

---

# TOIMINNAN MODULOINTI JA HUOLLON OHJEISTUS

Morehouse Oy

---

**Miikka Ahonen**

**Opinnäytetyö**

**Ammattikorkeakoulututkinto**





## ESIPUHE

Tämä opinnäytetyö tehtiin Savonia-ammattikorkeakoulussa yhteistyössä Oy Morehouse Ltd:n kanssa. Työn valvojana toimi lehtori Jyri Tuovinen, jota haluan kiittää työn erinomaisesta ja pitkäjänteisestä ohjauksesta. Lisäksi haluan kiittää Oy Morehouse Ltd:n toimitusjohtaja Pekka Tuomelaa ja talouspäällikkö Jaana Tuomela-Lyytistä, jotka mahdollistivat yrityksen henkilökunnan ja tilojen käytön opinnäytetyön tekemisen aikana. Haluan kiittää myös insinööri Petri Turusta hänen antamistaan neuvoista ja opastuksesta, joista oli suuri apu työn eteenpäin saattamisessa. Haluan kiittää vielä perhettäni joka kannusti työn tekemisessä ja on tukenut minua työn ohessa opiskelussa järjestämällä tarvittaessa aikaa opiskeluuni.

Rautalammilla 9 tammikuuta 2012

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Miikka Ahonen	
Työn nimi Toiminnan modulointi ja huollon ohjeistus	
Päiväys	9 tammikuuta 2012
Sivumäärä/Liitteet	46/1
Ohjaaja(t) Lehtori Jyri Tuovinen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Oy Morehouse Ltd.	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön aiheena oli toiminnan modulointi ja huollon ohjeistus. Sen tavoitteena oli helpottaa yrityksen tarjouslaskentaa, myyntitapahtumaa, tuotteiden kokoonpanoa sekä suunnittelua ja huoltoa. Työn lähtökohtana oli esiselvitys huollon ja moduloinnin tarpeellisuudesta yritykselle. Esiselvityksessä tuotiin esiin yrityksen huolto- ja valmistusprosessin nykytilanne, jota päätettiin alkaa kehittää tehokkaammaksi ja vähemmän kompleksiseksi.</p> <p>Työn tuloksiin päästiin tutustumalla alan kirjallisuuteen ja muihin samantyyppisiin opinnäytetöihin sekä haastatteleamalla yrityksen tuotantohenkilökuntaa ja suunnittelijoita. Teoriatieto ja yhteiset palaverit tuottivat tilaajayritykselle huolto- ja valmistusprosessin moduloinnin ja ohjeistuksen, joka toimii pohjana tehokkaalle huollolle ja tuotannolle.</p> <p>Uuden tarvikeluettelon myötä komponenttien tilaaminen käy nopeammin ja valmistuksen vaiheiden esittelyn avulla uuden työntekijän perehdyttäminen on helpompaa. Moduloinnin avulla saatiin hyvin toimiva apuväline suunnitteluun kokoonpanoon ja huoltoon. Kaiken kaikkiaan voidaan todeta että yrityksen huoltoprosessi selkeytyi ja tarkentui, sekä konttiratkaisujen suunnittelu, tarjouslaskenta ja kokoonpano tehostui.</p> <p>Työn tuloksena saatiin räjähdevaraston, ammusvaraston ja monitoimikontin modulointikaaviot sähkölle, LVI:lle ja mekaniikalle sekä kytkökset niiden rajapinnoille, räjähdevaraston tarvikeluettelo, valmistuksen vaiheet sekä huoltosuunnitelman uimaratakaavio. Jatkossa tilaajan on tärkeää keskittyä jatkuvaan huolto- ja valmistusprosessin parantamiseen, jolloin työ- ja kustannustehokkuus sekä asiakastyytyväisyys pysyy korkeana.</p>	
Avainsanat modulointi, huolto, kunnossapito	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) Miikka Ahonen			
Title of Thesis Instructions for modulation operation and maintenance			
Date	January 9, 2012	Pages/Appendices	46/1
Supervisor(s) Mr Jyri Tuovinen, Lecturer			
Project/Partner Oy Morehouse Ltd.			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this final project was to facilitate the accounting, sales operation, product composition, design and maintenance of the company by making a modulation plan and maintenance instructions for the products manufactured by the company. The modulation plan was focused on the storage of explosive equipment, ammunition storage and multipurpose container because their similarity in structures was sufficient. Maintenance instructions were focused exclusively on the storage of explosives.</p> <p>First, literature discussing this field was studied. The personnel working in production in the companies as well as designers were interviewed. The information found, as well as discussions and interviews resulted in a modulation system which is specific to the client company. This system serves as a basis for more efficient production.</p> <p>As a result of this project there were total modulation schemes of electricity, HVAC and mechanical functions concerning the storage of explosives, ammunition storage and multipurpose container. Also the swimming path diagram for maintenance instructions and a list of equipment for the storage of explosives were made. In the future it is important to keep improving maintenance and manufacturing process to maintain cost effectiveness and customer satisfaction.</p>			
Keywords modulation, service, maintenance			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	8
2	MOREHOUSE OY.....	9
2.1	Referenssit .....	12
2.2	Käsitteet .....	13
3	MODULOINTI.....	14
3.1	Moduloinnin syyt.....	15
3.2	Moduulityyppejä.....	15
3.3	Modulaarisuuden tyyppejä.....	16
3.4	Modulointi tuoteperheessä.....	16
3.5	Toiminnan tehostus moduloinnin avulla .....	17
3.6	Moduloinnin edellytykset.....	17
3.7	Moduloinnin toteutus .....	18
3.8	Jouston kaksi keinoa .....	19
4	MODULOINTI ASIAKASYRITYKSESSÄ .....	21
4.1	Moduloinnin suunnittelun lähtökohdat.....	21
4.2	Moduulityypit .....	21
4.3	Moduloinnin edellytykset ja toteutus .....	22
4.4	Toimintomodulointi yrityksen tuotteissa .....	24
4.4.1	Sähkön toimintomodulointi tuotteissa .....	25
4.4.2	LVI:n toimintomodulointi tuotteissa .....	26
4.4.3	Mekaniikan toimintomodulointi tuotteissa.....	27
4.5	Moduloinnin suunnittelu yritykselle.....	29
4.6	Moduloinnin tulokset yrityksessä .....	30
5	KUNNOSSAPITOLAJIT.....	31
5.1	Kunnossapidon tausta ja standardit .....	31
5.2	Ehkäisevä kunnossapito .....	33
5.3	Korjaava kunnossapito .....	33
5.4	Parantava kunnossapito .....	34
6	TARVIKELUETTELO.....	35
6.1	Räjähdetarvikevaraston esittely .....	35
6.2	Huoltosuunnitelman uimaratakaavio .....	41
6.3	Huoltosuunnitelman uimaratakaavion tekstisivu.....	42
7	TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....	44
	LÄHTEET .....	46

## LIITTEET

Liite 1 Räjähdetarvikevaraston tarvikeluettelo (ei julkinen)

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö on tehty Morehouse Oy:lle. Keväällä 2011 päätettiin räjähdetarvikevaraston huollon ohjeistuksen selkeyttämisestä ja syksyllä 2011 toiminnan moduloinnista räjähdetarvikevarastoon, ammusvarastoon ja monitoimikonttiin. Palaverissa selvitetiin nykytilanteen ongelmakohdat, joita ryhdytään poistamaan tässä opinnäytetyössä.

Morehouse Oy valmistaa erityyppisiä merikonttiratkaisuja, joiden tuotantotapa on pääosin paikalleen rakentaminen. Tuotteet ovat moduulityyppisiä ja asiakasohjautuvia

Opinnäytetyössä pyritään tehostamaan huoltotoiminnan prosesseja räjähdetarvikevarastossa sekä moduloimaan konttiratkaisut räjähdetarvikevarastosta, ammusvarastosta ja monitoimikontista. Moduloinnilla on tarkoitus helpottaa asiakasyrityksen tarjouslaskentaa, myyntitapahtumaa, tuotteiden kokoonpanoa ja suunnittelua sekä huoltoa. Työn aiheena on toiminnan modulointi ja huollon ohjeistus. Huollon ohjeistus on tarkoitus kohdentaa räjähdetarvikevarastoon (M1000B), joka on yksi yrityksen pitkäaikaisimpia tuotannossa olleita ns. perustuotteita. Huollon ohjeistuksessa on tarkoitus esitellä räjähdetarvikevaraston valmistus ja koota siinä käytetyt tarvikkeet Excel-taulukkoon. Valmistuksen esittelyä voi käyttää apuna uuden työntekijän perehdyttämisessä ja tarvikeluetteloja räjähdetarvikevaraston komponenttien ostoprosessissa.

Toiminnan modulointi on kohdennettu räjähdetarvikevarastoon (M1000B), ammusvarastoon (M1000 OSU) ja monitoimikonttiin (M75 FAF). Moduulijärjestelmät koostuvat moduuleista, jotka voivat olla joko toimintamoduuleita tai valmistusmoduuleita. Toimintamoduulit on määritelty tuotteen teknisten ominaisuuksien mukaan, kun taas valmistusmoduulit määritellään ainoastaan valmistusnäkökulmasta. Tässä työssä pyritään toimintamoduulit ja valmistusmoduulit yhdistämään. Yhdistetyllä moduloinnilla on tarkoitus saattaa räjähdetarvikevarasto, ammusvarasto ja monitoimikontti yhdeksi yhdistetyksi moduuliksi. Jokainen em. konteista tulee sisältämään yhdistetyssä valmistus - ja toimintamoduulissa mekaniikan, sähkön ja LVI:n.



## 2 MOREHOUSE OY

Kuvassa 1 on Morehouse Oy:n Rautalammin tehdas, joka on rakennettu vuonna 1990. Kuvan vasemmassa reunassa oleva moderni lisäsiipi valmistui vuonna 2001. Tehtaassa on 1900 m<sup>2</sup> tuotanto- ja toimistotiloja.



KUVA 1. Morehouse Oy Rautalammin tehdas (Kuva Miikka Ahonen)

Morehouse Oy on Rautalammillla sijaitseva vaativien konttiratkaisujen toimittaja, joka valmistaa, varustelee ja huoltaa noin 50 erikoisrakenteista konttiyksikköä vuodessa. Yrityksen liiketoiminnan voi määrittellä teolliseksi palveluliiketoiminnaksi, jossa yhdistetään tuoteliiketoiminta ja palveluliiketoiminta. Kontteja käytetään yleensä kenttäolosuhteissa eri puolilla maailmaa. Mittatilaustyönä valmistettavat teräsrakenteiset kontit tarjotaan palvelupakettina, joka sisältää palvelun suunnittelusta toimitukseen mihin tahansa maailmalla avaimet käteen - periaatteella. Erilaisia konttityyppejä ovat mm. toimistot, johtamistilat, majoitustilat, saniteettitilat, keittiöt ja suurtalouskeittiöt, saunat, pelastustoimen kontit ja prosessikontit. Yrityksen suurin asiakas on puolustusvoimien materiaali- ja lentotekniikkalaitos. Yhtiön liikevaihto vuonna 2010 oli 2 201 000 euroa ja liikevoittoprosentti 18,1 %. (Morehouse Oy arkisto.)

Morehouse Oy on perustettu vuonna 1995. Yritys luotiin tuolloin yhden innovatiivisen tuotteen ympärille. Kyseinen tuote oli ja on yhä edelleen levitettävä, 20 jalan kontista avautuva 40 m<sup>2</sup> monipuolinen hyötytila (kuva 15), jonka kokoaminen vie vain 20 minuuttia. Tila ei vaadi alustakseen erillisiä perustuksia, tasainen ja kova maaperä riittää. Kuljetusasennossa merikontin kokoisena se sisältää kaikki konttiin liittyvät varusteet, sähköistyksen ja LVI:n. Levitettävä kontti on yhä edelleen yrityksen lippulaiva

eikä kontin perusideaan ole tehty suuria muutoksia. Kontin kokonaiskonstruktio ja sen integroitu kattojärjestelmä on patentoitu. (Morehouse Oy arkisto.)



KUVA 15. Monitoimikontti, joka on yhä edelleen yrityksen lippulaiva.  
(Kuva Morehouse Oy)

Yritys valmistaa myös puhtaasti valmiiseen merikonttiin räätälöityjä ammus- ja räjähdetarastoja (kuvat 13 ja 14). Kontit ovat pääesikunnan teknillisen tarkastusosaston hyväksymiä CSC-katsastettuja tiloja 1. luokan räjähteiden ADR-kuljetukseen ja varastointiin. Kontit ovat ISO-standardin mukaisia noin 3 tonnin painoisia 20 jalan merikuljetuskontteja, minkä lisäksi niihin voi lisätä 1,9 tonnia varusteita. Kontit ovat ADR/VAK/EX-katsastettuja räjähdelainekuljetuksiin. Konteissa saa varastoida enintään 0,4 tonnia räjähteitä varsinaisen käyttäjälle annettavan varastointiluvan sallimissa rajoissa. (Morehouse Oy arkisto.)

Yrityksessä työskentelee 20 henkeä, joista seitsemän on toimihenkilöitä. Tuotannon työntekijät ovat mekaniikka-, hydraulikka-, LVI- ja sähköasentajia. Yrityksellä on sähköurakointiluvat. (Morehouse Oy arkisto.)



KUVA 13. Ammusvarastossa voi varastoida enintään 400 kg räjähteitä.  
(Kuva Morehouse Oy)



Kuva 14. Räjähdetarvikevarasto, joka on CSC-katsastettu 1. luokan  
räjähteiden ADR-kuljetukseen ja varastointiin. (Kuva Morehouse Oy)

## 2.1 Referenssit

Yrityksen suunnittelemissa ja valmistamissa konttiratkaisuissa käytetään seuraavissa rauhanturvamistehtävissä ja teollisuus- sekä avustusprojekteissa:

- Bouygues Travaux Publics Finnish Branch 2007
- Conlog 2004 -
- Estonia board of borderguard 1998
- Fazer- leipomot 2008
- Kauppatalo Hansel 1995 - 2003
- Master Profi 2005
- Merentutkimuslaitos, ABOA- tutkimusaseman laajennus Antarktiks 2002
- Metso- konserni 1998 -
- Olkiluoto EPR3- project 2007 -
- Outotec 2008 -
- Patria 2005 -
- Posiva 2006 -
- Puolustushallinnon Rakennuslaitos 2004 –
- Pääesikunta ja sen alaiset laitokset 2008 -
- Ilmavoimien materiaalilaitos 2010 -
- Lentotekniikkalaitos 1998 - 2009
- Materiaalilaitos 2000
- Merivoimat 2002 -
- Rauhanturvaoperaatiot
- Afganistan
- ISAF 1996 -
- Bosnia-Herzegovina
- IFOR 1996
- SFOR 2003
- Eritrea
- Libanon
- UNIFIL 1995 - 2000
- UNIFIL II 2006-2007
- Kosovo
- KFOR
- Makedonia

## 2.2 Käsitteet

### **CSC- katsastus**

Kansainvälinen yleissopimus turvallisista konteista (111/1999)

### **VAK/ADR**

Sopimus vaarallisten aineiden kansainvälisistä tiekuljetuksista (401/2011)

### **Elementti**

Sandwich- rakenne, jossa ydinaineena polystyreeni jonka molemmin puolin on liimattu 1 mm:n lasikuitulaminaatti.

### **Potentiaalintasauskisko**

Kuparikisko joka on osa potentiaalintasausjärjestelmää, ja johon voidaan liittää potentiaalintasaukseen käytettäviä johtimia.

### **EPA- alue**

Staattiselta sähköltä suojattu alue

### **ESD- lattiamatto**

Staattista sähköä poistava päällyste

### **Suihkupuhdistus SA 3**

Teräksen hiekkapuhallus kvartsihiekkalla siten, että pinnan profiili tasaisen harmaa, ei laikukas

### **Rättisarana (alusarana)**

Profiilien väliin puristamalla liitetty polyuretaaniliuska

### **Moduuli**

itsenäinen osa, jollaisista voidaan koota erilaisia kokonaisuuksia

### **Modulaarinen**

Moduuleista koostuva kokonaisuus

### 3 MODULOINTI

Erixon (1998) määrittelee moduulin standardoiduksi yksiköksi, joka on yhdistettävissä ja vaihdettavissa toisiin moduuleihin. Moduulien avulla tuote voidaan tilaus - toimitusprosessissa valmistaa ja toimittaa ilman tilauskohtaista räätälöintiä. Moduulien elinkaaret ovat usein mahdollisesti pidempiä kuin itse tuotteen. (Sarinko 1999, 32.)

Moduulilla tarkoitetaan myös lopputuotteen rakenteellista kokonaisuudeksi katsottavaa, rajapinnoiltaan määritettyä osaa sekä tuotteen rakenteellisten ominaisuuksien kehittämistä moduuleista koostuvaksi. (Lapinleimu, 2007, 34.)

Modulaarisuudella Erixon (1996) tarkoittaa tuotevarianttien valmistusta tai luomista valmiiksi suunniteltujen moduulien avulla. Modulaarisuus antaa mahdollisuuden varioituaan tuoterakenteeseen. Varioituva tuoterakenne taas mahdollistaa, että tuotetta voidaan muuntaa asiakkaan vaatimusten mukaiseksi. Modulaarisen tuoterakenteen pyrkimys on saada aikaan kannattava tuotevalikoima, jonka on tarkoitus kattaa mahdollisimman laajasti asiakkaiden tarpeet. Modulaarisella tuotteella on seuraavat ominaisuudet: (Sarinko 1999, 32.)

- Kiinteät osat (moduulit) toteuttavat yhden tai useamman toiminnon
- Moduulien väliset vuorovaikutukset on määritelty tarkoin

Pahlin (1986) mielestä ideaalitapauksissa kaikki eri moduulit toteuttavat jokainen vain yhden toiminnon ja moduulien välillä vaikuttaa muutama tarkoin määritelty yhteys. Tämän ansiosta moduulien väliset vuorovaikutukset ovat helppoja ja selkeitä kuvata, koska moduuleita pystyy vaihtamaan yksittäin ja niitä voidaan suunnitella ja valmistaa moduuleittain.

Modulaarisen tuoterakenteen vastakohtana on integroitu rakenne. Integroidun rakenteen toiminnot vaikuttavat moneen osaan tuotteessa eivätkä ole millään lailla määriteltyinä eri toimintojen vaikutuksesta eri osiin. Tuotetta ei pysty ajattelemaan pienemmistä kokonaisuuksista muodostuvaksi, vaan sitä täytyy ajatella aina yhtenä kokonaisuutena. Tuotekehitys, suunnittelu ja tuotanto täytyy tapahtua aina koko tuotteen osalta samanaikaisesti. (Sarinko, 1999, 33.) Modulaarisuus on itse sisältö, tuotteen ominaisuus (Lapinleimu, 2007, 34).

### 3.1 Moduloinnin syyt

Elgårdin (1998) ja Ulrichin (1995) mielestä modulaarisuuden avulla pystytään pienentämään tuotteen kompleksisuutta, ja tämä mahdollistaa tuotteen käsittelemisen pienissä toiminnallisissa kokonaisuuksissa, jotka pystytään näin suunnittelemaan ja valmistamaan erillisinä. Moduloinnin myötä asiakkaan vaatimuksia tuotteelle on helpompi hallita ja kehittää.

Modulointi rinnastetaan yleensä variointiin, koska modulaarinen tuotteenrakenne antaa mahdollisuuden tuotteen varioimiseen. Päämääränä ja tarkoituksena ei kuitenkaan ole tuottaa mahdollisimman laajaa variaatioiden määrää asiakkaalle, sillä tarpeeton variointi on kallista ja kannattamatonta yritykselle. Asiakasta ei kiinnosta itse variointi vaan sen lopputulos, tuotteen on täytettävä hänen vaatimuksensa ja toiveensa. (Sarinko, 1999, 33 -34.)

Variointi jaetaan ulkoiseen ja sisäiseen variointiin. Ulkoinen variointi näytetään asiakkaalle ja sisäinen variointi tarkoittaa yrityksen sisällä toimivaa variointia, esimerkiksi toimintoja jotka liittyvät valmistukseen ja jakeluoperaatioihin. Ulkoisessa varioinnissa on hyödyllinen ja hyödytön variointi. Hyödyllinen variointi tuo lisäarvoa tarjoamalla asiakkaalle esimerkiksi vaihtoehtoisia toimintomalleja, joista asiakas pystyy valitsemaan itselleen sopivimman. Hyödyttömäksi varioinniksi luetaan sellainen, joka lisää variaatioiden määrää, mutta variaatioiden ollessa samantyyppisiä ne eivät tuota lisäarvoa tuotteelle. Hyödyttömät variaatiot tuottavat vain valinnanvaikeuksia asiakkaalle, eli sisäistä variointia voidaan pitää aina hyödyttömänä asiakkaan kannalta, koska se ei tuota lisäarvoa hänen yritykselleen. Yrityksen tulisi varioida ainoastaan ulkoisesti ja hyödyllisesti, jotta siitä koituisi hyötyä asiakkaalle. (Sarinko, 1999, 33 -34.)

### 3.2 Moduulityyppejä

Pahl (1986) katsoo moduulijärjestelmien koostuvan moduuleista, jotka jaetaan joko toimintamoduuleiksi tai valmistusmoduuleiksi. Toimintamoduulit määritellään tuotteen teknisten toimintojen mukaan, jolloin yksi moduuli toteuttaa yhden tai useamman toiminnon. Valmistusmoduulit on määritelty ainoastaan valmistusnäkökulmasta katsoen. (Sarinko, 1999, 34.)

Erixonin (1998) mielestä yhdistetyissä modulointimenetelmissä liitetään toimintomoduuli- että valmistusmoduulikäsité. Tällaiset moduulit valitaan noudattaen tuotteen teknillisiä ratkaisuja, eli toimintoja, ja samaan aikaan ne on määritelty myös valmis-

tusnäkökulmasta. Moduulit suunnitellaan ja valmistetaan erillisinä osakokonaisuuksina ja kootaan vasta loppulinjalla kokonaiseksi tuotteeksi. (Sarinko, 1999, 34.)

### 3.3 Modulaarisuuden tyyppejä

Ulrich (1991) jakaa modulaarisuuden viiteen erilaiseen lajiin: (Sarinko, 1999, 36)

#### 1. Komponenttien vaihtokelpoisuus (component-swapping modularity)

- Useampi moduuli vaihdetaan samaan perusyksikköön muodostaen yhteen tuoteperheeseen sijoittuvia tuotevariantteja.

#### 2. Komponenttien käyttö useammassa tuotteessa (component-sharing modularity)

- Yhtä moduulia käytetään useissa eri perusyksiköissä, jolloin moduulia voi käyttää eri tuoteperheissä.

#### 3. Parametrinen modulaarisuus (fabricate-to-fit modularity)

- Parametrisiä arvoja pystytään määrittelemään tapauskohtaisesti.

#### 4. Väylämodulaarisuus (bus modularity)

- Perusyksikköön liitetään erityyppisiä moduuleja vapaavalintaisissa yhdistelmissä mielivaltaisessa järjestyksessä.

#### 5. Rakennuslohkomodulaarisuus (sectional modularity)

- Joukko moduuleja yhdistellään niiden rajapintojen avustuksella millaiseen järjestykseen tahansa. Tällaista tapaa kutsutaan usein lego-moduloinniksi.

### 3.4 Modulointi tuoteperheessä

Tuoteperheillä tarkoitetaan tuoteryhmiä, joiden sisällä on joitakin yhteisiä ominaisuuksia. Tuoteperheiden perustamisen lähtökohtana on jakaa tuotteiston kaltaisiin ryhmiin, että tuotteiden samankaltaisuudesta on hyötyä. Moduloinnilla pyritään vaihtoehtoisten kokoonpanojen luomiseen. Moduloinnin yh-



tenä tarkoituksena on löytää tuoterakenne, johon on helppo muokata asiakkaan haluamat muutokset hallitusti.

Moduloinnin yksi päätavoite on yrityksen kilpailukyvyn parantaminen. Osatavoitteet ovat taloudellisuuden kasvattaminen myynnissä, suunnittelussa, huollossa ja valmistuksessa, sekä toimitusajan lyhentäminen ja sarjatuotantoon pääseminen. Parhaimmillaan tuotteen voi moduloida niin, että tuotteiden variointi eri asiakkaita varten tehdään vain yhdistelemällä tuotteen vakiomoduuleita.

### 3.5 Toiminnan tehostus moduloinnin avulla

Moduloinnin avulla pystytään tarkentamaan tuotteen kustannusarvioita, kun tuotteen eri osien valmistuskustannuksista on dokumentoitua tietoa. Nyt pystytään paremmin hallitsemaan yksittäisten moduulien valmistuskustannuksia ja eliminoidaan tuote yli- tai alihinnoittelulta. Moduloinnin avulla yritys pystyy hyödyntämään aikaisempien tuotteiden teknisiä ratkaisuja uusien tuotevariaatioiden luomisessa.

### 3.6 Moduloinnin edellytykset

Kaivoksen (1985) ja Verhon (1993) mielestä paras hyöty saavutetaan moduloinnilla kun:

- Tarve laajaan joustavuuteen
- Suuri, monimuotoinen tuotevalikoima
- Asiakasohjautuva tuote
- Tuotekehityksessä ja tuotannossa pitkät läpäisyajat
- Hidas kiertonopeus tuotanto- ja tuotevarastoissa
- Tuotteen elinikää runsaasti jäljellä
- Tuotteella riittävästi volyyymiä
- Tuotteella hyvä valmistustekninen ja toiminnallinen kypsyy
- Tuotteen rakenneratkaisut eivät hyödynnä vanhenevaa tekniikkaa
- Tuotteiden samankaltaisuus rakenteissa riittävä

Moduloinnilla ei voi toteuttaa kaikkia ratkaisuja, koska se ei sovellu esimerkiksi tuotteeseen jonka muuttujaparametreja kuten tehoa, halutaan optimoida. Moduloinnin päätökset perustuvat kompromisseihin.

Moduloinnille tuotannonohjaustavoista sopivin on esimerkiksi JIT-toiminta (Just In Time), ja yhtenä keinona imuohjaus ja asiakaslähtöinen tuotanto. Tuotevalmistus jaetaan moduuleittain erilaisiin valmistussoluihin, joissa valmiit moduulit kasataan kokoonpanolinjalla. (Sarinko 1999, 38.)

### 3.7 Moduloinnin toteutus

Ennen modulointiin ryhtymistä on selvitettävä markkinoiden tarpeet, sekä moduloinnin kohteena olevan tuotteen kilpailukyky, sekä mahdollisten kilpailijoiden tuotteet. Yrityksen täytyy selvittää myös tuotantomahdollisuudet ja tuotantokapasiteetti, ja jos modulointi nähdään kannattavana ja aiheellisena, määritellään moduulijako ja modulointiperiaatteet. Moduulijaon keskeisimpiä asioita on asiakkaan ja yrityksen sisäisten modulointitarpeiden huomioiminen moduuliajureiden avulla, sekä moduulien välillä olevien rajapintojen määrittäminen. (Sarinko, 1999, 39.)

Anderssonin (1991) mielestä moduulijaon perusta on asiakkaan huomioiminen, ja sen tulee perustua asiakkaan tarpeisiin. Asiakkaan tarpeiden määrittelemiseksi käytetään esimerkiksi QFD (Quality Function Deployment) analyysiä. QFD-analyysiä käyttämällä varmistetaan, että suunnittelussa olevat lähtökohdat tulee asiakkaan vaatimuksista ja että ne ovat rinnakkain suunnittelun ja yrityksen käyttämien muiden rajojen kanssa yhdessä, moduulivalinnan tukena. Modulaarisuutta vertaillaan asiakastarpeiden kesken, ja tällä tavalla saadaan selville mitkä asiakastarpeet tulee olla moduuleina. (Sarinko, 1999, 39.)

Pimmler (1994) kutsuu moduulien välissä olevia liittymäpintoja rajapinnoiksi (interface). Moduulirakenteen tärkeimpiä tehtäviä on moduulien välisten vuorovaikutusten määrittäminen ja optimointi. (Sarinko, 1999, 41.)

Erixon (1996) on määritellyt moduulivalinnan keskeisiksi tekijöiksi yrityksen toimintatavan ja tuotteen ominaisuudet, joita käsitellään moduuliajureiden avulla. Moduuliajurit luokitellaan kattamaan tuotteen koko elinkaari. Seuraavaksi tarkastellaan yleisimpiä moduuliajureita. (Sarinko, 1999, 39– 40.)

### Tuotekehitys

- Siirto seuraavaan tuotesukupolveen (Carry-over)
- Tekninen kehitys (Technological evolution)
- Suunniteltu muutos (planned design changes)

### Varioituvuus

- Tekninen erittely (Technical specification)
- Muotoilu (Styling)

### Tuotanto

- Yhteinen perusyksikkö (Common unit)
- Prosessien uudelleenkäyttö (Process reuse)

### Laatu

- Toiminnallisuuden erillinen testaus (Separate testing of functions)

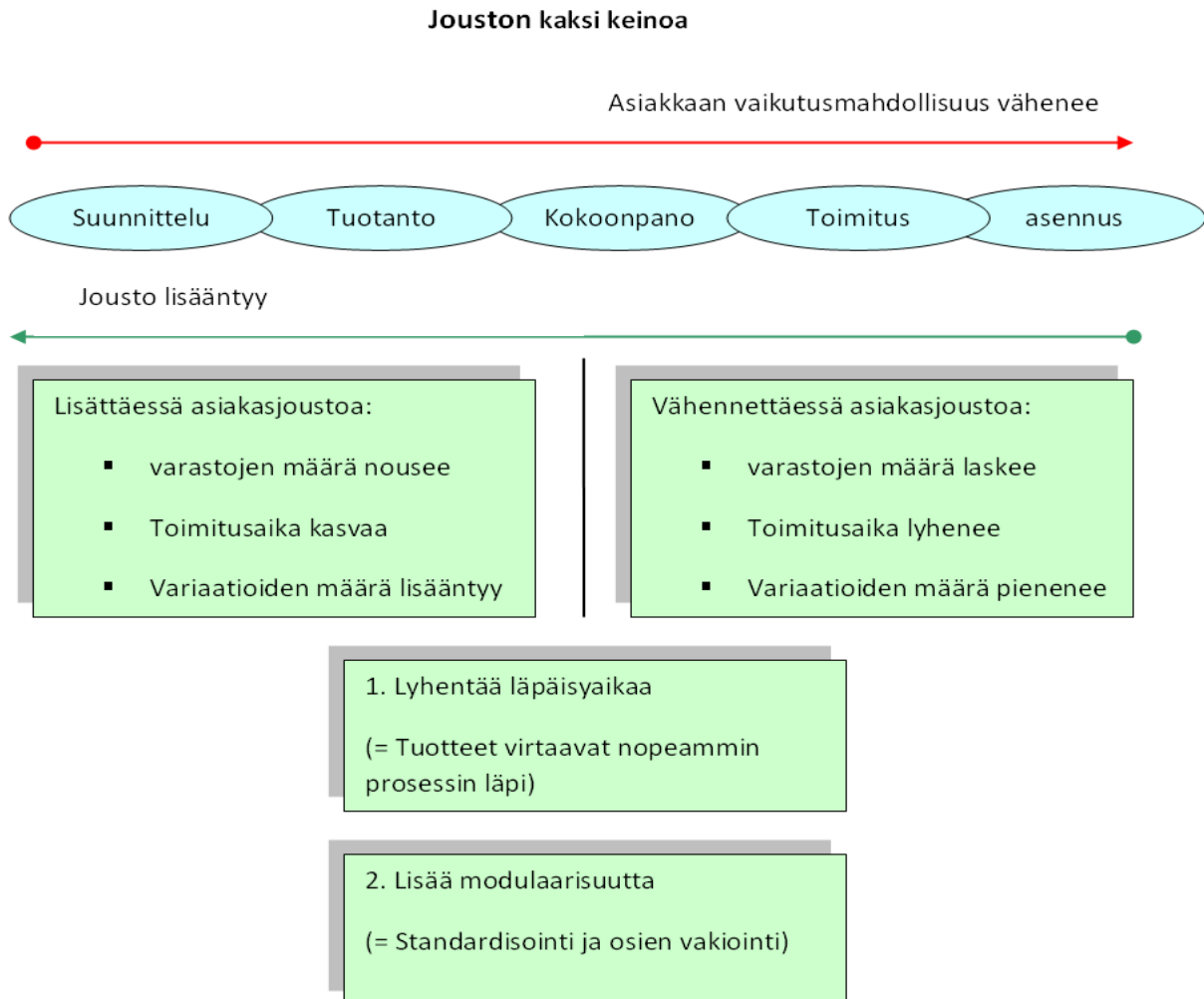
### Myynnin jälkeinen palvelu

- Huolto ja kunnossapito (Service and maintenance)
- Perusparannus (Upgrading)
- Kierrätys (Recycling)

## 3.8 Jouston kaksi keinoa

Jokaisen tuotteen kohdalla pitää etukäteen määrätä joku raja, johon saakka asiakas pystyy vaikuttamaan ostaessaan tuotetta tietyllä hinnalla. Asiakasjoustoan voidaan vaikuttaa perinteisen moduloinnin ja tuotteen läpäisyajan nopeutumisen kautta (kuviot 1). Tuotemodulointia kehitettäessä se on suunnattava palvelemaan sekä suunnittelua, valmistusta että myyntiä, ja silloin päästään hallittuun tuotetarjontaan. Kun tuote moduloidaan järkevästi, voidaan monimutkainenkin laite määrittellä muutamalla moduulilla, jotka on hinnoiteltu jo valmiiksi, ja joihin on kaikki tarvittava dokumentaatio. Toiminta edellyttää että tuotteet koostuvat standardien mukaisesti määritellyistä nimikkeistä. Tuotemuutokset on välitettävä suoraan tuotekehityksestä valmistukseen ja myyntiin. (Peltonen, 1998.)

Asiakasjouston lisääntyessä varastojen määrä nousee, toimitusaika kasvaa ja variaatioiden määrä lisääntyy. Asiakkaan joustomahdollisuutta vähennettäessä varastojen määrä laskee, toimitusaika lyhenee ja variaatioiden määrä pienenee. (Peltonen, 1998.)



(1) KUVIO 1. Läpäisyajan ja moduloinnin vaikutus asiakasjousto. (Mukaiilu Peltonen 1998)

## 4 MODULOINTI ASIAKASYRITYKSESSÄ

Tuotteiden moduloinnilla pyrittiin helpottamaan yrityksen tarjouslaskentaa, huoltotahtuman suunnittelua sekä itse huoltoa. Moduloitavat tuotteet ovat yrityksessä jo pitkään valmistuksessa olleet räjähdetarvikevarasto, ammusvarasto sekä monitoimikontti. Moduulien tärkeimmät rajapinnat tuotteissa ovat sähkö, LVI ja mekaniikka, jotka yhdessä muodostavat lopputuotteen.

### 4.1 Moduloinnin suunnittelun lähtökohdat

Moduloinnilla pyritään vähentämään räjähdetarvikevaraston, ammusvaraston ja monitoimikontin kompleksisuutta sekä mahdollistamaan konttien käsittely pienemmissä toiminnallisissa kokonaisuuksissa. Moduloinnilla pyritään myös siihen, että asiakkaan vaatimuksia ja toivomuksia olisi helpompi käsitellä, hallita ja kehittää.

Kontteja olisi voitu myös edelleen modularisoida, mutta siihen ei katsottu olevan tarvetta koska kompleksisuutta tuoterakenteessa pyrittiin nimenomaan vähentämään. Tässä tapauksessa tuotteiden modularisointi olisi tarkoittanut tuotevarianttien valmistusta ja luomista suunniteltujen moduulien lisäksi ja niiden avulla, koska modulaarisuus antaa mahdollisuuden varioituvaan tuoterakenteeseen. Varioituva rakenne olisi taas antanut mahdollisuuden siihen, että asiakas olisi voinut muokata konttien rakennetta vielä enemmän omien vaatimustensa ja halujensa mukaan. Tästä olisi seurannut erittäin kompleksinen ja raskas tuoterakenne, jonka seurauksena tarjouslaskentaa, suunnittelua ja tuotantoa olisi pitänyt kasvaneen työmäärän vuoksi lisätä. Konttien modulaarinen tuoterakenne olisi siis hyödyttänyt asiakkaita, mutta suunnittelun ja tuotannon kapasiteettia sekä lopputuotteen hintaa olisi pitänyt nostaa.

### 4.2 Moduulityypit

Moduulijärjestelmät koostuvat moduuleista, jotka on jaettu toimintomuodulleiksi tai valmistusmoduuleiksi. Yrityksen tuotteissa on tarkoitus käyttää yhdistettyä moduloimismenetelmää, jossa liitetään yhteen toiminto- ja valmistusmoduulikäsité. Tässä mallissa moduulit valitaan noudattaen tuotteen teknisiä ratkaisuja eli toimintoja ja samalla ne on määritelty myös valmistusnäkökulmasta.

### 4.3 Moduloinnin edellytykset ja toteutus

Yrityksessä pidetyissä palaverissa selvitettiin markkinoiden ja myynnin tarpeet, moduloitavat kohteet sekä kilpailijoiden valmistamat tuotteet. Kilpailijoiden tuotteista oli saatavilla kaiken kaikkiaan vähän tietoa, koska yrityksen asiakkaana oleva puolustusvoimat ei anna tietoja muiden valmistamista tuotteista. Moduloinnin kohteiksi valittujen räjähdetarvikevaraston, ammusvaraston ja monitoimikontin katsottiin täyttävän suurimmalta osaltaan modulointiin tarvittavat kriteerit, jotka olivat:

- tuotteiden samankaltaisuus rakenteissa riittävä
- asiakasohjautuva tuote
- tuotteen elinikää jäljellä runsaasti
- tuotteella riittävästi volyymia
- tuotteella hyvä valmistustekninen ja toiminnallinen kypsyys.

Räjähdevarastolle, ammusvarastolle ja monitoimikontille suunniteltiin täyttyvien kriteerien pohjalta muodostuva modulointikaavio (kuvio 2), joka koostuu kolmesta yhdistetystä toiminto- ja valmistusmoduulista, jotka ovat sähkö, LVI ja mekaniikka.

Sähkömoduulin rajapintojen keskeiset kohdat ovat:

- sähköjärjestelmä
- kaapelointi
- koneet
- laitteet.

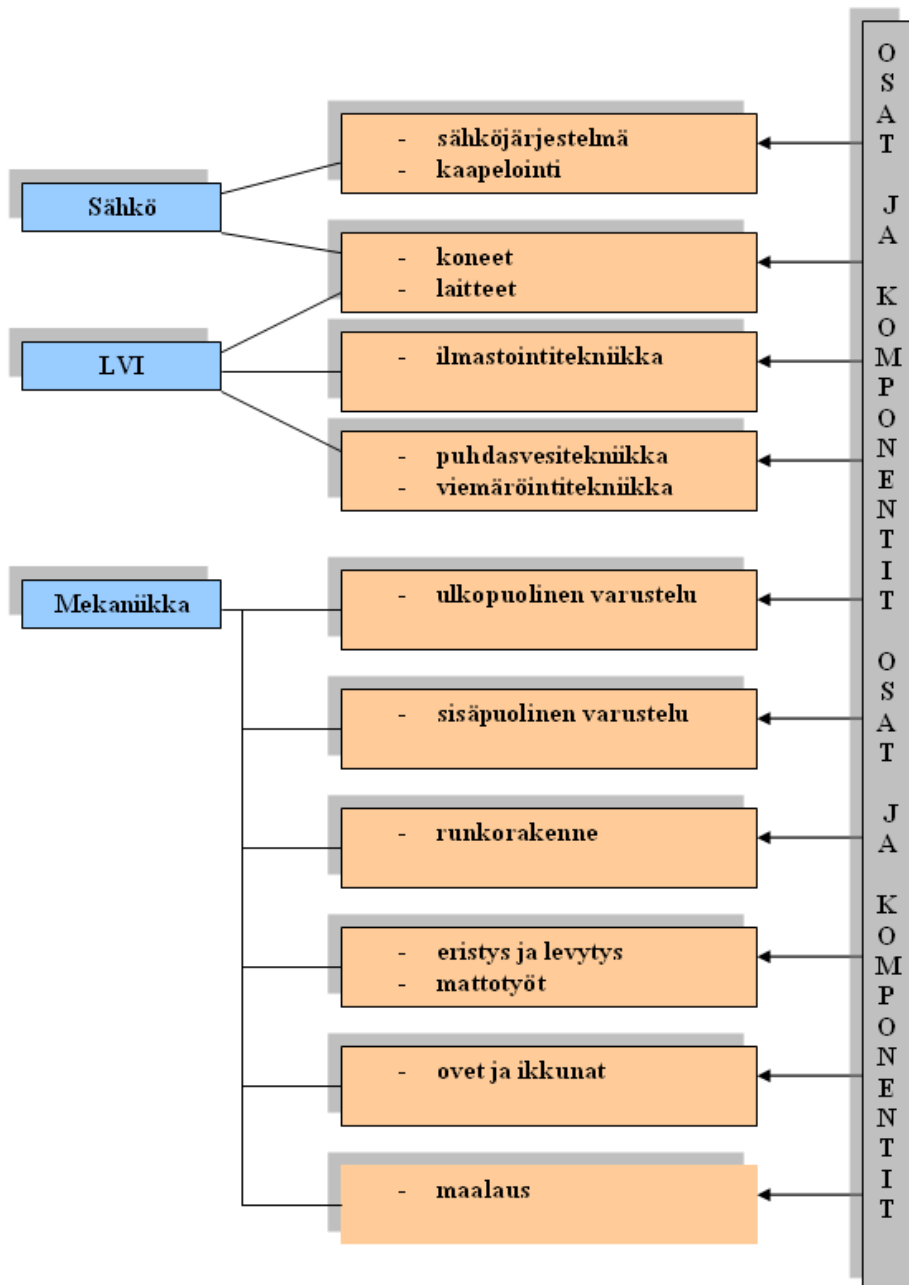
LVI - moduulin rajapintojen keskeiset kohdat ovat:

- ilmanvaihto
- koneet
- laitteet.

Mekaniikka - moduulin rajapintojen keskeiset kohdat ovat:

- ulkopuolinen varustelu
- sisäpuolinen varustelu
- runkorakenne
- eristys ja levytys
- mattotyöt
- ovet ja ikkunat
- maalaus

Kuviossa 2 räjähdetarastolle, ammusvarastolle ja monitoimikontille suunniteltu moduulointikaavio koostuu kolmesta yhdistetystä toiminto- ja valmistusmoduulista, jossa sähkö- LVI- ja mekaniikkamoduulit ovat kytköksissä rajapintoihin ja rajapinnat osiin ja komponentteihin.



KUVIO 2. Yhdistetyssä toiminto- ja valmistusmoduulissa kokonaistoiminnot yhdistyvät rajapintoihin.

#### 4.4 Toimintomodulointi yrityksen tuotteissa

Räjähdetarvikevaraston, ammusvaraston ja monitoimikontin moduulit on valittu jakamalla tuote toimintoihin ja siitä edelleen toimintomoduuleihin. Toimintomoduulit on jäsennellyt siten, että perustoiminnot kuvaavat toimintoja, jotka ovat tuotteessa välttämättömiä ja muuttumattomia. Perustoiminto esiintyy joko yksin tai yhdessä muiden toimintojen kanssa. Perustoimintomoduuli on luonteeltaan pakkomoduuli, sillä sitä tarvitaan tuotteessa aina. Apustoiminnot luodaan apumoduuleilla, joilla liitetään sekä kootaan tuote, jolloin ne yleensä ovat yhteydessä perusmoduuleihin. Apumoduulit



ovat myös tyypiltään pakkomodulleita. Erikoistoiminnot luodaan erikoismoduulien avulla. Sovitusmoduulilla sovitetaan tuote toiseen järjestelmään ja nämä moduulit sovitetaan vasta paikalla tarvittavaan mittaan. Asiakkaiden tilauskohtaiset toiveet toteutetaan erikoisratkaisujen avulla ja näitä erikoisratkaisumoduuleita ei luokitella lainkaan modulleiksi, koska toivotut toiminnot eivät ole ennakoitavissa.

#### 4.4.1 Sähkön toimintomodulointi tuotteissa

Kuviossa 3 on kuvattu räjähdetarvikevaraston, ammusvaraston ja monitoimikontin sähkön toimintomodulointi.

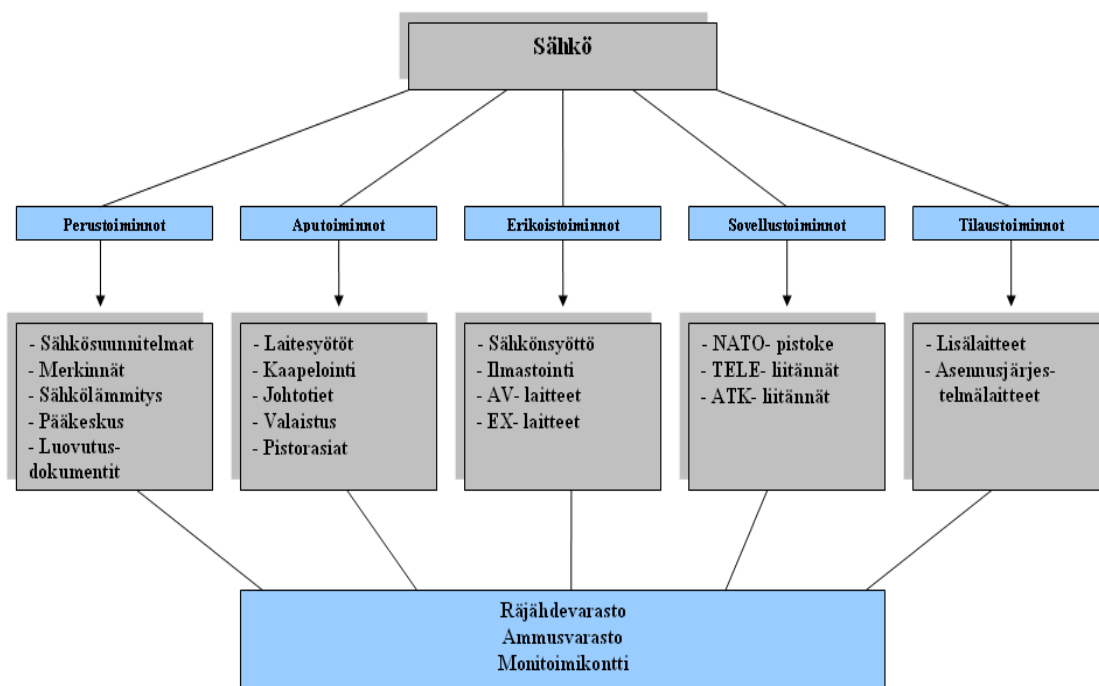
*Perustoiminnot*-moduuliin (jotka ovat välttämättömiä ja muuttumattomia räjähdetarvikevarastossa, ammusvarastossa ja monitoimikontissa) kuuluvat konttien sähkösuunnitelmat, merkinnät, sähkölämmitys, pääkeskus, potentiaalintasaus ja luovutusdokumentit. Perustoiminnot-moduuli on ns. pakkomoduuli.

*Aputoiminnot*-moduuliin (joilla liitetään ja kootaan räjähdetarvikevarasto, ammusvarasto ja monitoimikontit toisiinsa) kuuluu laitesyötöt, kaapelointi, johtotiet, valaistus ja pistorasiat. Aputoiminnot ovat jollain tasolla aina yhteydessä perustoiminnot-moduuliin. Aputoiminnot-moduuli on kuten perustoiminnot-moduuli myös toiminnaltaan ns. pakkomoduuli.

*Erikoistoiminnot*-moduuliin (jotka ovat tuotetta täydentäviä tai tiettyjä osatoimintoja räjähdetarvikevarastossa, ammusvarastossa ja monitoimikontissa) kuuluu sähkösyöttö, ilmastointi, AV-laitteet ja EX-laitteet. Koska erikoistoiminnot-moduuli on tuotetta täydentävä tai tiettyjä osatoimintoja sisältävä, sitä ei aina välttämättä tarvita kaikissa tuotevarianteissa.

*Sovellustoiminnot*-moduuliin (joilla sovitetaan räjähdetarvikevarasto, ammusvarasto ja monitoimikontti toiseen järjestelmään) kuuluvat NATO-pistoke, TELE-liitännät ja ATK-liitännät. Sovellutusmoduulissa sovitetaan tuote toiseen järjestelmään.

*Tilastoiminnot*-moduuliin (asiakkaiden omat toiveet erikoisvarustelusta räjähdetarvikevarastoon, ammusvarastoon ja monitoimikonttiin) kuuluvat lisälaitteet ja asennusjärjestelmät. Tätä moduulia ei luokitella varsinaiseksi moduuliksi ollenkaan, koska toivotut toiminnot eivät ole ennakoitavissa.



KUVIO 3. Sähkön toimintomodulointi räjähdetarvikevarastossa, ammusvarastossa ja monitoimikontissa.

#### 4.4.2 LVI:n toimintomodulointi tuotteissa

Kuviossa 4 on kuvattu räjähdetarvikevaraston, ammusvaraston ja monitoimikontin LVI:n toimintomodulointi.

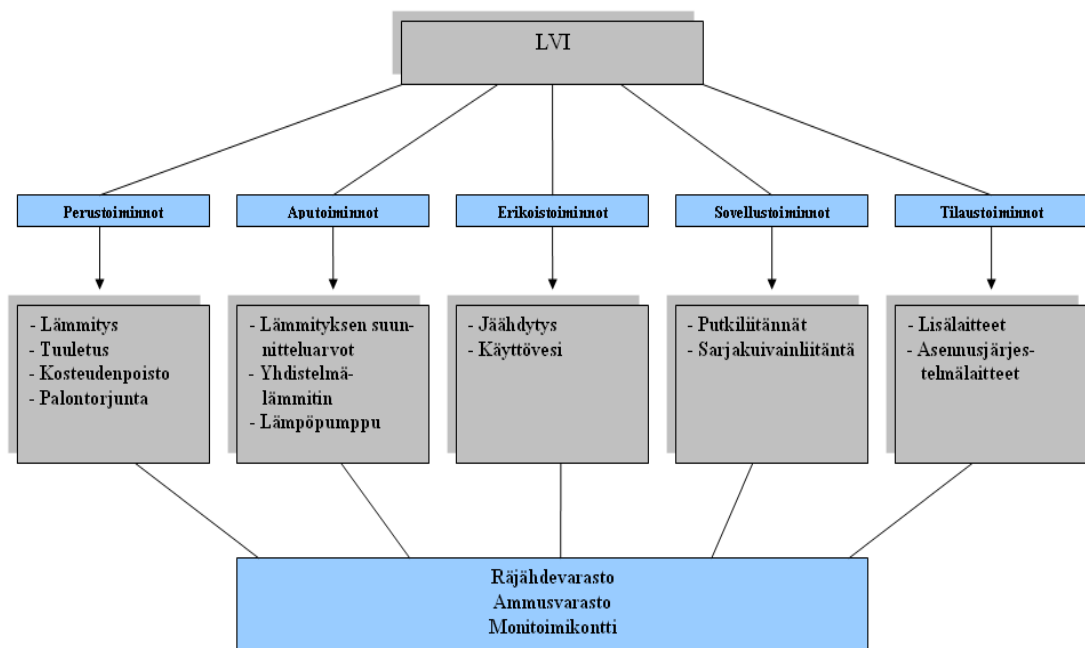
*Perustoiminnot*-moduuliin (jotka ovat välttämättömiä ja muuttumattomia räjähdetarvikevarastossa, ammusvarastossa ja monitoimikontissa) kuuluu konttien lämmitys, tuuletus, kosteudenpoisto ja palontorjunta. Perustoiminnot-moduuli on ns. pakkomoduuli.

*Aputoiminnot*-moduuliin (joilla liitetään ja kootaan räjähdetarvikevarasto, ammusvarasto ja monitoimikontit toisiinsa) kuuluvat lämmityksen suunnitteluarvot, yhdistelmälämmitin ja lämpöpumppu. Aputoiminnot ovat jollain tasolla aina yhteydessä perustoiminnot-moduuliin. Aputoiminnot-moduuli on kuten perustoiminnot-moduuli myös toiminnaltaan ns. pakkomoduuli.

*Erikoistoiminnot* - moduuliin (jotka ovat tuotetta täydentäviä tai tiettyjä osatoimintoja räjähdetarvikevarastossa, ammusvarastossa ja monitoimikontissa) kuuluvat jäähdytys ja käyttövesi. Koska erikoistoiminnot-moduuli on tuotetta täydentävä tai tiettyjä osatoimintoja sisältävä, sitä ei aina välttämättä tarvita kaikissa tuotevarianteissa.

*Sovellustoiminnot*-moduuliin (joilla sovitetaan räjähdetarvikevarasto, ammusvarasto ja monitoimikontti toiseen järjestelmään) kuuluvat putkiliitännät ja sarjakuivainliitännät. Sovellutusmoduulissa sovitetaan tuote toiseen järjestelmään.

*Tilaustoiminnot*-moduuliin (asiakkaiden omat toiveet esim. erikoisvarustelusta räjähdetarvikevarastoon, ammusvarastoon ja monitoimikonttiin) kuuluvat lisälaitteet ja asennusjärjestelmälaitteet. Tätä moduulia ei luokitella varsinaiseksi moduuliksi ollenkaan, koska toivotut toiminnot eivät ole ennakoitavissa.



KUVIO 4. LVI:n toimintomodulointi räjähdetarvikevarastossa, ammusvarastossa ja monitoimikontissa.

#### 4.4.3 Mekaniikan toimintomodulointi tuotteissa

Kuviossa 5 on kuvattu räjähdetarvikevaraston, ammusvaraston ja monitoimikontin mekaniikan toimintomodulointi.

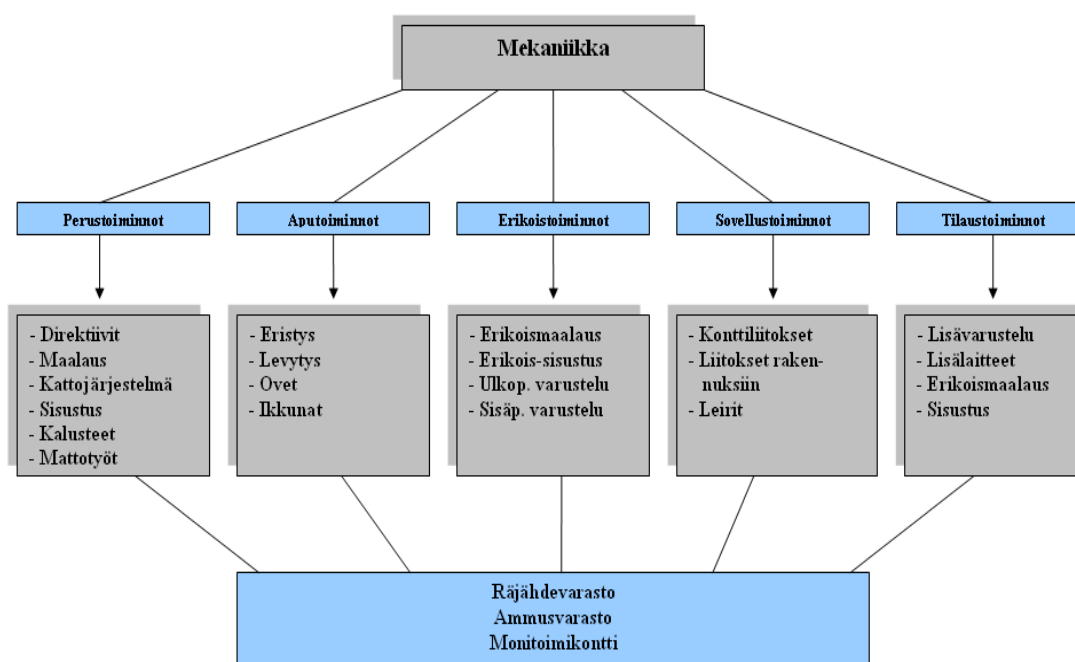
*Perustoiminnot*-moduuliin (jotka ovat välttämättömiä ja muuttumattomia räjähdetarvikevarastossa, ammusvarastossa ja monitoimikontissa) kuuluvat konttien direktiivit, maalaus, kattojärjestelmät, sisustus, kalusteet, mattotyöt. Perustoiminnot-moduuli on ns. pakkomoduli.

*Aputoiminnot*-moduuliin (joilla liitetään ja kootaan räjähdetarvikevarasto, ammusvarasto ja monitoimikontit toisiinsa) kuuluvat eristys, levytys, ovet ja ikkunat. Aputoiminnot ovat jollain tasolla aina yhteydessä perustoiminnot-moduuliin. Aputoiminnot-moduuli on kuten perustoiminnot-moduuli myös toiminnaltaan ns. pakkomoduli.

*Erikoistoiminnot*-moduuliin (jotka ovat tuotetta täydentäviä tai tiettyjä osatoimintoja räjähdetarvikevarastossa, ammusvarastossa ja monitoimikontissa) kuuluvat erikoismaalaus, erikois-sisustus, ulkopuolinen varustelu ja sisäpuolinen varustelu. Koska erikoistoiminnot-moduuli on tuotetta täydentävä tai tiettyjä osatoimintoja sisältävä, sitä ei aina välttämättä tarvita kaikissa tuotevarianteissa.

*Sovellustoiminnot*-moduuliin (joilla sovitetaan räjähdetarvikevarasto, ammusvarasto ja monitoimikontti toiseen järjestelmään) kuuluvat konttiliitokset, liitokset rakennuksiin ja leirit. Sovellustusmoduulissa sovitetaan tuote toiseen järjestelmään.

*Tilastoiminnot*-moduuliin (asiakkaiden omat toiveet erikoisvarustelusta räjähdetarvikevarastoon, ammusvarastoon ja monitoimikonttiin) kuuluu lisävarustelu, lisälaitteet, erikoismaalaus ja sisustus. Tätä moduulia ei luokitella varsinaiseksi moduuliksi ollenkaan, koska toivotut toiminnot eivät ole ennakoitavissa.



KUVIO 5. Mekaniikan toimintomodulointi räjähdetarvikevarastossa, ammusvarastossa ja monitoimikontissa.

#### 4.5 Moduloinnin suunnittelu yritykselle

Räjähdetarvikevaraston, ammusvaraston ja monitoimikontin moduloinnilla pyrittiin helpottamaan yrityksen tarjouslaskentaa, myyntitapahtumaa, tuotteiden kokoonpanoa ja suunnittelua sekä huoltoa. Työssä määriteltiin ensimmäisenä yrityksen tarpeet moduloinnille sekä käytiin läpi kaikki saatavissa oleva tieto kilpailijoiden tuotteista. Tuotannosta sekä huollosta listattiin suurimmat ongelmakohdat ja kehitystoivomukset, ja näiden kaikkien kerättyjen tietojen summana muodostui pohja modulointikaavioon.

Tuotteiden modulointia yrityksessä puolsi seuraavien moduloinnin tunnuslukujen täytyminen:

- tarve joustavuuteen
- asiakasohjautuva tuotteisto
- pitkät tuotekehityksen ja tuotannon läpäisyajat
- tuotteilla vielä elinikää jäljellä
- riittävä volyyymi
- riittävä toiminnallinen ja valmistustekninen kypsyy
- tuotteiden rakenteiden samankaltaisuus riittävä.

Varsinainen modulointi alkoi moduloitavien kohteiden määrittämisellä, koska yrityksessä valmistetaan monen tyyppisiä konttiratkaisuja. Moduloitaviksi kohteiksi valittiin räjähdetarvikevarasto, ammusvarasto ja monitoimikontti, koska nämä tuotteet täyttivät moduloitavien kohteiden tunnusluvut kaikkein parhaiten. Kohteiden valinnan jälkeen valittiin konttien tärkeimmät kokonaistoiminnot, jotka olivat:

- sähkö
- LVI
- mekaniikka.

Kokonaistoimintojen valinnan jälkeen täytyi määritellä niiden rajapinnat, jotka muodostuivat perustoiminnoista, apustoiminnoista, erikoistoiminnoista, sovellustoiminnoista sekä tilaustoiminnoista.

#### 4.6 Moduloinnin tulokset yrityksessä

Räjähdetarvikevaraston, ammusvaraston ja monitoimikontin sähkö-, LVI- ja mekaniikan kokonaistoimintojen ja rajapintojen pohjalta muodostui modulointikaaviot, joiden perus-, apu-, erikois-, sovellus- ja tilaustoimintoja lisäämällä, muuttamalla ja täydentämällä saatiin hyvin toimiva apuväline tarjouslaskentaan, tuotannon kokoonpanoon ja huoltoon.

## 5 KUNNOSSAPITOLAJIT

Kunnossapito on käyttövarmuuden ja toimintakunnon ylläpitoa, johon sisältyy kaikki tarvittavat toimenpiteet joita tarvitaan koneiden ja laitteiden ylläpitoon tai sen palauttamiseen. (PSK 6201, 2.) Kunnossapidon päämääränä on pitää laitteet, prosessit ja koneet toimintakuntoisena mahdollisimman pitkään ja luotettavasti. Järjestelmällisen ja suunnitellun huollon avulla eliminoidaan viat ja ympäristö- sekä turvallisuusriskit. Kunnossapitoa ja huoltoa tarvitaan aina koneiden ja laitteiden käytössä. (Kunnossapitoyhdistys 2004, 11.)

1900-luvulla kunnossapito kehittyi ajan vaatimuksien ja mahdollisuuksien mukaan. Vuonna 2003 tutkittiin kunnossapidon elinkaarta josta erottui neljä eri sukupolvea. Uusien teknisten ja innovaatioiden ansiosta jokainen sukupolvi on parantunut edellistä paremmaksi ja tehokkaammaksi. Ensimmäinen sukupolvi aloitti koneiden ja laitteiden rakentamisen, ja silloin vallitsevana tapana oli korjata kone tai laite vasta, kun vika oli jo ilmaantunut. Toisen maailmansodan aikaan vaikuttanut sukupolvi aloitti jaksotetun kunnossapidon, huollon ja töiden suunnittelun sekä johtamisen. (Kunnossapitoyhdistys 2004, 12–16.)

Kolmas ja neljäs sukupolvi ovat saavuttaneet suurimmat tulokset juuri kunnossapidossa. Kolmas sukupolvi aloitti 1970-luvulla kunnonvalvonnan ja erilaiset syy- ja riskianalyysit sekä alkoi ottaa huomioon suunnittelussa kunnossapidettävyyttä ja asiantuntijoiden käyttöä. Neljännessä sukupolvessa alkoi kunnossapito kehittyä nopeasti 1990-luvun tekniikan kehityksen ansiosta. 1990-luvun loppupuolella tuli markkinoille nopeat toiminnanohjausjärjestelmät, joiden myötä kunnossapito pääsi hyödyntämään kehittynyttä tekniikkaa. Toiminnanohjausjärjestelmillä pystyttiin koneiden ja laitteiden toimintaa seuraamaan ohjaamosta erilaisten sensoreiden ja muiden tarkkailujärjestelmien avulla ja samalla nähtiin reaaliajassa, toimivatko laitteet luotettavasti ja halulla kapasiteetilla. (Kunnossapitoyhdistys 2004, 12 – 16.)

### 5.1 Kunnossapidon tausta ja standardit

Kunnossapitoa määritellään eri standardeissa erityyppisesti. Kunnossapidon määrittelystä on voimassa Suomessa kaksi eri standardia, SFS-EN 13306 ja PSK 6201. PSK-Standardi, *PSK 6201 Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät (2003)* on suomalainen kansallinen standardi, joka määrittelee kansalliset kunnossapidon käsitteet ja määritelmät. (PSK 2003, 2.) Eurooppalaisen standardin SFS-EN 13306 *Kunnossapi-*

*tosanasto* (2001) määritelmä on erittäin laaja ja selkeä. SFS-standardi kumottiin marraskuussa 2001, koska siihen oltiin tekemässä muutoksia. (SFS 13306 2001, 1.)

Kunnossapidon kustannukset koostuvat suorista ja epäsuorista kuluista, ja kyseiset kustannukset voi kuvitella jäävuoren muodossa: Pinnalla näkyvät suorat kustannukset, jotka koostuvat palkoista, varaosista ja asioista jotka voi konkreettisesti mitata ja laskea. Jäävuoren suurempi osa, joka on piilossa, pitää sisällään epäsuorat kustannukset, joita tulee ylityölisistä, muusta menetetyistä tuotannosta, tapaturmista, seisokeista, työmotivaation laskusta jne. Epäsuorien kustannuksien laskeminen ja todentaminen on vaikeaa, joten näiden kustannusten yhteys kunnossapitoon on ongelmallista, joskin kaikkien tiedossa. Jos epäsuorat kustannukset osataan ottaa huomioon, on näillä kustannuksilla suuri vaikutus tuotannon kannattavuuteen. (Kunnossapitoyhdistys 2004, 186–191.)

Kunnossapito jaetaan standardeissa erityyppisiin osa-alueisiin. Kumottu SFS – EN 13306 -standardi jakaa kunnossapidon kahteen osaan, ehkäisevään ja korjaavaan kunnossapitoon. Ehkäisevä kunnossapito sisältää kuntoon perustuvan ja jaksotetun kunnossapidon. Näissä tarvittavat toimenpiteet tehdään ennen vian syntymistä ja pyritään ehkäisemään vian syntyminen. Korjaavaa kunnossapitoa suoritetaan vian syntymisen jälkeen ja korjaukset määritellään heti tehtäviksi tai siirrettyiksi.

Kunnossapidon PSK 750 -standardi jakaa tehtävät kunnossapitotyöt vikakorjauksiin ja suunnitelmalliseen kunnossapitoon. Vikakorjaukset jaotellaan samalla tavalla kii-reellisiin tai siirrettyihin korjauksiin kuten SFS-standardissa. Suunniteltu kunnossapito pilkotaan kunnostamiseen, ehkäisevään ja parantavaan kunnossapitoon. Ehkäisevä kunnossapito pilkotaan jaksotettuun kunnossapitoon, kunnonvalvontaan ja kuntoon perustuvaan suunnitelmalliseen korjaukseen. (PSK 7501, 32.)

Kunnossapito pitää sisällään viisi pääalajia, joihin sisältyy standardien kunnossapitolajit. Pääalajit ovat huolto, vikojen ja vikaantumisien selvittäminen sekä ehkäisevä, korjaava ja parantava kunnossapito. (Kunnossapitoyhdistys 2004, 37– 41.)

Huollon tarkoitus on laitteen ylläpitäminen ja palauttaminen heikentyneestä toimintakunnosta takaisin kuntoon. Laitteet on huollettava tai huollatettava määräajoin, ja huoltoväliin vaikuttaa laitteen käyttöaika, kuormitus, olosuhteet ja ympäristö. Huollolla yritetään estää vikojen syntyminen ja toimintavarmuuden ja kunnon säilyvyys. (Kunnossapitoyhdistys 2004, 39– 40.) Standardeissa ei käsitellä tällaista kunnossapitolajia, mikä johtuu siitä, että viat ja vikaantumiset sekä niiden selvittäminen on katsottu



kunnossapitoon kuulumattomaksi toiminnaksi. Kansainvälisissä kunnossapitoseminareissa ja konferensseissa asiantuntijat ovat esitelleet esimerkkejä menetelmämuodon hyvistä tuloksista. Vikahistorian ja riskikartoituksen käyttö kunnossapidossa on myös tärkeää. (Kunnossapitoyhdistys 2004, 41.)

Huoltoon sisältyy joko käyttöhenkilöstön tekemä tai laitteen valmistajan suorittama kunnossapito, puhdistus, voitelu, kalibrointi, kuluvien komponenttien tai osien vaihdot, ja toimintakuntoon saattaminen. Edellä mainittuja huoltotöitä suoritetaan kun laitteen toiminta on jo osittain häiriintynyt tai heikentynyt ja ennen vikojen ilmaantumista, kuten ehkäisevässä kunnossapidossa. (Kunnossapitoyhdistys 2004, 39– 40.)

## 5.2 Ehkäisevä kunnossapito

Tavoitteena ehkäisevässä kunnossapidossa on pienentää laitteen toimintakunnon ja varmuuden heikentymistä, vikoja sekä rikkoontumisen todennäköisyyttä. Tavoitteena on löytää laitteessa piilevät viat, jotka korjaamattomina saattavat aiheuttaa laitteen rikkoontumisen. Ehkäisevässä kunnossapidossa tarkkaillaan laitteen toimintaa, parametrejä, toimintaherkkyyttä ja suorituskykyä. Sitä voidaan tehdä aikataulutetusti tai jatkuvasti. (Kunnossapitoyhdistys 2004, 37– 40.)

Ehkäisevä kunnossapito pitää sisällään tarkastukset, toimintakunnon- ja määräystenmukaisuuden valvonnan, käynninvalvonnan, vikaantumisanalysoinnin ja toiminnan testaukset. Näitä voi suorittaa joko laitteen toimiessa tai sen pysähdyksissä ollessa. Suurin osa ennakoivasta huollosta tehdään laitteen ollessa pysähdyksissä. (Kunnossapitoyhdistys 2004, 40.)

## 5.3 Korjaava kunnossapito

Korjaavassa kunnossapidossa komponentti tai laite saatetaan takaisin toimintakuntoon. Kunnossapitoon sisältyy PSK 7501-standardin mukaiset kunnossapitotyöt ja häiriöistä aiheutuneet korjaukset, jotka saattaa olla joko suunniteltuja tai suunnittelemattomia. Korjaavassa kunnossapidossa voidaan aikavälien perusteella laskea kuluvien komponenttien eliniät. Hyvin dokumentoitu vikaistoria helpottaa tulevien huoltojen kustannus- ja aikataulusuunnitelmien laadintaa. (Kunnossapitoyhdistys 2004, 39.)

Korjaava kunnossapito pitää sisällään esimerkiksi väliaikaiset korjaukset, toimintakunnon takaisin saattamisen, vikojen paikantamisen sekä määrittelyn ja tunnistuksen.

Korjaavaa kunnossapitoa suoritetaan yleensä kun vika on jo ilmaantunut. (Kunnossapitoyhdistys 2004, 39.)

#### 5.4 Parantava kunnossapito

Parantava kunnossapito on jaettu kolmeen pääryhmään: uusien osien, tarvikkeiden ja komponenttien käyttö, uudelleensuunnittelu ja korjaus sekä modernisointi. Uudenmallisia osia ja komponentteja käyttämällä pystytään päivittämään laitteen rakennetta sitä kuitenkaan muuttamatta. Uudelleensuunnittelut ja vikakorjaukset suoritetaan laitteen luotettavuuden nostamiseksi. Jos laitteen suorituskyky laskee, siihen täytyy tehdä modernisointi, ja se on yleensä kannattavampaa kuin uuden laitteen hankkiminen. (Kunnossapitoyhdistys 2004, 40– 41.)

## 6 TARVIKELUETTELO

Taulukkoon 1 (liite 1) on kerätty kaikki räjähdetarastossa käytettävät komponentit, ja yrityksen toivomuksesta myös osan hankintapaikka ja sen toimituskoodi. Tarkoituksena olisi, että taulukkoa voitaisiin käyttää apuna räjähdetaraston osia, komponentteja ja valmistukseen yleensä hankittavia tarvikkeita tilattaessa. Taulukon piti olla yksinkertainen, selkeä, helposti muokattavissa ja luettavissa, sekä excel- pohjaan luotu.

### 6.1 Räjähdetarvikevaraston esittely

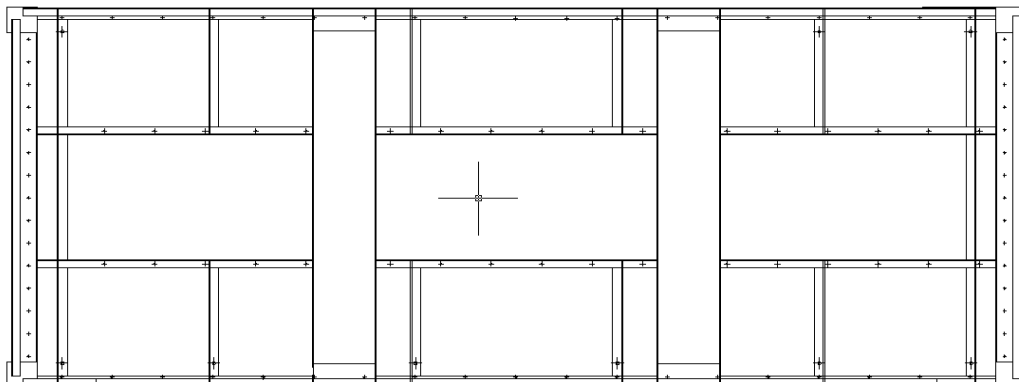
Opinnäytetyön toisena aiheena oli räjähdetaraston huollon ohjeistus, jonka tavoitteiksi keväällä 2011 pidetyssä palaverissa määriteltiin räjähdetarvikevaraston valmistuksen vaiheet. Tavoitteena oli esittää kuvallisesti ja sanallisesti räjähdetaraston valmistus. Valmistuksen vaiheet koostuvat rungon valmistuksen ja pintakäsittelyn lisäksi seuraavista rakenteista ja niiden asennuksista:

- lattiaelementti
- kiinteä sivuseinä
- sivuovielementit (2 + 2 kpl)
- takaovielementit (1 + 1 kpl)
- etuseinä.

Valmistuksen vaiheissa on esitelty myös kontin sisäpuoliset asennukset ja varusteet. Räjähdevaraston valmistuksen ja rakenteiden esittelyn tarkoituksena oli, että opinnäytetyön tätä osiota voi käyttää uuden työntekijän perehdyttämiseen räjähdetaraston valmistuksen osalta. Tällä perehdytyksellä pyritään siihen että yritykseen sisään otettu uusi työntekijä lukee räjähdetaraston ”valmistusoppaan”, mielellään omalla ajallaan, ja saa näin kokonaiskäsityksen sen valmistusmenetelmistä ja tarvikkeista. Varsinaista työhön opastusta toki tarvitaan yhä edelleen, varsinkin työkoneista, työturvallisuudesta ja työmenetelmistä. Mutta tarkoituksena on, että työntekijälle olisi muodostunut kokonaiskäsitys räjähdetarvikevaraston valmistuksesta jo ennen konkreettista työn aloittamista.

Kontin valmistus aloitetaan kuvassa 2 olevasta lattiakehästä joka kootaan U-profiileista (U 160 x 60 x 4). Kehä on muodoltaan suorakaide. Tien- ja ojanpuolen pitkäisprofiilien väliin tulee kaksi trukkitunnelia (U 500 x 150 x 5) joiden avulla valmistetaan konttia pystytään siirtelemään trukilla. Lattiakehän valmistuksen jälkeen pystytetään takanurkkatolpat (RHS 50 x 100 x 4). Nurkkatolppien päälle hitsataan yläkarmi

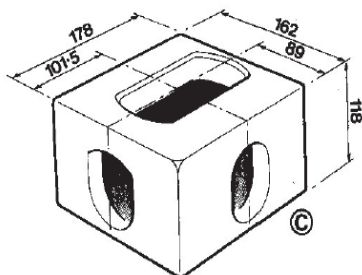
(RHS 200x 100x4) takakehän ollessa nyt valmis. Kontin etupäähän laitetaan etunurkat (L 200x200x3) pystyyn että vaakaan ylös, sekä ylä- ja alakierroiksi ja pitkille sivuille sama profiili.



KUVA 2. Räjähdetarvikevaraston valmistus aloitetaan lattiakehästä.

(Kuvakaappaus Morehouse Oy)

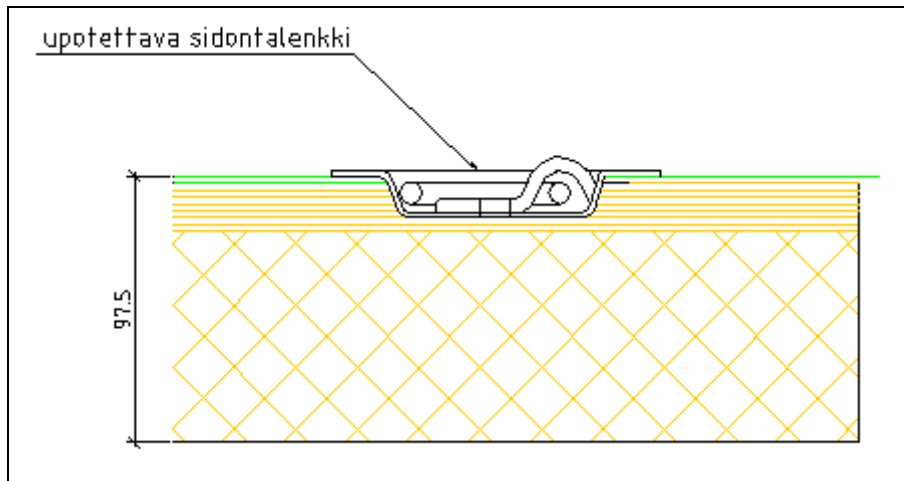
Kontin jokaiseen ylä- ja alakulmaan asennetaan kuvan 3 mukaiset konttikulmat. Laitavakuljetuksessa voidaan pinota useita kontteja päällekkäin, ja lukita kontit toisiinsa konttikulmiin kiinnittyvillä lukitusmekanismeilla.



KUVA 3. ISO 1161 / BSS 3951 – konttikulmien avulla lukitaan kontit yhteen.

(Kuvakaappaus Morehouse Oy)

Kuvassa 4 poikkileikkaus elementtilattiasta. Lattia asennetaan rungon pintakäsittelyn jälkeen. Lattian kokonaispaksuus on 97,5mm ja se koostuu 2 mm ESD- lattiamatosta, 18 mm yläpuolisesta pintavanerista ja 70mm eristeestä. Eristeen alla on 6 mm vaneri ja 0,5 mm maalattu teräslevy. Lattia on kiinnitetty alakehään reunoista ja keskeltä läpi pulttaamalla.



KUVA 4. Lattiaelementin ja sidontapisteen poikkileikkaus, jossa näkyy elementin rakenne. (Kuvakaappaus Morehouse Oy)

Kuvassa 5 oleva räjähdetaraston kiinteä seinä on ladottu viidestä elementtitehtaalla valmiiksi mitaan sahatusta elementistä joiden kokonaispaksuus on 100 mm. Elementit koostuvat sisimmästä 6,5 mm filmipintaisesta vanerista, 84 mm eristeestä, 9 mm havuvanerista ja 0,5 mm maalatusta teräslevystä. Levyjen latominen on aloitettu takapästä, ja jokaisen puskuun tulevan levyn saumassa on liimakitti. Profiili on kiinnitetty ulkopuolelta niittaamalla. Jokaisen elementin yläreunassa on ilmanvaihtoventtiili.



KUVA 5. Räjähdetarvikevaraston tien puolen kiinteä seinä ladotaan viidestä eri elementistä. (Kuva Morehouse Oy)

Kuvassa 6 on räjähdetarvikevaraston kokosivuaukeavien ovien puoli sekä takaovet. Ovielementtien rakenne on sama kuin kiinteässä seinässä ja ovet ovat elementtitehtaalla mitaan sahattuja. Ovia on avautuvalla sivulla 2 + 2 kpl, eli yksi ovipakka koostuu aina kahdesta toisiinsa rättisaranalla liitetystä ovesta. Ennen ovipakkojen paikalleen asennusta niihin asennetaan kulmavahvikkeet (50 x 50 x 3 L- profiili) niittaamalla ja vahvikkeitten päälle tiivisteet. Ulommaisiin ovilehtiin tulee 3 kpl lehtisaranoita jotka hitsataan oviaukon karmiin ja pultataan ovilehteen. Jokaiseen oveen laitetaan lukkotanko ja ylä- ja alakarmiin hitsataan vastakappale, johon lukkotankojen lukituskynnet lukittuvat. Lukkotankojen päälle kontin pitkittäissuunnassa tulee lukkotelki (6 x 50 rst latta). Ovipakkojen molempiin päihin tulee 300 mm leveät elementtisuikaleet, ns. taulut. Taulut kaventavat sivuaukon mitta, niin että ovista ei tule liian leveitä eikä siten raskaita.



KUVA 6. Räjähdetarvikevaraston kokosivuaukeavalla puolella on kaksi haitarityypistä ovea. (Kuva Morehouse Oy)

Kuvassa 7 olevan etuseinän rakenne on sama kuin sivuseinän, ja se koostuu kahdesta elementistä, jotka liimataan yhteen. Asennus tapahtuu sisäpuolelta pystyssä oleviin nurkkaprofiileihin, joihin elementit niitataan ja liimataan kiinni.



KUVA 7. Räjähdetarvikevaraston etuseinän rakenne on samanlainen kuin kiinteän sivuseinän. (Kuva Morehouse Oy)

Kuvassa 9 on kokosivuaukeavapuoli räjähdetarvikevaraston sisäpuolelta. Sisäseiniin asennetaan kahteen riviin pintasidontakiskot, jotka kiinnitetään niittaamalla. Niiden yläpuolella kiertää potentiaalintasauskisko, joka maadoittaa kaikki metalliosat kontista, kiskot mukaan lukien. Alareunassa oleviin aukkoihin asennetaan lautasventtiili ja kattoon kiinnitetään Munters-ilmastointikojeen ilmanvaihtoputki sekä kaksi EX-valaisinta. Lattiaan kiinnitetään sidontapisteet ja liimataan ESD-matto.



KUVA 9. Räjähdetarvikevaraston kokosivuaukeaviin oviin on kiinnitetty kuormansidontakiskot (Kuva Morehouse Oy)

Kuvassa 10 räjähdetarvikevaraston lattia. Se on päällystetty ESD-matolla, joka poistaa staattisen sähköön. Keskellä ja reunoilla on kiinnityspisteet, joihin voi kiinnittää kalusteita tai tavaroita kuljetuksen ajaksi.



KUVA 10. Räjähdetarvikevaraston lattia on päällystetty staattista sähköä poistavalla matolla (Kuva Morehouse Oy)

Kuvassa 11 on esitetty potentiaalintasauskiskosta lähtevä kuparikaapeli yhdistettynä takaoven karmiin. Kuparikaapelin tarkoituksena on purkaa oveen kertyvä staattinen sähkövaraus.



KUVA 11. Staattisen sähkön purkaminen ovesta. (Kuva Morehouse Oy)

Kuvassa 12 kontin tyyppihyväksyntäkilpi, jonka on myöntänyt pääesikunnan lentovarikon teknillinen osasto. Kontti on hyväksytty käytettäväksi räjähdevarastona.



KUVA 12. Räjähdevaraston tyyppihyväksyntäkilpi. (Kuva Morehouse Oy)

### Pintakäsittely

Kontti on pintakäsittely hiekkapuhaltamalla kaikki teräsrakenteet luokkaan SA 3 ja pintakäsittelmällä se puhalluksen jälkeen Seepur-maalauksjärjestelmällä. Järjestelmässä ruiskutetaan ensimmäisenä sinkkiepoksipohjamaali, joka antaa korroosiosuojan, seuraavaksi ruiskutetaan epoksipohjamaali, joka antaa tartunnan pintamaalille ja kalvonpaksuutta. Seinien levytyksen jälkeen ruiskutetaan halutun väri-



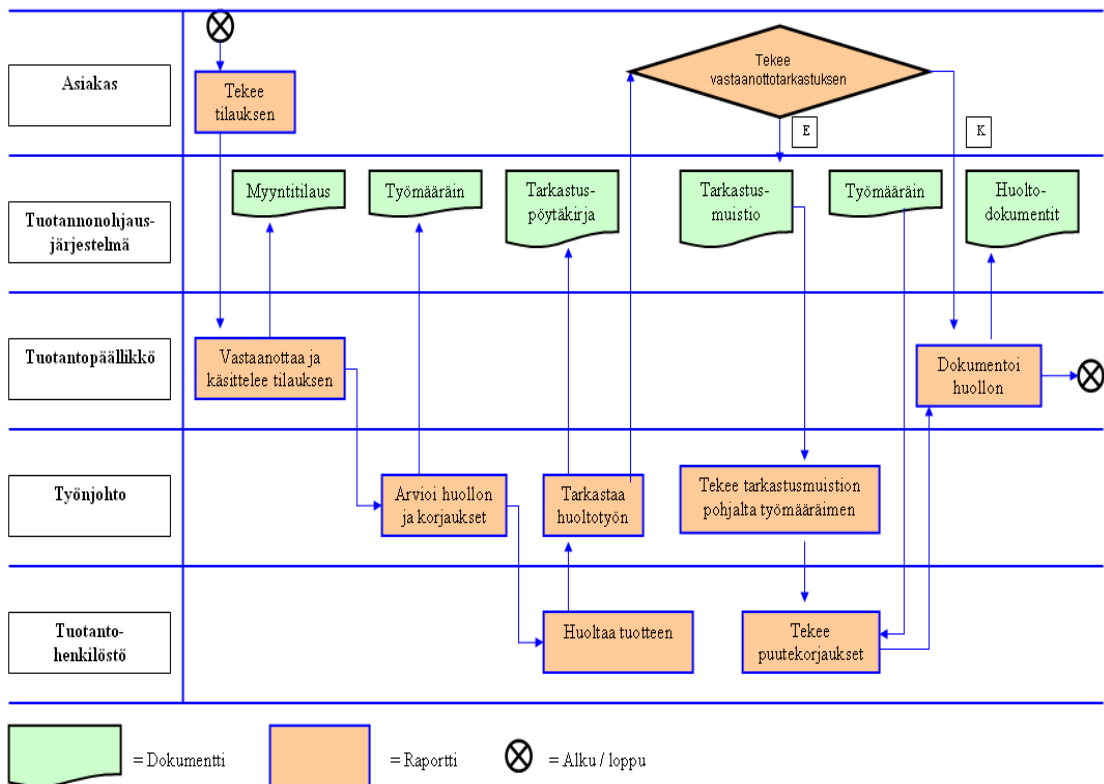
nen pintamaali, joka on puolustusvoimilla mattavihreä AN 11 -pintaväri, jossa on erikoisominaisuutena heijastamattomuus, eli se ei näy tutkassa. Maalikerroksen kokonaispaksuuden on pintamaalin ruiskutuksen jälkeen oltava vähintään 120 mikrometriä.

## Mitat

Kontin mitat ovat kuljetusasennossa seuraavat: pituus 6 550 mm, leveys 2 450 mm ja korkeus 2 595 mm. Kontin nettopaino on 3 000 kg ja varusteiden kanssa 4 900 kg. Lattiapinta-ala on 12,1 m<sup>2</sup>

## 6.2 Huoltosuunnitelman uimaratakaavio

Kuviossa 6 on huoltosuunnitelman mukainen uimaratakaavio, jossa on kuvattu yrityksen huoltoprosessi. Prosessi käynnistyy asiakkaan tekemästä tilauksesta yrityksen tuotantopäällikölle, joka tekee alustavan arvion kustannuksista ja aikataulusta sekä myyntitilauksen tuotannonohjausjärjestelmään. Asiakas toimittaa huollettavan kontin sovittuna aikana tehtaalle, jossa työnjohto tekee lopullisen arvion huollosta sekä mahdollisista korjauksista, ja siirtää työmääräimen tuotannonohjausjärjestelmään. Tuotantohenkilöstö huoltaa tuotteen ja tekee mahdolliset korjaukset, jonka jälkeen työnjohto tarkastaa työn ja tekee tarkastuspöytäkirjan. Luovutustarkastuksessa tuotantopäällikkö käy huollon ja korjaukset läpi yhdessä asiakkaan kanssa, ja jos asiakas hyväksyy suoritettut huollot ja mahdolliset korjaukset, tuotantopäällikkö dokumentoi huollon ja tallentaa sen tuotannonohjausjärjestelmään. Jos asiakas ei hyväksy tehtyjä huoltotöitä tai korjauksia luovutustarkastuksessa, tekee tuotantopäällikkö tarvittavista muutoksista tarkastusmuistion joka siirretään tuotannonohjausjärjestelmään. Työnjohto tekee tarkastusmuistion pohjalta edelleen työmääräimen, ja tuotantohenkilöstö tarvittavat muutokset. Tuotantopäällikkö dokumentoi ja tallentaa huollon tuotannonohjausjärjestelmään.



KUVIO 6. Huoltosuunnitelman mukainen uimaratakaavio, jossa kuvataan yrityksen huoltoprosessin kulku asiakkaan tilauksesta lopputoimitukseen.

### 6.3 Huoltosuunnitelman uimaratakaavion tekstisivu

Taulukossa 1 huoltosuunnitelman uimaratakaavion tekstisivu, jossa on kaaviosta 1 ja sen raportista tullut tieto huoltoprosessin eri vaiheista vastaavista henkilöistä, kriittisistä tekijöistä ja menetelmätyökaluista. "E" -kirjain salmiakkikuvion alapuolella on asiakkaan "EI" joka merkitsee että hän ei hyväksy tuotetta. "K" -kirjain salmiakkikuvion vieressä on asiakkaan "KYLLÄ" joka merkitsee että hän hyväksyy tuotteen. Taulukossa oleva input-solu kuvaa prosessin tarvitsemaa tietoa ja output-solu sen tuottamaa tietoa.

Vaihe	Vastaava henkilö	Kriittiset tekijät	Menetelmä-työkalut	Input	Output
Vastaanottaa ja käsittelee tilauksen	Tuotantopäällikkö	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sovitus kuormitukseen</li> <li>- Ammattitaito</li> </ul>	Tuotannonohjaus-järjestelmä	Ostotilaus	Myyntitilaus
Arvioi huollon ja korjaukset	Työnjohto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aikataulu</li> <li>- Kustannus-arvion pito</li> <li>- Ennakointi</li> </ul>	Office- työkalut	Menetelmäohje korjauksiin	Työmäärän
Huoltaa tuotteen	Tuotantohenkilöstö	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kireä aikataulutus</li> <li>- Tuotantotilat</li> <li>- Ammattitaito</li> </ul>	Office- työkalut	Työmäärän	Tarkastuspöytäkirja
Tarkastaa huoltotyön	Työnjohto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ammattitaito</li> <li>- Kokemus</li> <li>- Kiire</li> </ul>	Office- työkalut	Tarkastusmuistio	Huoltodokumentti
Tekee puutekorjaukset	Tuotantohenkilöstö	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kireä aikataulutus</li> <li>- Ammattitaito</li> </ul>	Office- työkalut	Työmäärän	Korjausdokumentti
Tekee tarkastusmuistion pohjalta työmääräimen	Työnjohto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Huolellisuus</li> <li>- Tarkkuus</li> <li>- Kokemus</li> <li>- resurssit</li> </ul>	Office- työkalut	Työmäärän	Tarkastusmuistio

TAULUKKO 1. Huoltosuunnitelman tekstiosassa selitetään uimaratakaavion soluista tullut tieto.

## 7 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän työn tilaajana oli Morehouse Oy. Työn ensimmäisessä osiossa tehtiin suunnitelma tuotannon ja huollon moduloinnista räjähdetarvarastoon, ammusvarastoon ja monitoimikonttiin. Työn toisessa osiossa oli suunnitelma huollon ohjeistuksesta räjähdetarvarastoon. Työhön tuli sisältyä räjähdetarvikevaraston tarvikeluettelo ja valmistuksen esittely.

Tässä työssä pyrittiin poistamaan moduloinnin avulla räjähdetarvikevaraston, ammusvaraston sekä monitoimikontin kompleksisuutta, ja yrityksenä oli myös mahdollistaa konttien käsittely pienemmissä toiminnallisissa kokonaisuuksissa. Moduloinnilla pyrittiin myös siihen, että kontit pystyttäisiin suunnittelemaan, valmistamaan ja huoltamaan erillisinä kokonaisuuksina pienemmissä paloissa, jotka kuitenkin olisivat vaihtokelpoisia tai liitettävissä keskenään.

Räjähdetarvikevaraston, ammusvaraston ja monitoimikontin modulointiosiossa tuloksena saatiin toimintokaavio, jossa eriteltiin sähkön, LVI:n ja mekaniikan väliset toiminnot. Toimintokaavion avulla pystyttiin luomaan modulointikaaviot, joissa määriteltiin sähkön, LVI:n ja mekaniikan perustoiminnot, apustoiminnot, erikoistoiminnot, sovellustoiminnot ja tilaustoiminnot. Ideana modulointikaavioissa oli, että eri moduuleja yhdistelemällä tai poistamalla, asiakkaan tarpeen tai kontin käyttötarkoituksen mukaan, voidaan luoda eri variaatioita räjähdetarvikevaraston, ammusvaraston ja monitoimikontin välillä. Tässä työssä suunniteltujen modulointikaavioiden kokonaistoimintojen rajapinnat vastaavat tuotteen tämänhetkisiä ominaisuuksia, mutta rajapintoja muokkaamalla suunnittelijat voivat valmistaa uusia, sisällöltään erilaisia moduuleja, ja moduulien kokonaistoiminnot tulevat tuskin muuttumaan. Modulointikaavioita on tarkoitus käyttää tarjouslaskennassa, myyntitapahtumassa ja tuotannon kokoonpanossa sekä huollossa konttien välisen toimintalogiikan sisällön suunnittelussa.

Huollon ohjeistusosiossa tuloksena saatiin räjähdetarvaraston tarvikeluettelo sekä valmistuksen esittely.

Räjähdetarvaraston tarvikeluetteloon kerättiin kaikki räjähdetarvarastossa käytettävät komponentit ja tarvikkeet sekä niiden hankintapaikat ja toimituskoodit. Taulukko luotiin Excel-pohjaan jota on helppo lukea ja muokata. Taulukkoa on tarkoitus käyttää apuna räjähdetarvikevaraston komponenttien tilauksissa.

Räjähdevaraston valmistuksen esittelyosiossa oli tavoitteena esitellä kuvallisesti ja sanallisesti räjähdevaraston valmistuksen vaiheita. Valmistuksen esittely koostui rungon valmistuksesta, lattia -, seinä -, ovielementtien valmistuksesta ja asennuksesta sekä pintakäsittelystä. Työssä esiteltiin myös räjähdevaraston sisäpuolisia varusteita ja asennuksia. Työn tarkoituksena oli, että sitä voitaisiin käyttää uuden työntekijän ns. perehdyttämisoppaana, jolloin työntekijä saisi kokonaiskäsityksen räjähdevaraston valmistusmenetelmistä ja tarvikkeista.

Kokonaisuutena työstä pitäisi saada apua asiakasyrityksen tuotteen- ja toiminnan kehittämiseen ja yksinkertaistamiseen sekä huollon tehostamiseen.

## LÄHTEET

Lapinleimu, I. 2007. *Ideaalitehdas, Tehtaan suunnittelun teorian kiteytys*. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto, Tuotantotekniikan laitos. Raportti 50.

Sarinko, K. 1999. *Asiakaskohtaisesti muunneltavien tuotteiden massaräätälöinti, konfigurointi ja modulointi*. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu: Konetekniikan osasto. [viitattu 8.1.2012]. Saatavissa: <http://www.soberit.hut.fi/pdmg/papers/Sari99Mas.pdf>

Erixon, G. 1998. *Modular Function Deployment – A Method for Product Modularisation*. KTH Högskoletyckeriet: Stockholm.

Pahl, G., Beitz, W. 1986. *Konstruktionslehre, Handbuch für Studium und Praxis*. Springer Verlag: Berlin / Heidelberg.

Elgård, P., Miller, T. 1998. *Designing Product Families. Proceedings of the 13 th IPS research seminar. Fuglsoe 1998. Aalborg university*.

Ulrich, K., Eppinger, S. 1995. *Product Design and Development*. McGraw-Hill Irwin: New York.

Kaivos, P. 1985. *Standardisointi ja modulointi yrityksen toiminnan selkeyttäjänä*. SMK: Helsinki.

Verho, A. , Salminen, V. 1993. *Systematic Shortening of the product Development Cycle*. 9<sup>th</sup> international Conference on Engineering design: the Hauge.

Andersson, R. 1991. *QFD a Method for Effective product development*. Swedish studentlitteratur: Lund.

Pimpler, T., Eppinger, S. 1994. *Integration Analysis for Product Decompositions. Design Theory and methology- DTM "94, DEVol. 68, ASME*.

(1) Peltonen, A. 1998. Lämpösyöjän lyhentäminen ja visuaalinen ohjaus. Tuottava tehdas-kirjan internet-osio. [viitattu 8.1.2012]

<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/tuottavatehdas/tehdas6.html>