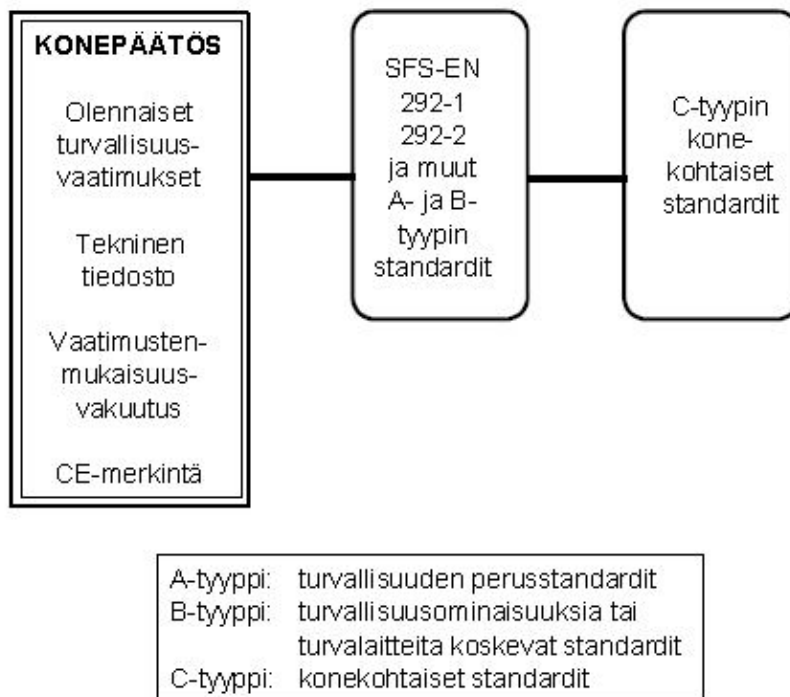
### 2.3.2 CE-merkintä

Voidakseen asentaa CE-merkin seuraavat selvitykset pitää olla tehtynä laitteistosta: koneen käyttötarkoitus (Liite 9), riskin arviointi, käyttö- ja huolto-ohjeet, tekninen rakennetiedosto ja vaatimustenmukaisuusvakuutus, jonka prosessi on kuvattu kaaviossa 2.



Kaavio 2. Menettelytavat vaatimustenmukaisuuden osoittamiseksi

Koneturvallisuuden liittyvien eurooppalaisten standardien käyttäminen (Kaavio 3). Standardit on luokiteltu 3 päätyyppiin A, B ja C. Kaavio 3 kertoo, miten koneenrakennuksessa pitää ottaa kaikki kansalliset ja kansainväliset päätökset huomioon. Ensimmäiseksi tutkitaan konepäätös ja tehdään sen vaatimat toimenpiteet. Standardit SFS-EN 292-1 ja 292-2 sekä A- ja B-tyypin standardit ovat ns. yleisiä standardeja, kun taas C-tyypin standardit ovat konetyyppikohtaisia standardeja.



Kaavio 3. Konepäätös ja eurooppalaisten standardien käyttäminen

### 2.3.3 Talous ja kannattavuus

Investoinnin talous- ja kannattavuuslaskuissa voidaan käyttää monia menetelmiä. Nykyarvo-, annuiteetti-, sisäisen korkokannan-, pääoman tuottoasteen- (ROI) ja takaisinmaksuajanmenetelmää.

Usein yrityksissä lasketaan investoinnit kahdella tai jopa useammalla eri menetelmällä. Suosituimpia ovat sisäisen korkokannan-, takaisinmaksuajan- ja pääoman tuottoasteen menetelmä.

Tässä tapauksessa käytimme sekä sisäisen korkokannan menetelmää että takaisinmaksuajan menetelmää. Oras Oy:llä käytetään yleisesti takaisinmaksuajan menetelmää, ja sen vaatimuksena pidetään takaisinmaksuaikaa 3 vuotta.

Sisäisen korkokannan menetelmässä sisäinen korkokanta on se tietokanta, jonka mukaan laskettuna investoinnin nettonykyarvo on nolla (Neilimo ja Uusi-Rauva 2002, 199). Investointia voidaan pitää edullisena, jos sen sisäinen korkokanta on vähintään

tavoitteeksi asetetun pääoman tuotto-prosentin suuruinen. Takaisinmaksuajan menetelmässä käytettiin Oras Oy:n omaa valmista investoinnin kannattavuuden laskentamallia (Liite 10). Laskentamallissa poistot sisältävät koneen poiston 8 vuodessa, sekä sijoitetun pääoman tuottotavoitteen, joksi on sovittu 12,5%. Takaisinmaksuajan menetelmässä selvitetään, minkä ajan kuluessa investoinnin yhteenlasketut nettotuotot ylittävät perushankintakustannuksen. Mikäli laskentakorkoa ei oteta huomioon ja vuotuinen nettotuotto on vakio, takaisinmaksuaika on hankintameno / vuotuinen nettotuotto. Takaisinmaksuajan menetelmän mukaan on edullista suorittaa ne investoinnit, joista pääoma kertyy nopeasti takaisin. Menetelmä ei siis niinkään osoita investoinnin kannattavuus- vaan rahoitusvaikeuksia, koska se ei ota huomioon tapahtumia takaisinmaksuajan jälkeen (Neilimo ja Uusi-Rauva 2002, 200). Eri investointeja ja niiden kannattavuutta vertailtaessa auttaa, jos henkilöillä, jotka näitä arvioivat, on kokemuksen tuomaa tietoa erilaisista investoinneista ja niiden vertaamisesta toisiinsa. Kokemuksen avulla pystytään arvioimaan investoinnin kokonaisuhyötyä yritykselle.

#### 2.3.4 Maailmanluokan yrityksen kannattavuus

Maailmanluokan yrityksen kannattavuuden kuuluu olla hyvä. Oras Oy:llä tähän on päästy. Tuotannosta kerätään valtavasti informaatiota, jota analysoidaan. Sen perusteella sekä yrityksen luomien strategioiden pohjalta verrataan investoinneilla saavutettavaa hyötyä kannattavuuteen. Maailmanluokan yritys pystyy näkemään tulevaisuuteen ja olemaan siellä kilpailijoita edellä. Oras Oy on tässä asiassa hyvä esimerkki, 90-luvun alkuvuosista lähtien siellä on panostettu valtavasti elektronisiin tuotteisiin. Nyt voidaan todeta Oras Oy:n olevan elektronisissa hanoissa maailman paras. Tähän on nimenomaan tultu yrityksen luomien strategioiden ja visioiden johdolla. Usko ja suuri panostus elektronisiin tuotteisiin ennen kilpailijoita antoi Oras Oy:lle vahvan pohjan ja tiedon elektronisista tuotteista ja niiden valmistamisesta. Liitteessä 11 on kuvattu kehittämisen polun eri mahdollisuuksia. Toiset ovat paikoillaan, toiset kopioivat ja toiset kuten Oras Oy tekee ajattelevat ja kehittävät itse, mikä erottaa tavalliset ja maailmanluokan yritykset toisistaan.



### 2.3.5 Kilpailukyky

Tuotannolle asetettavia tavoitteita voidaan jäsentää yrityksen kilpailutekijöiden avulla. Ne muodostuvat niistä tekijöistä, joilla yritys kilpailee markkinoilla. Kilpailutekijät määritellään tavallisesti asiakaslähtöisesti: mitkä ovat ne tekijät, joiden perusteella asiakas valitsee tuotteen tai palvelun? Eri kilpailutekijöiden merkitys vaihtelee, tavallisimmin yrityksellä on muutamia muita tärkeämpiä kilpailutekijöitä, joihin se turvautuu ensisijaisesti. Valmistavalle yritykselle tyypillisiä kilpailutekijöitä ovat

#### 1. Hinta

- Hinta on keskeinen kilpailutekijä.
- Ostajat vertaavat aina samaansa tuotetta tai palvelua kyseisen hyödykkeen hintaan.

#### 2. Laatu

- Laadulla tarkoitetaan tässä yhteydessä tuotteen tai palvelun virheettömyyttä.

#### 3. Tuoteominaisuudet

- Tuoteominaisuuksilla tarkoitetaan tuotteen tai palvelun ominaisuuksia.

#### 4. Toimitusnopeus

- Toimitusnopeus on se aikajänne, joka kuluu tuotteen tilaamisesta toimitukseen.

#### 5. Toimitusvarmuus

- Toimitusvarmuudella tarkoitetaan varmuutta, jolla yritys pystyy toimittamaan tuotteen sovitussa aikataulussa.
- Toimitusvarmuus on erittäin tärkeä kilpailukeino esimerkiksi alihankintateollisuudessa.

#### 6. Tuotteiden muokkaus asiakastarpeita vastaavaksi

- Tuotteiden muokkaus asiakastarpeita vastaaviksi eli kustomointi on tärkeää silloin, kun asiakas haluaa määrittellä omakohtaisesti osan tuoteominaisuuksista.

#### 7. Palvelu

- Asiakkaat edellyttävät fyysisen tuotteen lisäksi esimerkiksi huolto-, koulutus-, suunnittelu-, varaosa-, kierrätys- ja rahoituspalveluita.

(Uusi-Rauva 2003, 306.)

#### 2.3.6 Kilpailukyky Oras Oy:llä

Oras Oy:n tuotteet mielletään asiakkaiden keskuudessa asiakaskyselyiden ja tutkimusten mukaan erittäin laadukkaiksi tuotteiksi. Hinta ei ole Oras Oy:n paras kilpailukykyä lisäävä tekijä, mutta toisaalta hinnalla ei ole ollutkaan tarkoitus lähteä kilpailemaan. Oras Oy on spesifioitunut korkeamman segmentin ja elektronisiin tuotteisiin. Muuten kaikkia edellä olevia kilpailukykyyn vaikuttavia asioita noudatetaan ja käytetään hyödyksi. Oras Oy:n käyttämä tuotantoteknologia takaa korkean tasalaatuisen tuotteen, joka takaa Oras Oy:n kilpailukyvyn.

#### 2.3.7 Kustannuslaskenta

Kustannuslaskenta on osa yrityksen laskentatoimintaa, jonka perustehtäviä on taloudellisen tiedon kerääminen, rekisteröinti ja raportointi.

Menestyvä yritys tarvitsee tehokasta kustannushallintaa säilyttääkseen kilpailuasemansa. Kustannuslaskenta tuottaa hyödyllistä tietoa yritykselle, ja sillä on merkittävä asema, kun halutaan selvittää tuotteen omakustannushinta. Yrityksen tulisi tietää tuotteen valmistuksen aiheuttamat kustannukset sekä niiden riippuvuus eri asioista. Kustannuslaskelman tulos ei ole myyntihinta, vaan siitä saadaan laskennallinen minimikustannus (Uusi-Rauva 1989, 35).

Valmistuksesta aiheutuvat kustannukset on syytä selvittää laskennan kautta perusteellisesti, jotta toiminnan kannattavuutta sekä toimintatapavaihtoehtoja voidaan arvioida ja vertailla. Yrityksen sisällä yhtenäinen kustannuslaskentajärjestelmä mahdollistaa yrityksen osien välisen vertailun. Kustannuslaskenta antaa päätöksenteolle perustan tarjoamalla tietoa vaihtoehtoisen toiminnan suunnan kustannusvaikutuksista. Esimerkiksi miten yrityksen liikevoittoon vaikuttaa, jos tietyn tuotteen valmistus lopetettaisiin ja koneet muutettaisiin sopiviksi toisen tuotteen valmistamiseen. Sen avulla voidaan myös selvittää, miten palkankorotus vaikuttaa tuotteiden kustannuksiin ja kannattavuuksiin tai kuinka tiettyjen laitteiden uusiminen vaikuttaa kustannuksiin. (Fogelholm 1997, 15.)

Kustannusten kohdistus tapahtuu toimintoperusteisessa laskennassa useassa vaiheessa aiheuttamisperiaatteen mukaan. Aluksi kustannukset kohdistetaan yrityksen muusta laskentajärjestelmästä resursseille, kuten koneille, ja niiltä edelleen toiminnoille. Kustannuskohdistimista käytetään myös nimitystä ajuri. Kun tuotannontekijän ja tietyn toiminnon välillä on riippuvuussuhde, voidaan tuotannontekijästä aiheutuvan kustannuksen sanoa olevan kohdistettavissa. Esimerkkinä toiminnon hinnoittelusta on tietyn koneen tuntihinta, joka saadaan jakamalla koneen vuotuiset kokonaiskustannukset koneen käyttötuntimäärällä. (Vehmanen 1997, 125; Neilimo 2002, 139-141.)

### 2.3.8 Laatu

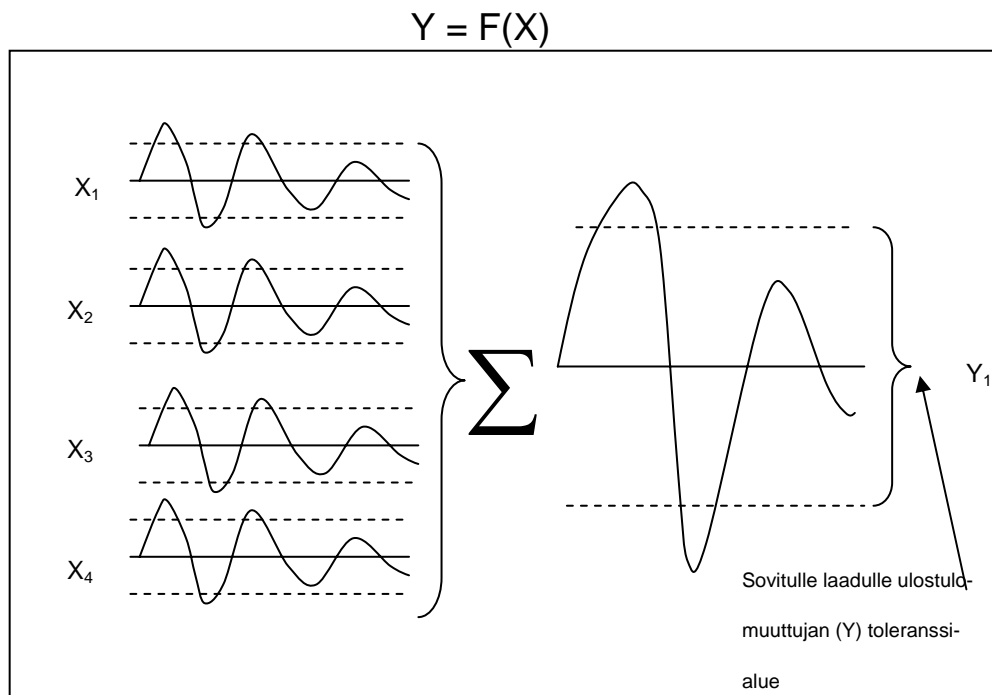
Laadun kannalta prosessin halutaan toimivan jo suunnittelusta lähtien mahdollisimman pienin vaihteluin Six Sigma -filosofian mukaan.

Mitä Six Sigma on? Six Sigma on uuden sukupolven johtamis- ja laatumenetelmä, joka jatkaa ja syventää W. E. Demingin luomaa pitkää perinnettä (TQM). Samoin Six Sigma integroi yhteen liiketoiminnantuloksen, tuotteen sekä tuotanto- ja palveluprosessit. Six Sigma -prosessissa tarkastellaan eri inputtien ( $X_1$ ,  $X_2$  ym.) vaihtelua ja niiden vaikutusta kokonaisprosessiin ( $Y$ ) (Kaavio 4).

Six Sigma, siis kuusi sigmaa, on erittäin lähellä nollavirhettä. Käytännössä esiintyy keskiarvosiirtymää, ja tällöin Six Sigma tarkoittaa 3,4 virhettä per miljoonaa mahdollisuutta. Sigma lasketaan keskihajonnan kaavalla. Taulukosta 2 nähdään Sigman suhde virheiden määrään.

Taulukko 2. Sigman suhde virheiden määrään.

Sigma	Virhettä / miljoona mahdollisuutta
1,5 $\sigma$	500 000
2,0 $\sigma$	308 538
2,5 $\sigma$	158 655
3,0 $\sigma$	66 807
3,5 $\sigma$	22 750
4,0 $\sigma$	6 210
4,5 $\sigma$	1 350
5,0 $\sigma$	233
5,5 $\sigma$	32
6,0 $\sigma$	3,4



Kaavio 4. Prosessin eri parametrien  $X_1$ ,  $X_2$  yms. vaihteluilla on vaikutus lopputuotteen kokonaisprosessin  $Y$  laatuun.

Six Sigmassa hyödynnetään voimakkaasti ihmisten innovatiivisuutta, tilastotekniikkaa ja nykyaikaista tietoteknologiaa, joka luo mahdollisuuksia ja ulottuvuuksia liiketoiminnan ja laatuongelmien ratkaisuun.

Six Sigma -metodin soveltamisstrategia muodostaa keskeisen tietotaidon. Kysymys on, kuinka voidaan löytää systeemistä prosessin suorituskykyä parantavat tekijät ja muuttaa niitä radikaalisti. Suorituskyvyn parantamisessa keskeistä on löytää satunnainen syy. Satunnaissyyn löytämiseksi tri Mikel J. Harry on kehittänyt DMAIC-prosessin (Kuva 9).

Prosessi muodostaa läpimurtostrategian, jossa edetään hyvin loogisesti kohti ydin- tai juurisyytä. Aluksi keskitytään ongelman kuvaamiseen ja syyehdokkaiden etsimiseen, karakterisointivaiheeseen. Sen jälkeen seuraa optimointivaihe (luodaan malli, jolla ongelma "poistetaan"), jossa syytekijöitä muuttamalla optimoidaan ja parannetaan tuote ja prosessi (Karjalainen 2002, 55).

DMAIC tulee seuraavista sanoista, jotka ovat samalla läpimurtostrategian vaiheiden nimet.

D = Define, määrittelyvaihe

- Tunnista ja rajaa ongelma sekä aseta tavoite.

M = Measure, mittaus

- Vahvista ongelma, tunnista potentiaaliset ongelman aiheuttajat ja varmista tiedon laatu.

A = Analyze, analysointi

- Käytä dataa, kerättyä tietoa tutkiaksesi, mitkä prosessin tekijät aiheuttavat ongelman.

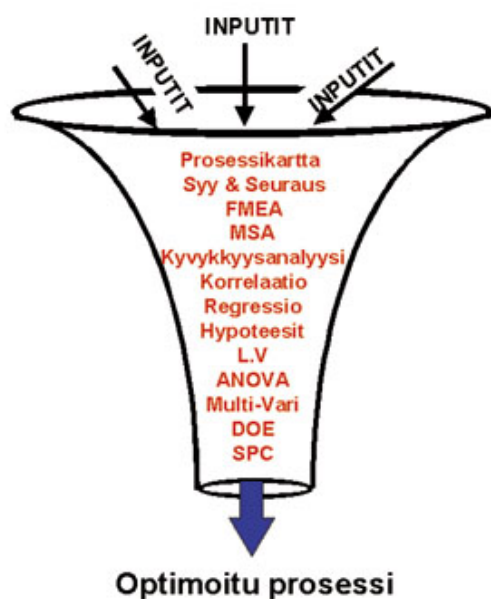
I = Improve, parannus ja optimointi

- Ratkaistaan ongelma, testataan tekijöitä kokeellisesti.

C = Control, parannus ja valvonta

- Luodaan järjestelmä, jolla varmistetaan paremman tilan säilyminen parannusprojektin jälkeen.

### Prosessin parannus Six Sigmalla



Kuva 9. Ongelmanratkaisumenetelmät seuraavat Six Sigmassa oikeassa järjestyksessä toisiaan.

Tässä suunnittelu- ja toteutusprosessissa oli tavoitteena saavuttaa Six Sigma -taso 1,67. Se tarkoittaa sitä, että  $C_p = 2$  eli noin 6 sigmaa. Mitä suurempi luku on, sen parempi. Suomessa luku on tyypillisesti 2 - 3 sigmaa ja maailmalla 3 - 4 sigmaa.

Saavuttaakseen sigmatason nousun yrityksen on parannettava sekä tuotetta että prosessia. Prosessia parantamalla on mahdollista saavuttaa 4 sigman taso, ja siitä suurempaan sigma tasoon vaaditaan muutoksia tuotteeseen tai työkaluihin. Saavuttaakseen mahdollisimman korkean sigma tason yrityksen on siis oltava valmis muuttamaan koko tuotteen valmistukseen tarvittavaa prosessia tuotteineen. Six Sigmassa ja muidenkin laatutyökalujen tulkitsemisessa auttavat kokemus ja prosessien kokonais-tuntemus. Kokenut laatutyökalujen käyttäjä pystyy pelkästään tilastoja ja käyriä tulkitsemalla sanomaan, mikä prosessissa on pielessä.

## 2.4 Robotisointiprojekti

### 2.4.1 Robottiprojektin investointi- ja käyttökustannukset

Robottiprojektiin liittyy monia huomioon otettavia asioita. Teknisten määrittelyjen tueksi robotisointihankkeesta on tehtävä tarkat investointilaskelmat. Robotisoinnin kannattavuus on selvitettävä samoilla kriteereillä kuin muiden resursseista kilpailevien investointien kannattavuus. Robotisointihankkeen taloudelliset laskelmat kannattaa jakaa kahteen erään: investointi- ja käyttökustannuksiin.

Investointikustannuksia ovat

1. robotin hankintakustannus eli robotin ostohinta
2. suunnittelukustannukset eli robotin asentamisen ja käyttöönoton suunnittelu
3. asennus- ja käyttöönottokustannukset eli materiaalit ja työ, joka tarvitaan robotin sijoituspaikan rakentamiseen
4. työvälineiden ja oheislaitteiden hankintakustannukset kuten tarttujat ja mahdolliset syöttölaitteet
5. muut kustannukset eli esim. turva-aidat ja valoverhot.

Käyttökustannuksia ovat

1. välittömät palkkakustannukset eli robottijärjestelmän käyttäjien palkat

2. välilliset palkkakustannukset eli robottijärjestelmän käyttöä tukevien ja avustavien henkilöiden palkkakustannukset (ohjelmointi, työnjohto jne.)
3. huolto- ja kunnossapitokustannukset eli ennakoivan ja korjaavan kunnossapidon kustannukset ja robotin huolto (noin 10 % robotin hankintahinnasta)
4. energia-, aine- ja tarvikekustannukset eli kustannukset, jotka syntyvät robottijärjestelmän käytöstä (sähkö, paineilma, voiteluaineet), nämä ovat yleensä hyvin pieni kustannuserä.
5. koulutuskustannukset

(Aaltonen ja Torvinen 1997, 166-167).

#### 2.4.2 Robotti-investoinnin kannattavuus

Robotti-investoinnin kannattavuuslaskelmat voidaan tehdä perinteisin investointilaskentamenetelmin. Painotukset ja tietyt automatisoidun järjestelmän erityispiirteet on kuitenkin syytä ottaa huomioon analyysissä, jotta saadaan totuudenmukainen kuva investoinnin kannattavuudesta. Vaikka robottijärjestelmässä joudutaan usein tinkimään automatisoitavien manuaalivaiheiden nopeuksista, robotti on kuitenkin uupumaton puurtaja, joka ei kaipaa elpymistaukoja eikä sosiaalista kanssakäymistä työjaksojen aikana, ja näin sen tuotantomäärät ovat hitaamminkin tehtyinä manuaalityötä suuremmat. Samoin mahdollisuus miehittämättömiin tuotantopaksoihin parantaa investoinnin kannattavuutta.

Robottijärjestelmän investointilaskelmien säästöt voidaan jaotella seuraaviin ryhmiin:

1. Keskeneräisen tuotannon (KET) väheneminen
  - Useiden tuotantovaiheiden integroiminen yhteen robottijärjestelmään mahdollistaa pienet varastot ja alentavat keskeneräisen tuotannon määrää.
2. Valmisvaraston pieneneminen



- Robotisoitu tuotantoautomaatio mahdollistaa pienet tuotantoerät ja asiakasmyötäisen tilausohjautuvan tuotannon, ja tarve valmistuotevarastoihin häviää.
3. Materiaalikustannusten säästöt
    - Robotti säästää tarkkuutensa ansiosta materiaaleja.
  4. Vältetään virheelliset kappaleet ja niiden korjaaminen
    - Robotti ei tee väsymyksestä tai vireyden muutoksista aiheutuvia virheitä, eli ns. inhimillinen virhetekijä on karsittu pois.
  5. Laitteistojen käyttöaste paranee
    - Verrattuna yksittäisten tuotantokoneiden ja laitteiden käyttöasteeseen robottijärjestelmään kytkettyjen koneiden käyttösuhte on selvästi korkeampi.
  6. Materiaalien käsittelykustannukset pienenevät
    - Robottijärjestelmässä vaiheet integroidaan yhdeksi järjestelmäksi, jolloin materiaalien siirtotarve eliminoituu.
  7. Tilan tarpeen väheneminen
    - Robotisoitu tuotantojärjestelmä vaati vähemmän tilaa kuin vastaava manuaalinen tuotantoyksikkö, koska siinä ei tarvitse huolehtia ergonomiasta.

(Aaltonen ja Torvinen 1997, 167-168.)

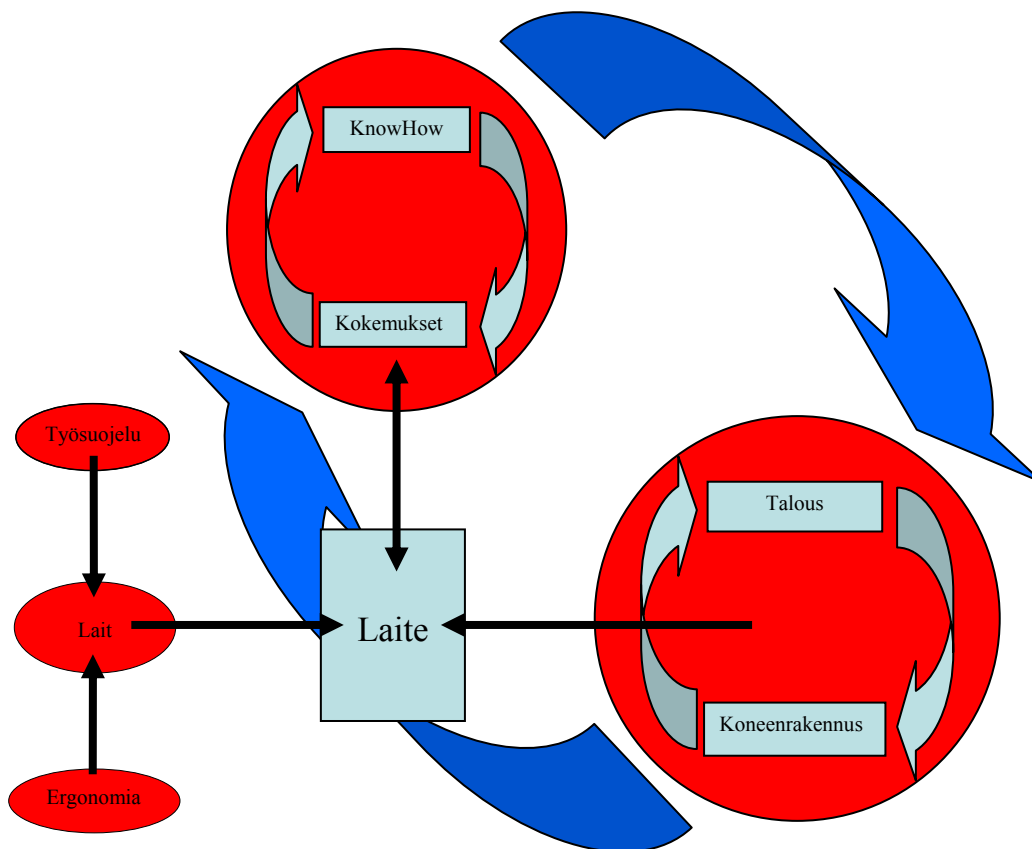
## 2.5 Suunnittelun lähtökohdat

Suunnittelun lähtökohdat liittyvät aina taloudellisuuteen, koska yrityksen tavoitteena on tehdä mahdollisimman hyvää tulosta. Siihen päästäkseen yritykset luovat erilaisia strategioita. Nämä strategiset ratkaisut vaikuttavat investointeihin, joiden on tarkoitus olla mahdollisimman tuottavia. Tämä taloudellinen sidonnaisuus asettaa suunnittelu- ja toteutusvaiheessa ratkaisuille tietyt raamit. Kaavio 5 osoittaa, miten suunnittelussa joudutaan koko ajan ottamaan huomioon erilaisia ratkaisuja, ja ratkaisevassa osassa

ovat kustannukset sekä menetelmät. Koneenrakennuksessa asioita ja valittuja ratkaisuja pitää koko suunnitteluprosessin ajan peilata taloudellisuuteen, menetelmiin ja know how'n välillä. Tämä pyörä yhdessä lakien kanssa muodostaa suunnitteluprosessin kustannukset.

## 2.6 Suunnittelu- ja toteutusvaihe

Suunnittelun aluksi on määriteltävä, mitkä toiminnot laitteistossa täytyy olla, jotta se täyttäisi tarpeet ja hyvän laitteen ominaisuudet. On tärkeää määritellä toiminnot yksityiskohtaisesti. Tärkeimpien toimintojen määrittelyjen jälkeen voidaan laite ideoida ja luonnostella teoreettisella tai yleisellä tasolla. Sen jälkeen haetaan luonnoksille ratkaisuperiaatteet, ja prosessi etenee ja suunnittelu tarkentuu koko ajan. Tässä tarkennusvaiheessa joudutaan vielä tarkemmin pohtimaan eri päätöksiä. Minkä tasoiset laitteet, osat ja toimilaitteet valitaan suorittamaan prosessia. Ei kannata turhaan hankkia liian hienoja tai uusimpia komponentteja. Liian hienoilla tai monimutkaisilla osilla ei välttämättä saavuteta mitään lisäarvoa, vaan niistä voi päinvastoin olla haittaa, jos ko. komponentit eivät olleetkaan vielä valmiita markkinoille. Ei myöskään kannata valita liian kalliita komponentteja, koska tässä tapauksessa kilpailija saattaa ajaa ohitse halvemmalla tarjouksellaan tai tuotteellaan. Valmistusprosessin edetessä alkuperäinen suunnitelma muokkautuu ja on yleensä erilainen kuin se, jolla toteutus lopullisesti toteutetaan. Tähän vaikuttavat asiat, joihin yleensä törmätään laitteiston käyttöönottoajovaiheessa. Tässä vaiheessa paljastuvat toiminto-ongelmat ja suunnitteluvirheet, joista aiheutuu iterointikierroksia. Nykyään suunnitteluvirheitä ja iterointikierroksia on enemmän kuin ennen. Ennen vanhaan laitteistot olivat pääasiassa mekaanisia laitteita, jolloin niiden asentaminen ja käyttöönotto oli yksinkertaisempaa. Nykyään kaikki koneet ja laitteistot sisältävät erittäin paljon elektroniikkaa ja ohjaustekniikkaa. Tämän vuoksi tarvitaan paljon ammattitaitoista asentajakuntaa ja testausta.



Kaavio 5. Laitteen suunnitteluun vaikuttavat asiat ja niiden keskinäinen kierto. Kaavio kertoo myös mitä tarkoittaa nykypäivänä termi: ”Valmistettu hyvää konepajatekniikkaa noudattaen”.

### 3 CASE: ROBOTTISOLUN RAKENTAMINEN

#### 3.1 Asentaminen

Suunnitelmien mukaisten esivalmistelujen jälkeen päästiin itse asennusvaiheeseen. Ensimmäiseksi asennettiin robotti ja häkkien käsittelyportaali paikoilleen. Tämän jälkeen pystytettiin suojaseinä ja kytkettiin järjestelmään. Tässä vaiheessa tehtiin myös viimeiset ohjelmointimuutokset portaaliin sekä robotin ohjelmaan. Robotin ohjelma oli esivalmisteltu käyttäen ABB:n Robot Studio offline -ohjelmaa. Robot Studion alkuvaiheessa on mallinnettu robotin paikka sekä kaikki laitteet, jotka liittyvät robotin käyttöön. Tällaisella ohjelmoinnilla saavutetaan huomattavia etuja, koska on voitu etukäteen tehdä törmäys- ja etäisyystarkasteluja. Kaikkien osien asennusten ja ohjelmointien jälkeen päästään käyttöönottovaiheeseen.

#### 3.2 Käyttöönotto

Käyttöönottovaiheessa käyttöhenkilöstö tulee viimeistään projektiin mukaan. Tässä vaiheessa henkilöstölle annetaan kaikki tarvittava käyttökoulutus. Projektin tässä vaiheessa huomattiin, että portaalissa käytettävien tarttujien käytössä oli ongelmia. Häkit eivät aina jääneet tarttujiin kunnolla kiinni. Tämän johdosta tarttujat (Kuva 10) valmistettiin uudelleen ja häkkien pohjalle lisättiin vanerilevyt tukemaan ja varmistamaan mittatarkkuutta (Kuva 11). Tässä solussa voitiin hyödyntää jo olemassa olevaa robottituntemusta, jota Oras Oy:llä on jo useiden vuosien kokemuksella. Samoin huolloissa voidaan noudattaa jo olemassa olevia huoltosopimuksia. Jotta olisi saavutettu laitteiston tahtiaika, aloitettiin kaikkien liikkuvien osien liikkeiden optimointi. Alkuperäisenä tahtiaikavaatimuksena oli 25 sekuntia. Työn valmistuessa oli päädytty 30 sekunnin tahtiaikaan. Syytä, jotka estivät alkuperäisen suunnitelman toteutumisen, ovat mm. robottitekniset syyt. Robotti ei saa keernaa riittävän nopeasti ehjänä pois luistilta. Voidaksemme nopeuttaa robotinohjelmaa jouduimme lisäämään keernan paistoaikaa, jolla saimme estettyä sen hajoamisen. Paistoaajan lisäys johti taas tahtiajan kasvamiseen. Toinen suurempi syy oli purseiden poistaminen mekaanisesti,

automaattisen mekaanisen poistolaitteen lisäksi jouduttiin laittamaan vielä ylimääräinen poistopaikka. Laadullisena tavoitteena oli Six Sigma 1,67, mutta työn valmistuksessa ei vielä tiedetty lopullista laatuvarannusta. Tämä voidaan todeta vasta, kun laitteistoa on käytetty useampia kuukausia.



Kuva 10. Portaalin tarttuja



Kuva 11. Häkkien pohjalle lisätty vaneri

## 4 SUUNNITTELUOHJEEN LAATIMINEN

Varmistettaessa valmistusmenetelmien suorituskykyä pitää panostaa suunnitteluprosessiin. Tuohon loppupäätelmään on työssä helppo päätyä, koska siinä vaiheessa, kun ollaan toteuttamassa jotakin investointia, siihen on aika hankala alkaa enää tehdä isoja muutoksia. Toisaalta tässä vaiheessa käynnissä olevaa investointia ei yleensä pysäytetä, mutta kustannukset kasvavat todella paljon, jos pitää alkaa tehdä isoja muutoksia suunnitelmiin. Samoin käy kustannuksille, jos prosessin vaiheet on ymmärretty väärin. Suunnitteluprosessista saataisiin paras hyöty, jos laitetta suunniteltaessa tiedettäisiin laitteistossa mahdollisesti viiden vuoden päästä valmistettavat tuotteet. Sama toimii toisinkin päin, eli jos tuotesuunnitteluvaiheessa tiedettäisiin, missä ja miten tuotetta aiotaan valmistaa hyöty olisi suuri. Tällöin tuotteeseen voitaisiin tehdä automaatiota helpottavia asioita, joita ei enää valmiiksi suunniteltuun tuotteeseen pystytä helposti eikä halvalla lisäämään.

Työn tarkoituksena oli muodostaa suunnitteluprosessin ohjeistus. Suunnitteluohje saatiin tehtyä ja seuraavassa kuvataan sitä. Suunnitteluprosessi aloitetaan siitä, että tiedetään ja tunnetaan tarkoin, mitä ollaan suunnittelemassa ja minne. Suunnittelun lähtökohdat ovat aivan erilaiset, jos suunnitellaan uutta kuin jos modernisoidaan vanhaa jo olemassa olevaa laitetta tai konetta. Vanhaa laitteistoa modernisoitaessa pitää ensin dokumentoida vanha prosessi tarkkaan ottaen huomioon kaikki muuttujat. Näiden tietojen pohjalta pystytään aloittamaan itse suunnitteluprosessi. Jokaisen päätöksen kohdalla pitää harkita tarkkaan, mitä vaikutuksia päätöksellä on kokonaisuuden kannalta, esim. miten saadaan sopimaan uudet ratkaisut jo olemassa olevan laitteiston kanssa yhteen. Uutta laitteistoa suunniteltaessa on hieman helpompaa, kun ei tarvitse ottaa jo olemassa olevia ratkaisuja huomioon (tällä tarkoitetaan nimenomaan vanhaa laitteistoa), vaan voidaan suoraan lähteä suunnittelemaan uutta konstruktiota. Kummassakin ratkaisussa pitää tehdä tarkat laskelmat, joissa otetaan huomioon lopputulokseen vaikuttavat muuttujat. Näitä ovat mm. lujuusvaatimukset, laitteiston suunniteltu elinikä, käytettävyys, häiriöherkkyys ja häiriöistä toipuminen, käyttöliittymä, rakenteet, materiaalit, huollettavuus, kunnossapito, elinkaari sekä jatkossa mahdollisesti tehtävä automatisointi, jos on päädytty osittain manuaalivalmistukseen.

Näiden lisäksi tulevat erilaiset lait, asetukset, direktiivit ja määräykset. Koneensuunnittelussa ovat olemassa hyvin tarkat standardit ja määräykset, joita noudattamalla päästään hyviin lopputuloksiin. Näiden standardien noudattamisella varmistetaan myös laitteistolle CE-merkintä, joka vaaditaan nykyään kaikilta koneen määritelmän täyttäviltä laitteistoilta.

Koneen määritelmä:

1. Toisiinsa liitettyjen osien tai komponenttien yhdistelmä
2. Ainakin yksi osa on liikkuva
3. Tarvittavat ohjaus- ja energiansyöttöpiirit
4. Kokoonpantu tiettyjä toimintoa varten

(Konepäätös VNP 1314/1994).

Lisäksi tulee suorittaa riskinarviointi, jossa otetaan huomioon riskit ja niiden aiheuttamat vaaratilanteet. Noudattamalla näitä ohjeistuksia suunnittelussa varmistutaan siitä, että saadaan hyvä ja toimiva menetelmä. Itse laitteiston valmistuksen aikana saattaa tulla muutostarpeita, joihin pitää kuitenkin suhtautua erittäin kriittisesti. Jos todetaan, että jokin muutos on välttämätön, se pitää ilman muuta tehdä, mutta muutoksen vaikutukset muulle laitteistolle pitää analysoida huolellisesti. Tämä korostuu varsinkin silloin, jos hankittavaan laitteistoon on tulossa monen eri alihankkijan osia. Silloin yhden alihankkijan pyynnöstä suoritettava muutos voi ollakin toiselle huono ratkaisu. Toteutusvaiheessa pitää suunnittelijan olla kiinteästi mukana, jotta hän pysyy valvomaan ja näkemään käytännössä ratkaisujensa toimivuuden. Kaikissa projekteissa on aikataulu, ja sen tulisi olla realistinen. Liiallisesta kiireestä aiheutuu se, että suunnitelmat eivät ole valmiita, vaan aletaan toteuttaa keskeneräisiä ratkaisuja. Kokemuksen kautta saadaan paljon oppia, jota tulee hyödyntää uusissa suunnitteluprojekteissa. Suunnitteluohjeeseen (Liite 12) on pyritty keräämään myös kokemuksen tuomia näkökulmia. Suunnitteluprosessia ohjaavat siis erittäin monet asiat.

## 5 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli selvittää, miten ja mitkä asiat tulisi ottaa huomioon uusien valmistusmenetelmien suunnittelussa ja käyttöönotoissa erilaisissa projekteissa. Tavoitteena oli muodostaa ohjeistus ja tapa toimia uusien menetelmien suunnitteluvaiheessa, jotta pystyttäisiin ottamaan huomioon kaikki asiat, jotka vaikuttavat projektien onnistumiseen.

Aluksi tutkittiin valmistusmenetelmien suunnitteluprosessia sekä koneenrakennustekniikkaa. Tässä vaiheessa todettiin asiat, jotka täytyy ottaa huomioon suunnittelussa. Koneenrakennustekniikassa perehdyttiin koneenrakennusvaatimukseen, mm. lujuuteen, käytettävyyteen, robustisuuteen, materiaaleihin ja elinikään. Työssä todettiin 3D-suunnittelun ja 2D-suunnittelun erot ja tarpeet. Molemmilla on omat erityispiirteensä. 3D-suunnittelu on tarpeellista mallintamisessa ja simuloinnissa. 2D-suunnittelua tarvitaan mekaaniseen valmistamiseen konepajoissa. Seuraavaksi selvitettiin koneenrakentamiseen vaikuttavat juridiset ja taloudelliset asiat. Koneen valmistajan tehtävät ovat moninaiset pitää, mm. ottaa huomioon lait, asetukset ja määräykset. Nämä asiat huomioiden saadaan käyttää CE-merkintää.

Seuraavaksi tutkittiin kilpailukykyä, kannattavuutta ja laadullisia asioita. Kilpailukykyä ja kannattavuutta selvitettiin maailmanluokan yrityksen näkökulmasta, jollaiseksi Oras Oy voidaan mieltää. Selvitettiin mikä erottaa tavalliset ja maailmanluokanyritykset toisistaan. Valmistus- ja työmenetelmillä todettiin olevan suora vaikutus yrityksen kilpailukykyyn. Tehokkailla menetelmillä on mahdollista valmistaa tuote huomattavasti edullisemmin, laadukkaammin ja nopeammin kuin tehtävään huonosti soveltuvilla työmenetelmillä.

Työssä automatisoitiin perinteinen Röperwerk-keernakone robottitoimiseksi. Automaation todettiin vaikuttavan keernojen laatua parantavasti, koska automaatti mm. tekee työtä koko ajan samoilla parametreilla ja tahtiajoilla.

Työn tavoitteena ollut suunnitteluohje saatiin muodostettua sekä samalla saatiin muodostettua kaavio 5, josta selviää suunnitteluprosessin monimuotoisuus, ja se mi-



ten eri asiat nivoutuvat toisiinsa. Tämä kaavio 5 kuvaa nykypäivänä teollisuudessa vuosikymmenet noudatettua sanontaa: ”Valmistettu hyvää konepajatekniikkaa noudattaen”. Yhtenä suurena asiana nousi esille kokemus ja sen tuomat hyödyt suunnittelussa, tähän viitataan myös kaaviossa 5.

Työssä huomattiin myös ettei suunnitteluprosessi valmistu ennen kuin laitteisto on lopullisesti käytössä. Käyttöönottovaiheessa tulee usein eteen asioita joita ei ole suunnittelussa otettu huomioon. Näistä asioista seuraa iterointikierroksia, jotka on pakko käydä huolella loppuun saakka, näin varmistutaan siitä, että laitteisto täyttää kaikki sille asetetut vaatimukset.

## LÄHTEET

Aaltonen, K. & Torvinen, S. 1997. Konepaja-automaatio. Porvoo: WSOY.

Airola, M., Ekman, K., Hautala, P., Kivioja, S., Kleimola, M., Martikka, H., Miettinen, J., Niemi, E., Ranta, A., Rinkinen, J., Salonen, P., Verho, A., Vilenius, M. & Välimaa, V. 1997. Koneenosien suunnittelu. Porvoo: WSOY.

Fogelholm, J. 1997. Tuotantolaitosten laskentajärjestelmät. Jyväskylä: Suomen ATK-kustannus Oy.

Haverila, M., Kouri, I., Miettinen, A. & Uusi-Rauva, E. 2003. Teollisuustalous. Tampere: Tammer-Paino.

Ingman, Y. & Tennilä, P. 2000. Valimotekniikka 2.

Karjalainen, T. & Karjalainen, E. 2002. Six Sigma Uuden sukupolven johtamis- ja laatumenetelmä. Hollola: Salpausselän Kirjapaino Oy.

Neilimo, K. & Uusi-Rauva, E. 2002. Johdon laskentatoimi. Helsinki: Edita Prima Oy.

Uusi-Rauva, E. 1989. Tuotekohtaisen kustannuslaskennan kehittäminen modernissa tuotantolaitoksessa. Mänttä: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.

Vehmanen, P. & Koskinen K. 1997. Tehokas kustannushallinta. Porvoo: WSOY.

## LIITTEET

LIITE 1 Vaatimustenmukaisuusvakuutus

LIITE 2 Keernakoneen ohjeet käynnistysongelmia varten

LIITE 3 Tarjouspyyntöjen tavoitevaatimukset

LIITE 4 Layout

LIITE 5 CE-Merkki

LIITE 6 Riskin arviointi

LIITE 7 Käyttö- ja huolto-ohjeet

LIITE 8 Tekninen rakennetiedosto

LIITE 9 Koneen käyttötarkoitus

LIITE 10 Investoinnin kannattavuuden laskentamalli

LIITE 11 Kehittämisen toimintakaavio

LIITE 12 Suunnitteluohje

VAATIMUSTENMUKAISUUSVAKUUTUS

Oras Oy  
Isometsäntie 2  
PL 40  
26101 Rauma

Vakuuttaa, että valmistettu koneistuslinja  
RÖPERWERK KEERNAN VALMISTUS-SOLU

täyttää konedirektiivin 98/37/EY ja siihen liittyvät muutokset sekä ne voimaansaattavat kansalliset säädökset (VNp 1314/1994).

Laitteiston suunnittelussa on sovellettu seuraavia yhdenmukaistettuja standardeja:

SFS-EN ISO 12100-1, SFS-EN ISO 12100-2, SFS-EN 414

Laitteiston suunnittelussa on noudatettu seuraavia kansallisia standardeja ja spesifikaatioita:

---

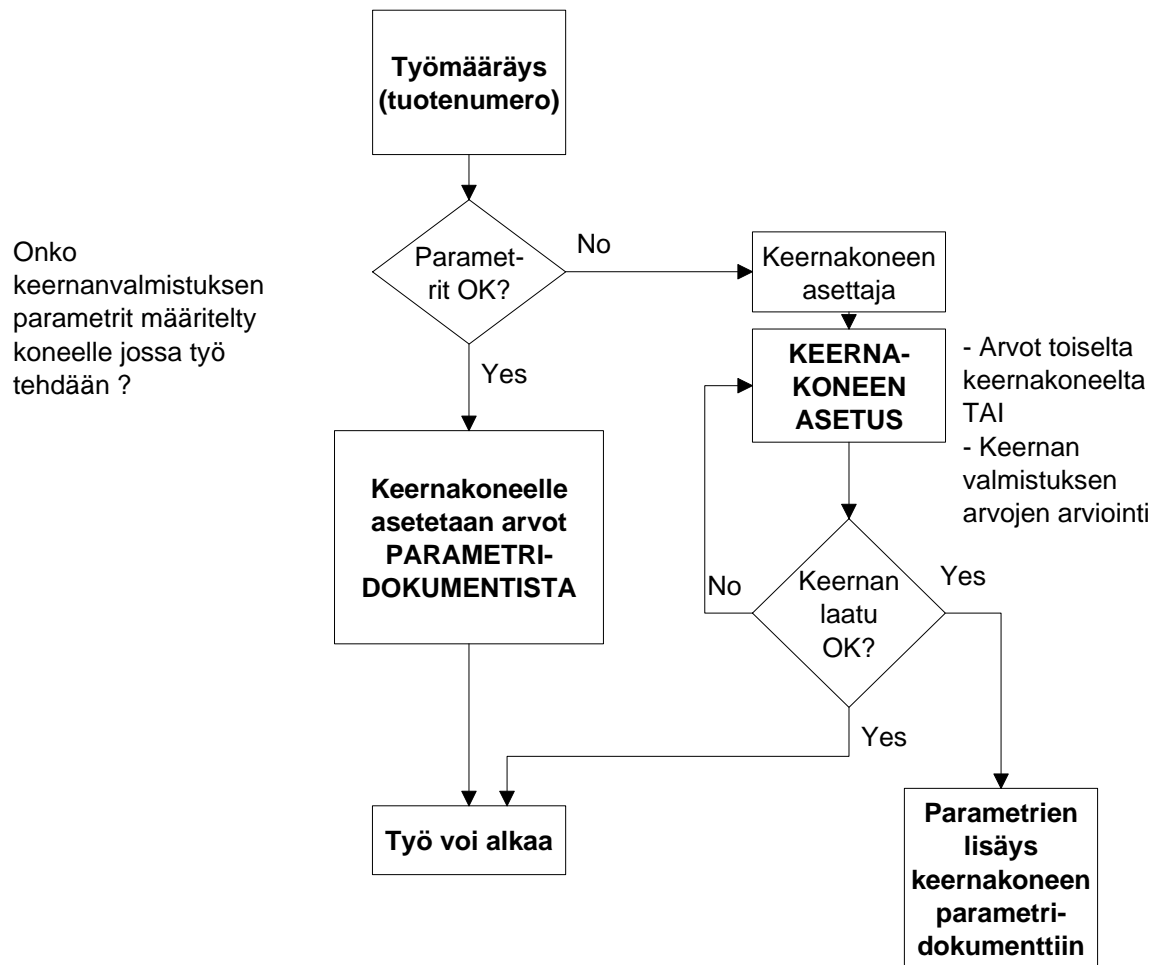
Rauma

27.03.2007

---

Allekirjoitus

Jari Paasikivi, toimitusjohtaja



Keernakoneen asetuksen suorittanut henkilö päivittää uusimmat keernanvalmistuksen parametrit keernaparametridokumenttiin (tiedosto) ja tulostaa kyseiselle keernakoneelle uuden parametrilistan. Keernakoneen asettajat varmentavat parametrilistan allekirjoituksillaan.

## TARJOUSPYYNTÖJEN TAVOITE VAATIMUKSET

Keernakoneen robotisointi:

Tavoite:

Robotisoida keernojen valmistus → robotti ottaa keernat suoraan koneesta ja laittaa ne laatikkoon.

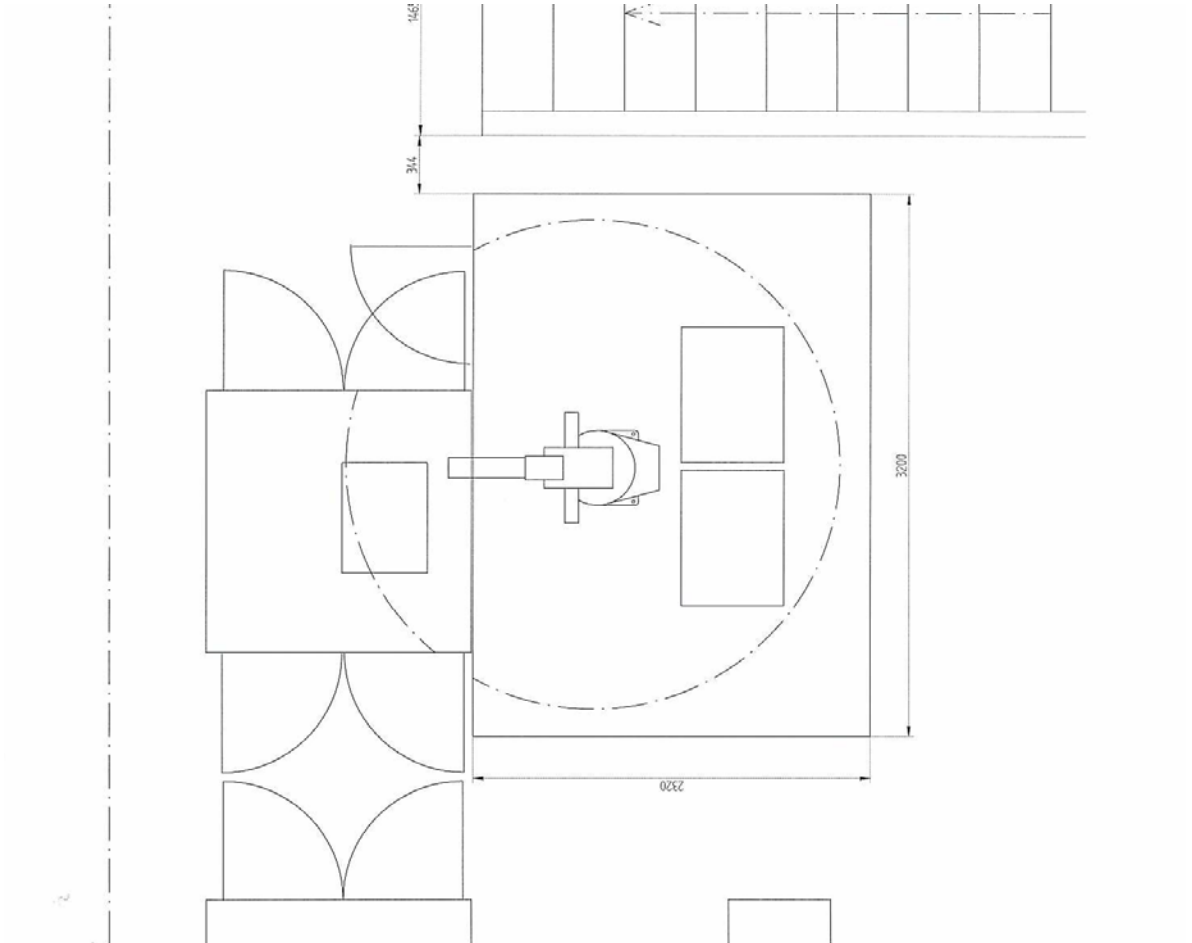
Toiminta:

- Robotti ottaa keernan keernakoneesta → poistaa amputapit ja kraadit mahdollisuuksien mukaan
- Laittaa keernan häkkiin
- Häkkipinon valmistuttua valuri / koneen käytöstä vastaava ottaa täyttyneen kärnyllisen pois ja laittaa tyhjän kärryn paikoilleen

Kapasiteetti + muuta

- Häkkejä on kärnyllä 10 tai 12 kpl riippuu robotin ulottuvuudesta
- Manipulaattori siirtää tyhjän häkin kerrallaan ladontapaikkaan, jossa robotti lastaa sen täyteen
- Robotin tahtiaika 25 s
- Keernakoneen tahtiaika 25 s
- Häkissä on 20 kpl keernoja
- Keernoja valmistuu vuorossa 1050 kpl (144 h, toiminta-ajan ollessa 7h 20 min)
- Valukoneella tarvitaan vuorossa 1000 kpl
- Hiekkaa mahtuu 60 kg säiliöön (riittoisuus 195 kpl)
- Kärnylle mahtuu 200 kpl (jos laatikkoja 10 kpl kärnyllä)
- Toiminta-aika on 81 min ~1h 20 min
- Häkin syvyys 205 mm
- Häkkipinon korkeus lattiasta (6 kpl) 1320 mm
- Häkin paino 6,2 kg
- Keernan paino 307 g
- Valmis häkki keernoineen painaa ~12,5 kg

LAYOUT



CE-MERKKI





# KONEEN VAAROJEN TUNNISTAMINEN JA RISKIN ARVIOINTI

(ennen v. 1994 käyttöön otetut koneet)

Työpaikka/osasto	Kohde
Päiväys	Tekijä(t)

## VAAROJEN TUNNISTAMINEN

	Aiheuttaa vaaraa	Ei aiheuta vaaraa	Ei koske konetta	Huomautuksia
<b>1. Hallintalaitteet (10§)</b>				
1.1 ovatko selvästi nähtävissä, tunnistettavissa ja merkittyjä				
1.2 ovatko asianmukaisesti merkittyjä				
1.3 ovatko vaaravyöhykkeen ulkopuolella tai sijainti ei lisää vaaraa				
1.4 vahinkokäynnistymisen esto				
1.5 onko käynnistyspaikalta näkyvyys kaikkiin vaarakohtiin				
1.6 onko käynnistysvaroitusta				
<b>2. Ohjausjärjestelmä (10§)</b>				
2.1 onko riittävän luotettava				
2.2 onko käyttöolosuhteet huomioitu				
<b>3. Käynnistäminen (11§)</b>				
3.1 mahdollista vain tietoisesti hallintalaitteesta				
<b>4 Pysäyttäminen (12§)</b>				
4.1 hallintaelin koneen täydelliseen ja turvalliseen pysäyttämiseen				
4.2 jokaisessa työpisteessä hallintaelin, josta kone voidaan tarvittaessa pysäyttää				
4.3 pysäytyselimellä ensisijainen asema käynnistyselimeen nähden				
<b>5 Hätäpysäytys (13§)</b>				
5.1 onko hätäpysäytin				
<b>6. Turvalaitteet (14§)</b>				
6.1 onko putoavien tai sinkoutuvien esineiden vaaraa				
6.2 onko kaasu-, höyry-, neste- tai pölypäästön aiheuttamaa vaaraa				
<b>7. Vakavuus (15§)</b>				
7.1 onko koneen putoamisen, kaatumisen tai liikkeenaiheuttamaa vaaraa				
<b>8. Rikkoutumisvaara (16§)</b>				
8.1 aiheuttavatko väsymis-, vanhenemis-, korroosio- ja kulumisilmiöt koneen osien murtumis- tai hajoamisvaaraa				

<b>9. Liikkuvien osien suojaus (17§)</b>				
9.1 onko vaaraa aiheuttavat koneen liikkuvat osat suojattu				
9.2 ovatko suojat riittävän vankkoja				
9.3 aiheutuuko suojista lisävaaraa				
9.4 ovatko suojat helposti poistettavissa				
9.5 ovatko suojat riittävän kaukana vaaravyöhykkeistä				
9.6 rajoittavatko suojat näkyvyyttä tarpeettomasti				
9.7 sallivatko tarvittavat huoltotoimenpiteet				
<b>10. Valaistus (18§)</b>				
10.1 onko koneen työpisteiden yleisi- ja kohdevalaistus riittävä				
<b>11. Suojaaminen kylmältä ja kuumalta (19§)</b>				
11.1 onko koneen vaarallisen kuumat tai hyvin kylmät osat suojattu				
<b>12. Varoituslaitteet (20§)</b>				
12.1 onko varoituslaitteet yksiselitteisiä, helposti havaittavia ja ymmärrettäviä				
<b>13. Huoltotyöt (21§)</b>				
13.1 onko koneelle säätö- ja huolto-ohjeet				
13.2 koneen käydessä tehtävät säätö- ja huoltotoimenpiteet				
<b>14. Energialähteestä erottaminen (22§)</b>				
14.1 voidaanko kone erottaa kaikista energialähteistä				
<b>15. Merkinnät (23§)</b>				
15.1 onko koneessa tarvittavat varoitus ja ohjemerkinnot				
<b>16. Nousutiet ja työtasot (24§)</b>				
16.1 onko työ- ja huoltopisteiden nousutiet ja työtasot turvallisia				
<b>17. Palo- ja vuotovaara (25§)</b>				
17.1 onko koneen syttymis- tai kaasun-, pölyn-, höyryn tai muun nestevuodon aiheuttamaa palotai vuotovaaraa				
<b>18. Räjähdyksivaara (26§)</b>				
18.1 koneessa käytettyjen tai varastoitujen aineiden räjähdys vaaraa				
<b>19. Sähkökosketuksen vaara (27§)</b>				
19.1 täyttävätkö koneen sähkölaitteet ja asennukset sähkölaitteista annetut erityismääräykset				



## KÄYTTÖ- JA HUOLTO-OHJEET

Solu on valmistettu keernojen automaattiseen valmistukseen ja niiden käsittelyyn.

Soluun kuuluvat laitteet ovat:

5. Röperwerk (Kone nro 65202)
6. ABB-robotti (Kone nro 65155)
7. Häkkien käsittelyportaali C38
8. Atlas Copco koneviila

Solu on suunniteltu ja valmistettu vastaamaan vaativia prosessiolosuhteita.

Solua ja siihen kuuluvia koneita ja laitteita ei saa koskaan käyttää muuhun kuin niillä tehtäväksi tarkoitettuun työhön.

Tähän ohjekirjaan on koottu ohjeet solun turvallisesta käytöstä ja huollosta.

Solua saavat käyttää vain siihen koulutetut henkilöt.

Käynnistä vian tai hätäpysäytyksen takia pysähtynyt solu uudelleen vasta, kun vian tai hätäpysäytyksen syy on selvitetty.

Kunkin laitteen käytössä tulee noudattaa, niiden valmistajien omia ohjeita laitteen turvallisesta käytöstä. Käyttöohjeet löytyvät ko. laitteiden sähkökeskuksista, niiltä osin kun niitä ei ole tässä ohjeistuksessa mainittu.

Solu käynnistetään seuraavien ohjeiden mukaisesti:

1. Portaalin pääkytkin asentoon 1, paineilmalaitteet päälle
2. Röperwerkin ohjauspaneelista
  - Ohjausjännite päälle

- Automaatti

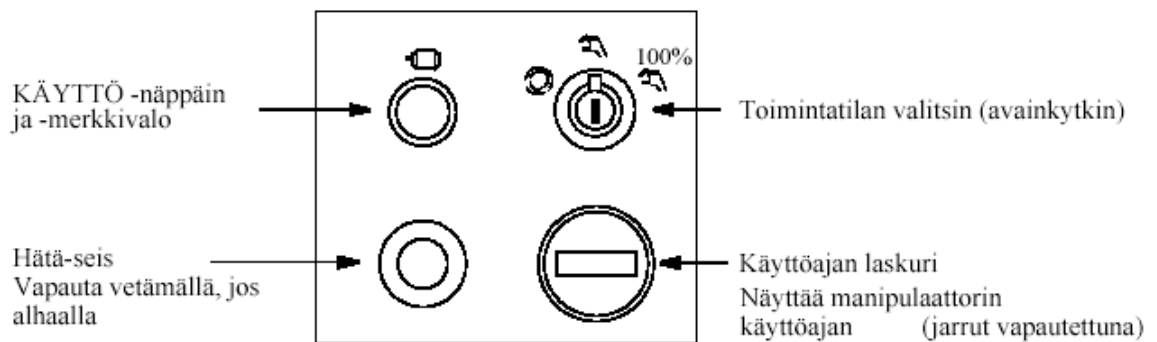
Robotin käynnistys

### 3. Robotin käynnistys



On tärkeää, että kukaan ei mene robotin suoja-alueelle, kun robotti on automaattitilassa. Välinpitämättömyys voi aiheuttaa loukkaantumisia.

Varmista ettei ketään ole robotin työskentelyalueella



4. Käännetään avainkytkin *AUTO* asentoon 

5. Painetaan näytöltä *OK*

6. Painetaan virrat päälle käyttö-näppäimestä

7. Painetaan näytöltä *KÄYNN*

Solu sammutetaan seuraavasti:

1. Painetaan *TYÖKIERTO SEIS*

2. Otetaan laitteista ja robotista virrat pois ja suljetaan paineilma.

Huolto-ohjeet:

Tarkkaile solun kuntoa säännöllisin väliajoin käytön aikana. Huolellinen huolto ja kunnossapito varmistavat solun pitkän käyttöiän.

Ennen huolto- ja kunnossapitotöitä varmista, että turvakytkimet ovat 0-asennossa.

Röperwerkin huolto-ohjeet löytyvät sähkökeskuksesta ja niitä tulee noudattaa valmistajan antamien suositusten ja ohjeiden mukaisesti.

Portaalin huolto- ja käyttöohjeet ovat seuraavassa ja niitä tulee noudattaa valmistajan antamien suositusten ja ohjeiden mukaisesti:

1. Portaali on rakennettu komponenteista, jotka eivät vaadi erityistä päivittäistä tai määräajoin tapahtuvaa huoltoa, kuten öljynvaihtoa jne.
2. Pitkän käyttöiän saavuttamiseksi laitteiston toimintoja pitää seurata ja säätöjen tulee pysyä kohdallaan.
3. Laitteen yleinen siisteys
  - puhdistetaan laitteiston osat paineilmalla sekä pyyhkimällä
  - tarkistetaan, että kaapelit eivät kierry tai asetu huonoon asentoon, jolloin ne saattaisivat vioittua
4. Johteiden ja liukupintojen tarkastus suoritetaan kerran kuukaudessa
  - kaikki johteet ja liukupinnat pyyhitään ohueen öljyyn kastetulla kankaalla
  - hammastangot rasvataan tarvittaessa hammastankovaseliniinilla
5. Kaapelien ja johtojen kunnan tarkistus suoritetaan kerran kuukaudessa
  - tarkistetaan, että kaapelien liittimet ovat kiinni ja kunnolla lukitut
  - tarkistetaan, että kaapeleissa ei ole hankaumia tai vaurioita

ABB:n robotin huolto suoritetaan voimassa olevien huoltosopimusten mukaisesti tai muuten erikseen hyväksytysti sovitulla tavalla.

## TEKNINEN RAKENNETIEDOSTO

Solu on valmistettu noudattaen konedirektiiviä 98/37/EY ja siihen liittyviä muutoksia sekä ne voimaansaattavia kansallisia säädöksiä (VNp 1314/1994).

Laitteiston suunnittelussa on sovellettu seuraavia yhdenmukaistettuja standardeja:

SFS-EN ISO 12100-1, SFS-EN ISO 12100-2, SFS-EN 414

Yksittäisten solun osien tiedot:

Röperwerk: Koneen tekniset tiedot löytyvät manuaalista koneelta

Robotti: Robotin tekniset tiedot löytyvät manuaalista koneelta

Koneviila: Atlas Copcon manuaalit löytyvät koneelta

RÖPERWERK KEERNAN VALMISTUSSOLUN  
KÄYTTÖTARKOITUS

KONEEN KÄYTTÖTARKOITUS

Solu on valmistettu keernojen automaattiseen valmistukseen ja niiden käsittelyyn.

Soluun kuuluvat laitteet ovat:

1. Röperwerk (Kone nro 65202)
2. ABB-robotti (Kone nro 65155)
3. Häkkien käsittelyportaali C38
4. Atlas Copco koneviila

Solu on suunniteltu ja valmistettu vastaamaan vaativia prosessiolosuhteita.

Solua ja siihen kuuluvia koneita ja laitteita ei saa koskaan käyttää muuhun kuin niillä tehtäväksi tarkoitettuun työhön.



INVESTOINTILASKELMA

PVM: 10.06.2006

LAATI:

M Vaahtera

KOHDDE: Keernakoneen robotisointi

Investoinnin perusta

Kapasiteetin lisäys

Korvaus

0

Muu,

Laatu ja automatisoinnin tuomat edut

Investoinnin perustelut:

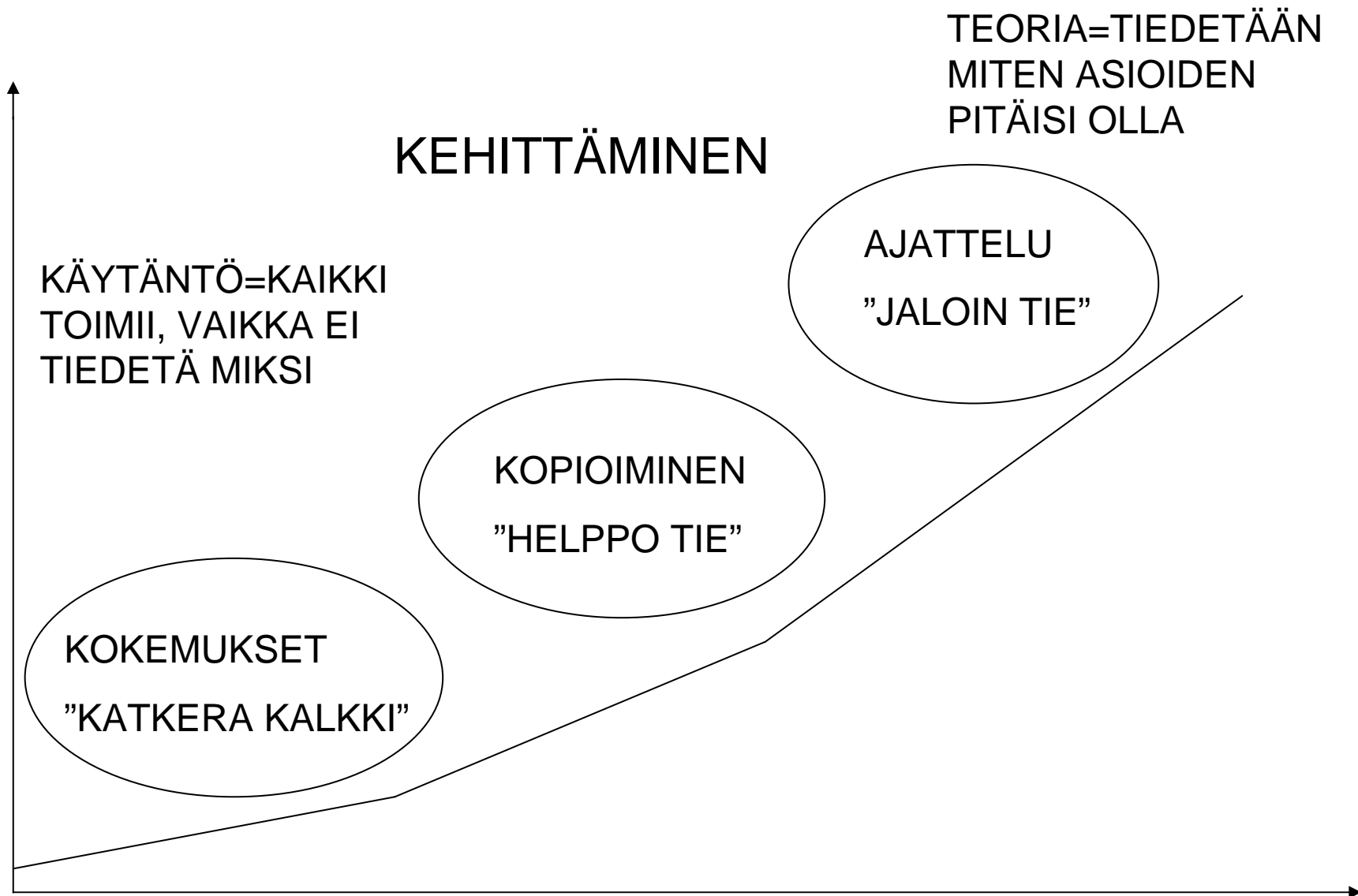
Muuutoksen jälkeen henkilötarve pienenee, laatu paranee

	Euroja	PERUSTELUT
<i>Investoinnin hinta</i>	50 000	Portaalin hankinta, robotin asennus, keernakoneen muutokset
<i>Henkilökapasiteetin säästö/v</i>	25 000	
<i>Laatuhyödyt</i>	2 000	Laatu paranee
<i>Logistiset hyödyt</i>		
<i>Lattiapinta-alan säästö</i>		
<i>Toimitusvarmuuden parantuminen</i>		
<i>Ergonomiavaikutus</i>		Ei ergonomia ongelmia (robotti tekee työt)
<i>Ympäristövaikutus</i>		
<i>Muuta</i>		

---

**Yhteensä** 27 000
*Muuta:*Investoinnin OrEVA laskelmaPääomat

<i>Tuotot</i>	27 000	<i>Investointi</i>	50 000
<i>Kulut</i>		<i>Muut pääomakulut</i>	
<i>Poistot(sis.korko 12.5%)</i>	12 250	<i>Pääoman vähennykset</i>	
<i>Säästö täyskapasiteetilla/v</i>	14 750	<i>Sitoutunut pääoma</i>	50 000
<i>Takaisinmaksuaika</i>	1.9 Vuotta		



## SUUNNITTELUOHJE

Osasto	Kohde
Päiväys	Tekijä(t)

	Huomioitu	Ei tehty	Ei koske projektia	Huomautuksia
<b>1. Toimeksianto</b>				
1.1 Aloituskokous				
<b>2. Esitietojen hankinta</b>				
2.1 Olemassa olevan prosessin selvitys				
2.2 Tiedon hankinta				
<b>3. Esisuunnittelu</b>				
3.1 Riskien kartoitus ja selvitys				
3.2 Layout				
3.3 Osien mitoitukset				
3.4 Komponenttien valinta				
3.5 Materiaalien valinta				
<b>4. Lainsäädäntö</b>				
4.1 Lait				
4.2 Säädökset				
4.3 Asetukset				
<b>5. Riskianalyysi</b>				
5.1 Riskianalyysin tekeminen				
<b>6. Kustannukset</b>				
6.1 Budjetti				
<b>7. Suunnittelukatselmukset</b>				
7.1 Onko suunnittelukatselmukset pidetty				
<b>8. Lopullinen suunnittelu</b>				
8.1 Työpiirustusten laatiminen				
8.2 Kokoonpano piirustusten laatiminen				
<b>9. Toteutusvaihe</b>				
9.1 Asennetaan osat				
9.2 Suoritetaan koeajot				
<b>10. Tuotantoon hyväksyntä</b>				
10.1 Hyväksytään "projekti" tuotantoon				

1. Projektin käynnistyessä pidetään aloituskokous, jossa projektia koskevat merkittävät asiat tuodaan julki.
2. Aloituskokouksessa määritellään resurssit ja tavoitteet.
3. Esitietojen hankintavaiheessa tutkitaan ja analysoidaan olemassaoleva prosessi tarkoin.
4. Esisuunnitteluun kuuluu layout suunnittelu, riskien kartoitus, mitoituslaskelmien tekeminen, komponenttien ja materiaalien valinta, alustavien laitekohtaisten suunnittelupiirustusten laadinta, sähkö-, instrumentointi- ja automaatio suunnittelun huomioiminen. Paineilma- ja logiikkakaavioiden laatiminen.
5. Lainsäädäntö vaiheessa selvitetään kaikki lait, asetukset ja määräykset jotka koskevat ko. suunnittelua.
6. Riskianalyysi laaditaan riskienkartoitusten ja suunnittelun pohjalta.
7. Kustannusten ja budjetin tarkistaminen.
8. Ennen lopullisten piirustusten laadintaa pidetään suunnittelukatselmukset.
9. Piirustusten laadinta.
10. Suunnittelun toteutusvaiheessa tarkistetaan, että laitteisto toimii oikein sille sovitulla ja määrättyllä tavalla. Tämän vaiheen saavuttamiseksi joudutaan usein tekemään iterointikiertoja muissa vaiheissa.
11. Tuotantoon hyväksyntä vaiheessa hyväksytään sovellus tuotantoon.