



TARKISTUSOHJEET JA KRITEERIT MEKANIikkaOSILLE

Sampo Miettinen

Opinnäytetyö

Marraskuu 2012

Kone- ja tuotantotekniikka

Tuotekehitys

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Tuotekehityksen suuntautumisvaihtoehto

MIETTINEN, SAMPO: Tarkistusohjeet ja kriteerit mekaniikkaosille

Opinnäytetyö 40 sivua, josta liitteitä 13 sivua
Marraskuu 2012

Tämä opinnäyte tehtiin Parker Hannifin Manufacturing Finland Oy:lle. Työn tavoite oli tuottaa tarkistusohjeet, joiden avulla voidaan estää virheellisten osien pääsy kokoonpanolinjalle, jotta tuotantolinjan tukkeutumiselta välttäisiin. Samalla luotiin tulevia tuotekehitysprojekteja varten kaksi dokumenttia, joiden avulla saadaan eri projektien välille yhtenevyyttä ja seurattavuutta: mekaniikkavaatimusdokumentti ja ohjeet mekaniikkakonseptille.

Opinnäytetyön alussa valittiin kolme erilaista mekaniikkaosaa, joiden avulla tarkistusohjeet tullaan luomaan. Näistä kolmesta osasta selvitettiin kaikki vaatimukset, ja nämä vaatimukset jaettiin aihepiireittäin kategorioihin. Näiden tutkimusten pohjalta luotiin mekaniikan vaatimusdokumentti ja ohjeet mekaniikkakonseptille. Tarkistusohjepohja luotiin näiden aikaisempien dokumenttien ja muiden tutkimusmateriaalien avulla. Jotta tarkistusohjeet täyttävät tarkoituksensa, on niiden vastattava kolmeen kysymykseen: mitä tarkistetaan, mitkä ovat tarkistusmenetelmät ja läpäisykriteerit. Kun tarkistusohjepohja oli luotu, tarkistusohjepohjan toimivuus testattiin. Testi suoritettiin tekemällä tuntemattomalle näyttölaitteen kuorille tarkistusohjeet.

Mekaniikkavaatimusdokumentin avulla projektissa tehdyt ratkaisut jäävät kirjallisesti muistiin ja käytettäväksi myöhemmissä projekteissa. Samalla tämä pohjustaa tarkistusohjeiden luontia, koska dokumentin avulla kriittiset ominaisuudet voidaan poimia helposti tarkistusohjeisiin. Mekaniikkakonseptin ohjeiden tarkoitus on avustaa mekaniikkakonseptin luonnissa. Dokumentissa on lista kysymyksiä ja huomioita, joiden avulla mahdolliset suunnitteluvirheet tullaan välttämään. Tarkoitus on näin vähentää suunnittelupöydällä tehtyjä suunnitteluvirheitä ja nopeuttaa suunnittelua.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu

Tampere University of Applied Sciences

Mechanical and Production Engineering

Product Development

SAMPO MIETTINEN:

Inspection Guidelines and Criteria for Mechanical Parts

Bachelor's thesis 40 pages, appendices 13 pages

November 2012

This bachelor thesis is made for Parker Hannifin Manufacturing Finland Ltd (Oy). The idea of the thesis is to create inspection guidelines which prevent unfinished and faulty mechanical parts from reaching the assembly line. These issues may cause the assembly line to halt, and this must be prevented. With the guidelines, all the necessary requirements are inspected by Parker or its supplier. Two other document templates were also created in addition to the guidelines: Mechanical requirements document and Guidelines for the mechanical concept.

The purpose of the mechanical requirement document is to write down all the mechanical requirements for later use in other projects and find out the requirements that might need inspection later on. Different requirements were divided in main requirement categories: Environmental, manufacturing, aesthetic, installation and material requirements. With the guidelines for mechanical concept, mechanical designing can be sped up and some common mistakes can be avoided. In the guidelines for mechanical concept, there is a list of questions and notes that helps avoid these mistakes made on the drawing board.

The thesis was started by choosing three different kinds of mechanical parts. From these mechanical parts, all the requirements were written down and divided to main requirement categories. With this research, the mechanical requirement document and guidelines for mechanical concept document were created. The inspection guidelines for mechanical parts were created by using mechanical requirement document and other collected material. Inspection guidelines must answer three questions: What is inspected, inspection method and criterion. After this, functionality of the inspection guidelines was tested by creating inspection guidelines for unknown mechanical parts of a display unit.

Key words: inspection, mechanical, product development

SISÄLLYS

1	Johdanto.....	1
1.1	Parker Hannifin.....	2
2	Tuotekehitys	4
2.1	Stage-Gate.....	4
2.1.1	Vaiheet 0-2: Tuotekonseptin rakentaminen	5
2.1.2	Vaihe 3: Kehitys.....	5
2.1.3	Vaihe 4-5: Testaus, arviointi ja tuotteellistaminen	5
3	Vaatimukset ja kriteerit	7
3.1	SFS-EN 60529+A1 ja Ingress Protection –arvo	7
3.2	RoHS -direktiivi.....	9
4	Vaatimukset pääkategorioihin	10
4.1	Ympäristövaatimukset	10
4.2	Tuotantovaatimukset	10
4.2.1	Alumiiniset mekaniikkaosat.....	11
4.2.2	Muoviset mekaniikkaosat	13
4.3	Ulkonäkövaatimukset	14
4.4	Asennusvaatimukset	15
4.5	Materiaalivaatimukset.....	15
5	Mekaniikkavaatimusdokumentti	16
6	Ohjeet mekaniikan konseptille	17
7	Tarkistusohjeet ja -kriteerit mekaniikkaosille	19
7.1	Tarkistusolosuhteiden määrittäminen	20
7.2	Yleinen piirteiden tarkistus	22
7.3	Kriittisten mittojen tarkistus	23
7.4	Ali-kokoonpanojen ja materiaalin tarkistaminen.....	23
7.5	Käyttö ja koevedokset.....	23
8	Yhteenveto.....	25
	Lähteet.....	26
	Liitteet	27

LYHENTEET JA TERMIT

IP –arvo	Ingress protection –arvo
Ingress Protetion	Suojaluokka, joka kertoo suojakotelon tiiveyden
RoHS	The Restriction of the use of certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment
Polymeeri	Molekyyli, joka on muodostunut monomeri molekyyleistä
Termoplastinen	Lämpömuovattava
Termosetti	Kertamuovi
Elastisuus	Joustavuus
Viskoosius	Sitkeä
Viruminen	Jatkuvasta kuormituksesta aiheutuvaa pysyvää muodonmuutosta

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön päätarkoitus on luoda tarkistusohjeet ja kriteerit mekaniikkaosille. Nämä tarkistusohjeet ja kriteerit on tehty Parker Hannifin Manufacturing Finland Oy:lle ja niitä tulevat käyttämään myös Parker Hannifin alihankkijat. Tarkistusohjeita ja kriteereitä on tarkoitus hyödyntää uusien sekä vanhojen tuotteiden hyväksymisessä ja arvioinnissa. Näiden tarkistusohjeiden avulla vältetään keskeneräisten tuotteiden pääsy tuotantoon ja mahdolliset viat ja puutteet havaitaan jo hyvissä ajoin ennen tuotteen pääsyä tuotantoon.

Aikaisemmin alihankkijat ovat tarkistaneet tuotteet ennen niiden lähettämistä Parkerille, mutta alihankkijan ei ole tarvinnut todentaa tarkistuksia, mikä on tuottanut ongelmia tuotannossa. Koska tuotteiden tarkistuksien todentamista ei ole vaadittu, on huonolaatuista osia päässyt jopa tuotantoon asti. Huonolaatuisten tuotteiden pääsy tuotantoon aiheuttaa pullonkaulamaisen efektin tuotannossa kun tuotannon resursseja joudutaan jakamaan tuotteen osien tarkistamiseen. Tämä kaksinkertainen tarkistus on hyvä kitkeä pois, jotta tuotannon resursseja ei jouduta jakamaan.

Opinnäytetyö aloitettiin valitsemalla kolme tuotetta, joiden mekaaniset vaatimukset selvitettiin. Tuotteet olivat ohjainyksikön painevalettu alumiinikuori, koneistettu näyttölaitteen alumiinikuori ja ruiskuvaletut näyttölaitteen kuoret. Näiden lisäksi myös muita tuotteita käytettiin tutkimuksissa lisämateriaalina. Näiden tutkimusten tuloksena syntyi kaksi dokumenttia: Mekaniikan vaatimusdokumentti ja mekaniikkakonseptin suunnitteludokumentti. Liitteissä on tärkeimmät muistiin panot, joita käytettiin dokumenttien luonnissa. Näiden dokumenttien avulla Parker Hannifin Manufacturing Finland Oy tulee saavuttamaan lisää selkeyttä, seurattavuutta ja yhdenmukaisuutta tuotekehitysprojekteihinsa.

Mekaniikan vaatimusdokumentin avulla on tarkoitus tulevaisuudessa seurata miten mi-hinkin ratkaisuun oli päädytty aikaisemmissa tuotteissa. Näitä hyviä ratkaisuja voidaan käyttää tulevissa tuotekehitysprojekteissa. Mekaniikan vaatimusdokumentti on myös tärkeässä osassa kun varsinaisia tarkistusohjeita luodaan. Vaatimusdokumenttia käytetään kriittisten vaatimusten kartoittamisessa kun tarkistusohjeita luodaan. Tämänlaisia dokumentteja käytetään jo Parkerilla elektroniikka osissa ja tämän opinnäytteen tavoitteena on luoda vastaava dokumentti myös mekaniikkaosille.

Mekaniikkakonseptidokumentti on ohjeistus mekaniikkasuunnittelijoille. Ohjeisiin on kirjattu ne ohjeet, jotka ovat tärkeitä suunnittelijan kannalta kun uutta tuotetta suunnitellaan ja luonnostellaan. Ohjeet sisältävät muotoiluun vaikuttavia asioita kuten tuotteelle tarkoitetun tilan koko, materiaaliin valintaan vaikuttavat tekijät kuten eri direktiivit ja ympäristövaikutukset ja mitoituksessa huomioitavat asiat kuten toleranssit, pinnan laatu ja pintakäsittely.

1.1 Parker Hannifin

Parker Hannifin perustettiin vuonna 1918. Tämän jälkeen Parker Hannifin on noussut johtavaksi maailmanlaajuiseksi yhtiöksi, joka on erikoistunut liike- ja säätötekniikkaan. Parker Hannifinin järjestelmät ohjaavat hydraulisia, pneumaattisia ja automaatioteknologisia järjestelmiä. Yhtiön tuotteet ovat tärkeitä melkein kaikissa liikkuvissa järjestelmissä ja niitä löytyy esimerkiksi lentokoneissa ja suurissa työkoneissa. (Parker, Tietoja yrityksestä).

Parker Hannifin on jakautunut kahdeksaan ryhmään, jotka ovat erikoistuneet omaan alaansa. Nämä ryhmät ovat: Aerospace, Automatio, Climate Control, Filtration Control, Fluid Connectors, Hydraulics, Instrumentation ja Seal group. Nämä ryhmät ovat jakautuneet edelleen omiin divisioneihinsa. (Parker, Parker Operation Groups).

Koska Parker Hannifin on hydraulijärjestelmien huippuosaaja, voidaan Parkerin tuotteita nähdä monissa työkoneissa. Parker Hannifin Manufacturing Finland Oy:n tuotteisiin kuuluvat ohjainmoduulit ja näyttölaitteet. Ohjainmoduulit ohjaavat tyypillisesti hydraulisia järjestelmiä tai muita järjestelmiä kuten moottoreiden vaihteistoja, esimerkiksi kaivinkoneissa, traktoreissa tai metsätyökoneissa. Koska tuotteet ovat yleensä kiinni suurissa koneissa, on tuotteiden kestettävä suurta rasitusta ankarissa olosuhteita. Esimerkkinä työkoneen hytissä oleva moduuli käynnistetään kovassa pakkasessa ja hytti lämmitetään nopeasti 20 asteeseen, voidaan puhua suuresta ja nopeasta lämpötilamuutoksesta moduulille. Tästä johtuen tuotteille on asetettava korkeat laatuvaatimukset, jotta tuotteiden kestävyys voidaan taata koko elinkaaren ajan. Tätä varten tarvitaan tarkistusohjeita ja kriteereitä, jotta tuotteen toiminta voidaan taata äärimmäisissä olosuhteissa.

Parker Hannifin Manufacturing Finland Oy kuuluu Parker Hannifinin Hydraulics ryhmään ja Forssan yksikkö kuuluu Electronic Control divisioonaan (ECD), joka perustettiin jotta Parker Hannifin voi tarjota ajoneuvomarkkinoille pitkälle vietyjä tuotteita. ECD on erikoistunut ajoneuvojen elektronisiin järjestelmiin. Näitä järjestelmiä ovat esimerkiksi vaihteistojen ohjainyksiköt ja näyttölaitteet, joilla seurataan ja ohjataan esimerkiksi hydraulisia järjestelmiä. Tuotteiden käyttökohteet voivat olla linja-autoissa, suurissa työkoneissa kuten traktoreissa ja metsätyökoneissa. (Parker, Electronic Controls Division).



Kuva 1 Parker Hannifin Manufacturing Finland Oy:n yksikkö Forssassa (Parker)

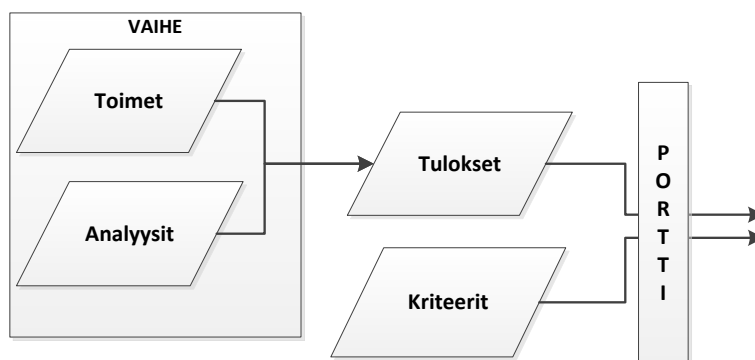
2 TUOTEKEHITYS

Tämän opinnäytetyön kannalta on oleellista tietää tuotekehitysprojektin kulku, jotta ymmärretään milloin tässä työssä luodut dokumenttipohjia tullaan hyödyntämään. Tuotekehitysprojekteissa on erityisen tärkeää, että projektissa edetään hallitusti ja määrätietoisesti. Ennen tuotekehitystä ideointi ja tuotteen suunnittelu saattoi olla jopa onnekkaiden vahinkojen varassa. Koska nykyään tuotteita syntyy markkinoille jatkuvasti kiihtyvällä tahdilla, ei kehittämistä voida laittaa näiden vahinkojen varaan. Tämän takia myös tuotekehitysprojekteja halutaan nopeuttaa jatkuvasti. Voidaan myös sanoa, että tuotekehitys on taistelua aikaa vastaan.

Tuotekehitysprojektien hallinnointia varten on kehitetty eri menetelmiä. Pääpiirteittäin vaiheet ovat: Tehtävän rajausta, tuotekonsepti, luonnostelu- ja viimeistelyvaihe. (Jokinen, 1987, 16). Nämä vaiheet halutaan yleensä ajatella peräkkäisiksi vaiheiksi vaikka todellisuudessa vaiheet ovat yleensä lomittain toistensa kanssa. Parker Hannifin Manufacturing Finland Oy käyttää tuotekehitysprojektien hallinnoinnissaan niin sanottua Stage-Gate -menetelmää.

2.1 Stage-Gate

Stage-gate projektin hallinnointimenetelmä on jaettu kuuteen vaiheeseen (vaiheet 0–5) ja jokaisen vaiheen jälkeen seuraa portti. Ajatuksena on, että ennen porttia tehdään vaiheeseen kuuluvat toimet ja analyysit. Vaiheesta saadut tulokset viedään portille arvioitavaksi jolloin saadaan tulokset. Mikäli tulokset eivät ole haluttuja, joudutaan tuotetta muokkaamaan tai projekti lopettamaan kokonaan. (Product Development Institute Inc®)



Kuvio 1 Stage-gate projektimalli (Sampo Miettinen)

2.1.1 Vaiheet 0-2: Tuotekonseptin rakentaminen

Vaiheissa 0-2 rakennetaan tuotekonsepti. Tuotekonseptia varten rakennuspalikoiksi tarvitaan hyvä idea ja hyvät tulevaisuuden näkymät. Hyvä idea luodaan tai löydetään tuotekehitysryhmän toimesta, joka voidaan tämän jälkeen esitellä organisaation johdolle. Organisaation johdon tehtävä on antaa projektille aloituslupa ja alustava budjetti. Tätä vaihetta kutsutaan myös nolla -vaiheeksi. (Product Development Institute Inc®)

Ensimmäisessä vaiheessa tutkitaan tuotteen vahvuudet ja heikkoudet. Tutkimusten kannalta on oleellista selvittää tuotteen markkinoilla olevat kilpailijat, kilpailijoiden vastaavanlaiset tuotteet, tulevaisuuden markkinanäkymät ja asiakasryhmät. Selvittämällä nämä, tuotteen ongelmakohdat saadaan selville. Tämän vaiheen portilla johtoryhmän tehtävänä on arvioida voidaanko tai kannattaako tuotekehitysprojektia jatkaa enää eteenpäin. (Product Development Institute Inc®)

Toinen vaihe on konseptivaiheen viimeinen vaihe. Tässä vaiheessa luodaan projektisuunnitelma ja määritetään tuotteen vaatimukset. Projektisuunnitelmaan merkataan koko tuotekehitysprojektin vaiheet. Tuotteiden vaatimuksia varten aikaisemmin mainittu mekaniikan vaatimusedokumentti luotiin juuri tätä vaihetta varten. Toinen vaihe on myös viimeinen mahdollisuus keskeyttää projekti, koska projektikustannukset tulevat kasvamaan tämän jälkeen huomattavasti. (Product Development Institute Inc®)

2.1.2 Vaihe 3: Kehitys

Tässä vaiheessa seurataan edellisestä vaiheesta saatua projektisuunnitelmaa. Kehitysvaiheessa tuote saa oman muotonsa ja tuotteelle tullaan tekemään alustavia testejä. Tässä vaiheessa projektiin panostetaan enemmän resursseja, jonka takia projektia ei enää kannata keskeyttää. Kehitysvaiheen tärkein tuotos on tuotteen prototyyppi. (Product Development Institute Inc®)

2.1.3 Vaihe 4-5: Testaus, arviointi ja tuotteellistaminen

Neljännessä vaiheessa suoritetaan prototyyppillä erinäisiä testejä, joissa tuotteen toimivuutta testaan. Testit voivat olla kenttätestejä, joissa tuote annetaan pienelle käyttäjäryhmälle arvioitavaksi. Projektiryhmän on tätä varten tiedettävä yksityiskohtaisesti tuotteen ominaisuudet, jotta pienetkin viat löydetään. Alkutestin tarkoitus on löytää tuotteen viat. Kenttätesteissä käytetään yleensä tuotteen kohderyhmän kuluttajia, joilla ei ole aikaisempaa kokemusta tuotteesta. Käyttäjiltä saatujen palautteiden avulla voi-

daan tuotteen ominaisuuksia parannella ennen kuin tuote siirtyy tuotantoon. Viimeisessä vaiheessa tuotetta aletaan tuottaa ja tuote viedään markkinoille. Tarkoituksena on löytää tuotteelle oikea hinta, kouluttaa henkilökunta tuotteen käyttöön, jotta tuotteelle saadaan muun muassa hyvä tukipalvelu ja tehokas myyntikoneisto. (Product Development Institute Inc®)

3 VAATIMUKSET JA KRITEERIT

Työ aloitettiin tutkimalla mitä ja minkälaisia tuotteita Parker Hannifin Manufacturing Finland Oy:llä on nykyisin. Näistä valittiin kolme tuotetta, joita tutkimalla saatiin selville tuotteille asetetut vaatimukset. Tuotteille asetetut vaatimukset saatiin selville muun muassa tuotteiden projektidokumenteista ja tuotteen teknisistä piirustuksista. Teknisistä piirustuksista saatiin selville materiaali ja pintakäsittelyyn viittaavia tietoja. Kun tuotteeseen käytetty materiaali ja sen seosaineet olivat tiedossa, voitiin kysyä miksi tähän tuotteeseen on valittu tämä materiaaliseos. Vaatimus saatiin siis selvitettyä tuotteelle ratkaisun kautta. Työn aloittamisen haaste oli se, että aikaisemmista projekteissa ei kirjattu miksi johonkin ratkaisuun oli päädytty. Käytännössä melkein kaikki tämä tieto oli tuotteen projektiryhmällä. Tämä toisaalta korosti myös opinnäytetyön tärkeyttä Parkerin kannalta. Työtä varten vaatimuksia selvitettiin myös haastatteleamalla tuotannon henkilökuntaa, jolloin saatiin selvitettyä tuotannon vaatimuksia. Haastatteluja pidettiin Parker Hannifin Manufacturing Finland Oy:n henkilökunnalle.

Vaatimukset jotka esiintyivät tutkittavissa tuotteissa toistuvasti olivat: Tuotteiden on kestävä suuria lämpötilamuutoksia ja tuotteet eivät saa vahingoittua pölystä tai vedestä. Tuotteen on myös oltava kestävä, jotta tuote kestää voimakasta tärinää ja iskuja. Tuotteen asentaminen loppusijoituspaikkaan on oltava helppoa ja tuotteen kokoaminen onnistuu vain yhdellä tapaa, jotta tuotannossa ei synny virheitä tämän takia.













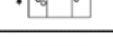

Tämän jälkeen selvitettiin tuotteiden vaatimuksien takana olevat kriteerit. Jos tuotteelle oli esimerkiksi asetettu vaatimus kestää pölyä ja vettä, tuotteelle piti asettaa tiiveyskriteeri. Tiiveyskriteeri saatiin selvittämällä tuotteen käyttöympäristö ja olosuhteet, joiden jälkeen voitiin asettaa tuotteelle IP -arvo (Ingress Protection Grade).

3.1 SFS-EN 60529+A1 ja Ingress Protection –arvo

Parker Hannifinin Manufacturing Finland Oy:n monet tuotteet ovat elektronisia, joita käytetään äärimmäisissä olosuhteissa. Moni tuotteista altistuu päivittäin nesteille ja partikkeleille kuten pölylle ja kiville. Tätä varten on luotu kotelointiluokat, joiden avulla voidaan määritellä tuotteen tiiveys nesteitä ja partikkeleita vastaan. Nämä kotelointiluokat on määritetty standardissa 60529+A1. Standardi määrittää kotelointiluokat tuotteille, joiden mitoitusjännite on enintään 72,5kV. Kotelointiluokkaa kutsutaan IP -arvoksi (Ingress Protection). Standardi ohjeistaa kuinka määrittää kotelointiluokka, joka estää

henkilöitä koskettamasta esineen vaarallisia osia, esineiden ja henkilön ruumiinosien haitallisen pääsyn tuotteeseen ja veden pääsyn kotelon sisään. Standardi sisältää ohjeet kotelointiluokan muodostamiseen ja testit, joilla voidaan todentaa, että kotelo täyttää sille asetetun kotelointiluokan. (SFS 60529 +A1 2000, 16).

IP -arvo muodostuu kahdesta numerosta. IP -arvon ensimmäinen numero viittaa kiinteisiin partikkeleihin kuten ruumiin osiin, kiviin ja hiukkasiin. Luvut vaihtelevat nolasta kuuteen, jossa arvolla nolla tuotteella ei ole minkäänlaista suojaa kosketusta vastaan ja numero kuusi tarkoittaa täydellistä suojaa kosketusta ja pölyä vastaan. Jälkimmäinen luku viittaa nesteisiin, jossa luvut vaihtelevat nolasta kahdeksaan. Jos luku on nolla, tuotteella ei ole ollenkaan suojaa nesteitä vastaan ja numero kahdeksan vastaa tuotteen upotusta metrin syvyyteen. (SFS-EN 60529+A1 2000, 24).

1st number : protection against ingress of solid objects			2nd number : protection against liquids		
IP	tests		IP	tests	
0		Non-protected	0		Non-protected
1		Protected against solid objects of 50 mm (1.968) and greater	1		Protected against vertically falling water drops
2		Protected against solid objects of 12.5 mm (.492) and greater	2		Protected against vertically falling water drops when enclosure tilted up to 15°
3		Protected against solid objects of 2.5 mm (.098) and greater	3		Protected against water sprayed vertically at an angle up to 60°
4		Protected against solid objects of 1 mm (.039) and greater	4		Protected against splashing water
5		Dust-protected (no harmful ingress)	5		Protected against water jets from any direction
6		Dust-tight (no ingress)	6		Protected against powerful water jets
			7		Protected against the effects of temporary immersion in water
			8		Protected against the effects of continuous immersion in water (depth x to be specified)

Kuva 2 IP numerointi. (<http://www.apemswitches.be/1-26458-Switches.php>)

Numeroiden jälkeen voidaan lisätä myös lisäkirjaimia, mikäli kotelointi täyttää lisävaatimuksia tai tuote on testattu erityisissä olosuhteissa. Tämänlaisia ovat esimerkiksi kirjain A, joka tarkoittaa että tuote on suojattu nyrkin kosketuksesta. Tätä kirjainta saa käyttää, mikäli kotelo suojaa paremmin kuin ensimmäinen numero määrittää tai jos vain tuotteen vaaralliset osat ovat suojattu nyrkin kosketukselta. Olosuhteita määrittää muun muassa kirjain M, joka kertoo että tuote on testattu kun laite on käynnissä. (SFS-EN 60529+A1 2000, 24).

3.2 RoHS -direktiivi

RoHS -direktiivi (The Restriction of the use of certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment) käsittelee tiettyjen vaarallisten aineiden rajoituksia sähkö- ja elektroniikkatuotteissa. Direktiiviä kutsutaan joskus myös lyijyttömyys -direktiiviksi, mutta direktiivi rajoittaa lyijyn lisäksi muun muassa kadmiumin, kuudenarvoisen kromin, elohopean, polybromattu bifenyylieetterin ja polybromattu difenyylieetterin käyttöä. Direktiivi ei estä täysin näiden aineiden käyttöä tuotteissa. Näitä aineita saa olla homogeenisessä muodossa 0,1 painoprosenttia. (Peltonen, Piipponen ja Sorvari 2007, 10). Direktiivin tarkoitus on vähentää vaarallisten aineiden pääsyä luontoon, ihmisten altistumista näille aineille ja lisätä jätteiden hyödyntämistä (Tukes: RoHS – direktiivit 2002/95/EY, 2012; Peltonen ym, 2007, 8).

RoHS -direktiivi koskee tuotteita, jotka on suunniteltu käytettäväksi korkeintaan 1000 V vaihtovirralla tai 1500 V tasavirralla ja ovat saatettu markkinoille 1. heinäkuun 2006 jälkeen. Tarkoittaen esimerkiksi televisioita, tietokoneita, puhelimia, valaisimia ja hehkulamppuja, kodinkoneita ja radioita lukuun ottamatta autoradioita. Mikäli tuote menee rikki ja korjaus vaatii varaosan, on varaosan oltava direktiivin mukainen. (Peltonen 2007, 11).

Direktiivi on myös aiheuttanut ongelmia. Esimerkiksi juotoksissa lyijyn on tarkoitus tuoda kestävyyttä juotokselle. Lyijyn tehtävä juotoksessa on lisätä sen venyvyyttä ja joustavuutta sekä alentaa juotoksen sulamislämpötilaa. (Tekniikka & Talous: Lyijytön juotos vaatii paljon muodolta ja koostumukselta, 2007). Tämä on tärkeää kun tuote on ääriolosuhteissa, joissa lämpötilat ovat ääripäissä ja tuote altistuu tärinälle ja iskuille.

Suomessa RoHS -direktiivin noudattamista valvoo Turvatekniikan keskus, TUKES. Direktiivi ei määritä kuinka valvonta tulisi suorittaa, mutta TUKES suorittaa valvonnan pistokokeilla. Mikäli kiellettyjä aineita havaitaan tuotteessa, TUKES lähettää selvityspyynnön. Tämän jälkeen tuotteelle tehdään kemiallinen analyysi, jonka kerran yritystä kuullaan vielä kerran mikäli tarvetta. Mikäli laiminlyöntiä on tapahtunut yritys voi joutua vetämään tuotteen pois markkinoilta tai maksamaan vahingonkorvauksia. Laiminlyönnit voivat myös epäsuorasti vaikuttaa maineeseen ja liikesuhteisiin. (Siipponen, 2007. 15-16).

4 VAATIMUKSET PÄÄKATEGORIOIHIN

Kun tuotteiden vaatimukset ja niiden kriteerit oli selvitetty, voitiin nämä jakaa omiin pääkategorioihinsa. Pääkategoriat mekaniikkaosille olivat; ympäristö- (Environmental requirements), tuotanto- (Manufacturing requirements), asennus- (Installation requirements) ja ulkonäkövaatimukset (Aesthetic requirements). Vaatimuksia selvitellessä huomattiin, että tuotteiden eri vaatimukset voivat helposti sulkea toisen kategoriasta saadun ratkaisun kokonaan. Esimerkiksi ympäristövaatimuksissa voi olla merkitty aine, joka on haitallinen ympäristölle, mutta täyttäisi esimerkiksi materiaalille asetetut vaatimukset. Kun tällaiset ratkaisut kirjataan ylös, saadaan kehitysprojektiin enemmän seuraavuutta, selkeyttä ja selvä ratkaisupolku.

4.1 Ympäristövaatimukset

Ympäristövaatimukseen laitettiin kaikki ne vaatimukset, jotka tuotteen loppusijoituskohde asetti tuotteelle. Tällaisia vaatimuksia olivat monella tuotteella edellä mainittu veden- ja pölynkestävyys sekä kolhujen ja tärinän sieto, lämpötilan muutoksista johtuva muodonmuutosten kestävyys ja se, että kriittiset osat eivät saa lämmetä liikaa. Ympäristövaatimukseen laitettiin myös ne vaatimukset, jotka itse tuote aiheuttaa ympäristölle. Vaatimukset ovat esimerkiksi Euroopan Unionin tekemä säännös RoHS -direktiivi (The Restriction of the use of certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment) ja WEEE -direktiivi (Waste Electrical and Electronic Equipment), joka käsittelee sähkö- ja elektroniikkalaiteromun tuottajavastuuta. Tuottajavastuu näkyy kuluttajille mahdollisuutena palauttaa vanha elektroniikkatuote ostopaikkaan, josta tuote jatkaa matkaansa kierrätykseen.

4.2 Tuotantovaatimukset

Tuotantovaatimukset sisältävät kaikki ne vaatimukset, jotka tuotanto on asettanut. Tuotantovaatimukset saatiin alihankkijoilta, sekä itse Parker Manufacturing Finland Oy:ltä. Koska tämä opinnäytetyö käsittelee mekaanisia osia, ei näissä tuotantovaatimuksissa huomioida Parker Manufacturing Finland Oy:n sähköisten osien valmistuksen asettamia vaatimuksia. Tuotantovaatimukseen siis sijoitettiin ne vaatimukset, jotka tuotanto asetti tuotteen mekaniikkaosille. Tarkastuksen alaiset tuotteet tai niiden osat olivat valmistettu muun muassa valamalla, koneistamalla ja prässäämällä. Tuotteen valmistusmenetelmä asettaa tuotteen materiaalille vaatimuksia. Valetun osan vaatimus on hyvä valettavuus,

koneistettavan osan vaatimus on hyvä koneistettavuus ja niin edelleen. Seuraavissa alaluissa tullaan kuvaamaan nämä vaatimukset tarkemmin.

4.2.1 Alumiiniset mekaniikkaosat

Valetuille ja koneistetuille tuotteille oli valittu materiaaliksi eri alumiiniseoksia, koska alumiini itsessään täytti monia asetettuja vaatimuksia. Puhdas alumiini on materiaalina erittäin kevyttä ($2,7 \text{ kg/dm}^3$ vrt. teräs $7,8 \text{ kg/dm}^3$), pehmeää, hyvin korroosiokestävää, hyvin lämpöä ja sähköä johtavaa metallia (Ihalainen, Aaltonen, Aromäki, Sihvonen 2003, 37; Teknologiateollisuus 2006, 8-12). Näiden takia alumiinia käytetään paljon auto- ja elektroniikkateollisuudessa. Koska puhdas alumiini on kevyttä, alumiinia kutsutaan titaaniin ja magnesiumiin tavoin kevytmetalliksi (Teknologiateollisuus, 2006, 8). Koska puhdas alumiini on pehmeää, sitä käytetään puhtaana hyvin vähän konerakennuksessa (Ihalainen, 2003,37; Teknologiateollisuus, 2006, 55).

Seostamalla alumiinia voidaan ominaisuuksia helposti muokata ja lisätä. Alumiinin pääseosaineet ovat kupari, magnesium, sinkki ja pii, joilla voidaan lisätä seoksen lujuutta ja korroosiokestävyyttä (Ihalainen, 2003,37). Lujimmat alumiiniseokset saadaan seostamalla kuparia ja sinkkiä alumiiniin, jolloin lujuus nousee 60 MPa:sta jopa 600 MPa:iin (Teknologiateollisuus 2006, 56; Ihalainen, ym. 2003, 37). Seostamalla piitä alumiiniin parannetaan kappaleen valettavuutta, korroosiokestävyyttä ja saadaan aikaan kohtalainen lujuus. Alumiini-piiseokseen lisättäessä hieman magnesiumia saadaan seoksesta karkeneva, jolloin lujuus ja kovuus paranevat huomattavasti. Alumiini-piiseoksista voidaan valmistaa monimutkaisia ja tiiviitä rakenteita. (Teknologiateollisuus 2006, 60–61). Tämä ominaisuus on erittäin oleellinen Parkerin kannalta. Parker käytti tuotteissaan alumiini-pii-magnesiumseosta AlSi10Mg.

Alumiinin hyvän lämmön- ja sähkönjohtamiskyvyn takia alumiinia käytetään paljon elektroniikkateollisuudessa muun muassa jäähdytyslaitteissa. Alumiinin lämmönjohtavuus on tärkeä ominaisuus kun suunnitellaan tiiviitä tuotteita, joissa ei voi olla tuuletusaukkoja tai tuulettimia. Kun IP -arvo on suuri, joudutaan lämpö johtamaan materiaalin läpi, jolloin materiaalin lämmönjohtamiskyky on kriittisessä asemassa. Alumiinin hyvä korroosiokestävyys johtuu alumiinin pinnalle muodostuneesta oksidikerroksesta, joka suojaa alempia kerroksia korroosiolta. Luontaisesti syntynyt oksidikerros on harva, mutta se uusiutuu koko ajan. Tämä tarkoittaa sitä, että vaikka alumiinin pintaan tulisi naarmu, syntyy naarmun pinnalle suojaava oksidikerros. Hallitusti alumiinin pintaan

saadaan muodostettua hyvinkin luja ja tasalaatuinen oksidikerros. Tuotetta voidaan myös värjätä oksidikerroksella, jolloin tuotteen ulkonäköä voidaan helposti parantaa. (Ihalainen, ym. 2003, 37). Tämän takia alumiini on hyvä materiaali esimerkiksi autonrunkoon, jolloin rungossa ei esiinny ruostumista.

Alumiinia voidaan valaa monilla eri valutekniikoilla, kunhan alumiiniseos on kyseiselle valutekniikalle sovelias. Koska tuotantovaatimuksia olivat muun muassa mittatarkkuus, hyvä pinnanlaatu ja tuotteet olivat usein yksityiskohtaisia, valutekniikaksi valittiin monesti painevalu. Painevalun hyviä ominaisuuksia ovat mittatarkkuus, nopeus, virheettömyys ja suuret sarjakoot. Painevalun avulla materiaalipaksuus esimerkiksi seinissä voi olla suhteellisen pieni (0,5-1,5 mm) ja painevalun ansiosta myös hukkamateriaali ei synny huomattavia määriä. Mittatarkkuuden ansiosta painevaluista tulee harvoin käyttökelvottomia. (Meskanen, Höök, 9). Mikäli virheellisiä kappaleita syntyy, voidaan käyttökelvottomat sulattaa ja käyttää uudestaan. Painevalun ansiosta tuotteet vaativat hyvin vähän viimeistelyä kuten reunojen hiomista.

Painevalun haittapuolina ovat taas muottien hyvin korkea hinta ja valettavien kappaleiden koko. Massaltaan tuotteet ovat 0,1-5 kg, mutta ne eivät voi olla 45 kg painavampia (Meskanen, Höök, 9; Ihalainen, ym. 2003). Koska painevalutekniikka on suurien sarjakokojen valmistusmenetelmä, ei sitä suositella käytettäväksi pieniin sarjoihin. Tämä johtuu painevalumuotin korkeasta hinnasta. Painevalutekniikkaa kannattaa harkita, kun tuotantoerät ovat noin 5000–10 000 kappaleen luokkaa (Meskanen, Höök, 9; Teknologiaellisuus, 214).

Alumiinin toinen muovauskeino on koneistaminen, joka on pitänyt pintansa tärkeimpänä valmistusmenetelmänä. Koneistamisen asema valmistusmenetelmien keskuudesta johtuu koneistamisen mittatarkkuudesta ja pinnanlaadusta. (Ihalainen, 2003, 140). Koneistamisessa työstettävästä kappaleesta irrotetaan materiaalia, jolloin kappaleelle saadaan haluttu muoto. Esimerkiksi painevaluun verrattuna koneistamisessa syntyy huomattavan paljon hukkamateriaalia, kun taas painevalussa ei juuri ollenkaan. Siinä missä painevalu on taas kallis ja siten suurien kappalemäärien menetelmä, on koneistus suhteellisen edullinen ja pienten kappalemäärien menetelmä.

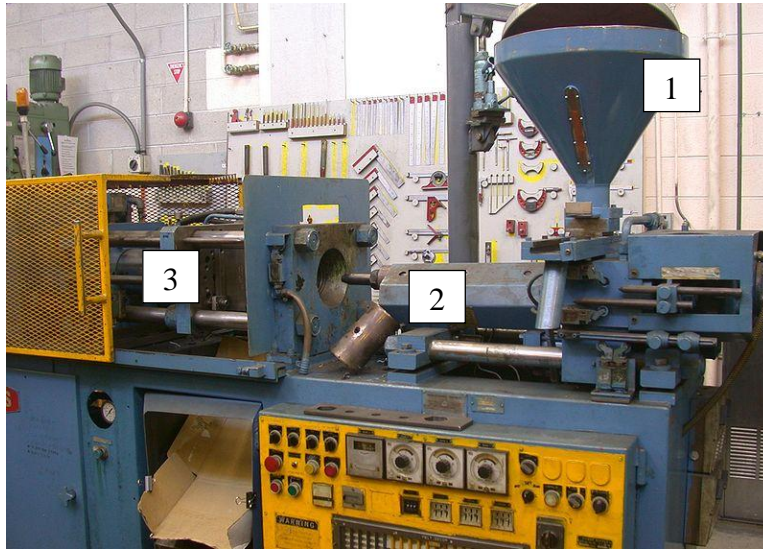
4.2.2 Muoviset mekaniikkaosat

Ruiskuvalaminen on termoplastisten eli lämpömuovattavien polymeerien ja elastomeerien eli muovien ja kumien valutekniikka. Tavallisesti on tapana puhua lämpömuovattavista polymeereistä kestopuoveina. Kuten nimestä voidaan päätellä, kestopuoveja voidaan sulattaa ja käyttää toistuvasti. (Höök, 2010, 1). Tämä on hyvä ominaisuus, koska virheelliset osat voidaan rouhia rakeiksi ja käyttää uudestaan valuprosessissa. Ruiskuvalutekniikalla voidaan myös valaa joitain termosettejä eli kertamuoveja sekä joitain silikonuja. (Ihalainen, Aaltonen, Aromäki, Sihvonen 2003, 52).

Yleisiä hyviä ominaisuuksia kesto- ja kertamuoveilla ovat keveys, korroosiota ei esiinny, kulutuskestävyys, sähkö- ja lämmöneristävyys ja muotoilun vapaus. Polymeerien huonoja puolia ovat lujuusominaisuuksien radikaalit muutokset korkeissa lämpötiloissa ja väsyminen pitkäaikaisessa kuormituksessa jolloin tapahtuu virumista. Muovien ominaisuudet riippuvat polymeereistä, joista muovit valmistetaan. Koska polymeeriketjut ovat liikkuvia, saavat ne aikaan joustavan rakenteen alhaisissa lämpötiloissa ja virtaavan rakenteen korkeissa lämpötiloissa. (Ihalainen, 2003, 46). Elastisuuden ja viskoosiuden ansiosta kestopuoveja voidaan käyttää ruiskuvalamisessa. Vaikka pitkäaikaisen rasituksen alaisena kestopuoveissa esiintyy virumista, kestopuovit ovat suhteellisen sitkeitä ja joustavia. Lisäksi ominaisuuksia voidaan parantaa lisäaineilla (Ihalainen, ym. 2003, 43, 47). Kestopuoveista voidaan myös valmistaa tuotteita monin eri keinoin, minkä vuoksi kestopuovit ovatkin suosituimpia puoveja.

Ruiskuvalutekniikka ei ole ainoa muovin valamiseen tarkoitettu valmistustekniikka. Muita valmistustekniikoita ovat muun muassa: puhallusmuovaus, jolla saadaan tehtyjä onttoja rakenteita; ekstruusio, jolla voidaan valmistaa putkia tai tankoja ja ahtopuristus, jossa muovi prässätään. Ruiskuvalu on tekniikoista selvästi yleisin. (Ihalainen, ym. 2003, 50,52) Ruiskuvalutekniikan materiaalivaatimukset ovat materiaalin termoplastisuus eli materiaali on lämpömuovattavissa ja valettavalla materiaalilla on oltava hyvä virtaavuus. Kuten painevalussa ruiskuvalutekniikassa käytettävällä muotilla on korkea hinta. Muotin lähtöhinta on joissain kymmenissä tuhansissa euroissa ja voi nousta yli sadan tuhannen euron. Tämän takia myös ruiskuvalamisessa kuten painevalussa valmistusmäärät pitää olla suuret, jotta ruiskuvalaminen olisi taloudellisesti kannattavaa. Ruiskuvaluprosessi on hyvin nopea prosessi, jolloin koko prosessi kestää noin 10 sekuntia. Koska ruiskuvalutekniikka on erittäin tarkka valutekniikka, valettavalla kappaleen muodolla ei ole rajoitteita kunhan ilma pääsee muotista ulos ja kappaleen muodot ovat

oikein muotissa. Valmistettavan kappaleen painorajoitus on noin 30 kg. (Ihalainen, ym. 2003, 55).



Kuva 3 Valukone: Syöttösuppilo (1), ruiskuruuvi (2), muotti (3)
(<http://www.luonnonkuitu.fi/tietoja.html>)

Ruiskuvalutekniikalla valmistetut tuotteet olivat erilaisia näyttö- ja ohjainjärjestelmiä. Ruiskuvalaminen oli valittu tuotteen valmistamiseen, koska tuotteet sijoitetaan keskeiselle paikalle, jolloin ulkonäkö ja pinnanlaatu ovat hyvin tärkeitä vaatimuksia. Koska tuotteet tulevat yleensä kovaan käyttöön, valittavien materiaalien on oltava sitkeitä ja samalla kovia. Yksi materiaaliesimerkki on ABS -muovi eli asetaali, jota löytyy monista kodin sähkölaitteista. Asetaali täyttää hyvin sille edellä mainitut vaatimukset. Asetaalilla on hyvä sulajuoksevuus, jonka takia se sopii erinomaisesti ruiskuvalamiseen. Asetaali on myös kovaa ja jäykkää, jotka saadaan yhdistämällä akrylinitriiliä (kovuus) ja butadiystyreeni-kumia (joustavuus). Lisäämällä tähän polykarbonaattia (PC) saadaan muoville lämmönkestävyyttä ja lisättyä iskulujuutta. (Metalliteollisuus, 2001, 48,49).

4.3 Ulkonäkövaatimukset

Ulkonäkövaatimukset voivat olla hyvinkin ohjailevia kun tuotetta suunnitellaan, ja vaikka tuote ei tulisi olemaan esillä, on sen joka tapauksessa luotava käyttäjälle hyvän ensivaikutelman. Tuotteen muoto, pinnan laatu ja karheus voivat määrätä mikä valitaan tuotantomenetelmäksi, jotta tuotteessa olevat muodot saadaan tarkasti valmistettua. Pintakäsittelyllä saadaan tuote kestämaan ympäristön kuluttavia tekijöitä kuten korroosiota ja samalla pintakäsittely parantaa huomattavasti tuotteen ulkonäköä. Pintakäsittely voi olla maalia, lakkaa tai varsinkin alumiinituotteissa suosittu anodisointu pinnoite. Tär-

keintä on tietää onko valittu pintakäsittely valitun materiaalin ja valmistustekniikan kanssa sovelias. Esimerkiksi anodisoinnin kanssa valukappaleissa voi esiintyä laikukkuutta, kuten eräässä projektissa oli tullut esille.

4.4 Asennusvaatimukset

Jos tuotteelle on jo tiedossa loppusijoituskohde, voi tämä aiheuttaa hyvinkin tiukat vaatimukset asennuksen kannalta. Paikka voi olla hankala ja ahdas, jolloin kaikkia mahdollisia työkaluja ei ole mahdollista käyttää. Tämän takia tuotteen asennusvaatimukset on hyvä selvittää huolella. Asentamista pohtiessa on hyvä miettiä miten asennus suoritetaan, minkälaisia voimia kiinnityksen tulee kestää, onko tuote huollettavissa ja miten asentajan ja muiden osien vahingoittuminen voidaan välttää. Esimerkiksi jos tiedetään tuotteen loppusijoituskohde, on selvitettävä esimerkiksi ruuvien reikien koko ja etäisyys. Tämä asettaa ruuvikoon ja tuotteen kiinnityskohtien paikat. Jotta tiedetään miten suurelle momentille ruuvit on kiristettävä, on tiedettävä tuotteeseen kohdistuvista värinöistä ja iskuista aiheutuvat voimat. Värinät ja iskut ovat myös mitoittavia tekijöitä ruuvien valinnassa silloin kun tuotteen kiinnitys on valittavissa vapaammin.

4.5 Materiaalivaatimukset

Materiaalin valintaan vaikuttavat vaatimukset voivat olla täysin erillisiä tai toisista kategorioista tulleita vaatimuksia. Esimerkiksi valittu tuotantomenetelmä soveltuu vain tietynlaisille materiaaleille tai asiakas tai direktiivi kieltää jonkun aineen käytön tuotteessa. Siitä huolimatta, että materiaalien valintaan vaikuttavat asiat on voitu käsitellä jo toisessa kategoriassa, on ne siitä huolimatta merkattava materiaalivaatimuksiin.

Koska materiaalin valinta on hyvin tärkeä osa tuotteen suunnittelusta, on siihen myös panostettava. Materiaalin valintaan vaikuttaa raha – kuten kaikkiin ratkaisuihin –, vaaditut materiaaliominaisuudet ja tuotteen muoto. Materiaaliominaisuuksia ovat esimerkiksi lämmönjohtavuus, lujuus ja korroosiokestävyys. Kuten muutkin valinnat, myös materiaalivalinta on kompromissi. Materiaalille voidaan asettaa vaatimukseksi kovuus ja joustavuus. Tällaisessa tilanteessa voidaan määritellä kumpi on kriittisempi vaatimus tai valita materiaali, jonka ominaisuudet ovat vaatimusten välillä.

5 MEKANIKKAVAATIMUSDOKUMENTTI

Kun tuotteista löydetty vaatimukset ja niiden takana olevat kriteerit oli saatu selville ja nämä oli jaettu pääkategorioihin, voitiin siirtyä työssä seuraavaan vaiheeseen. Seuraavassa vaiheessa haluttiin luoda Word-dokumenttipohja. Dokumenttipohjan tarkoitus on luoda polku, jonka avulla voidaan löytää tuotteen ominaisuuksien takana olevat vaatimukset helposti.

Kun uuden tuotteen suunnittelu aloitetaan ja huomataan, että jollain aikaisemmalla tuotteella on samanlaisia ominaisuuksia kuin uudella, voidaan aikaisemman tuotteen mekaniikkavaatimusedokumentti ottaa esille ja selvittää miksi tämänlaiseen ratkaisuun on päädytty. Tämän dokumentin avulla siis vältetään tämän opinnäytetyön alussa runsaasti aikaa vienyt työvaihe, jossa selvitettiin valittujen tuotteiden ominaisuuksia ja vaatimuksia. Tarkoitus on löytää vastaukset välittömästi.

Dokumentti luotiin Wordin dokumenttipohjatoiminnon avulla. Otsikointi saatiin käyttämällä pääkategorioitten nimiä, joihin saadut vaatimukset oli jaettu aikaisemmin. Otsikot olivat: Environmental Requirements, Manufacturing Requirements, Installation Requirements, Aesthetic requirements ja Material Requirements. Viimeinen otsikko oli aluksi Manufacturing Requirement -otsikon alaotsikko, mutta se todettiin olevan monen vaatimuksen summa, joten tälle päädyttiin luoda oma kappale.

Otsikoinnin sisälle haluttiin saada ne tärkeät tiedot, joiden avulla voitiin seurata miten mihinkin ratkaisuun on päädytty aikaisemmassa projektissa. Tämä toteutettiin kirjoittamalla kysymyksiä, joiden avulla saatiin vaaditut tiedot. Oikeat kysymykset löydettiin vaatimuksista. Esimerkiksi Parkerin tuotteille tärkeästä IP -arvosta haluttiin tietää, mikä on valittu IP -arvo, miten tähän on päädytty, missä ovat tuotteen ongelmat tiiveyden kannalta ja miten nämä ongelmat on ratkaistu.

6 OHJEET MEKANIIKAN KONSEPTILLE

Kun mekaniikan vaatimuskirje oli luotu, voitiin siirtyä eteenpäin ja rakentaa ohjeet mekaniikkasuunnittelijoille. Näihin ohjeisiin otettiin ne vaatimukset ja asiat, jotka on mekaniikkasuunnittelijan otettava huomioon. Ohjeiden tarkoitus on opastaa mekaniikkasuunnittelijaa suunnittelun konseptivaiheessa ja vähentää turhien suunnitteluvirheiden syntymistä. Mekaniikkasuunnitteluohjeisiin poimittiin siis vain ne asiat, jotka olivat välttämättömiä mekaniikkasuunnittelijoille. Ohjeet jaettiin aihepiireittäin pääotsikoihin. Aihepiirit käsittelivät muotoilua, materiaalin valintaa, kappaleen mitoitus- ja tuotannollisia seikkoja.

Ensimmäinen kappale – design – sisälsi tuotteen muotoon liittyviä ohjeita. Tähän kuului muun muassa tuotteen muotoon, ulkomittoihin ja tuotteen kokoonpanoon liittyviä ohjeita. Muotojen ja ulkomittojen kannalta on mekaniikkasuunnittelijan erityisen tärkeää tietää suunniteltavan tuotteen loppusijoituskohde. Ohjeissa olikin mallintamisen kannalta oleellinen ohje saada tuotteen sijoituksesta esimerkiksi mallinnusluuranko, jossa ovat kiinnityspaikat ja tärkeimmät loppusijoituskohteen muodot. Mallinnusluuranko helpottaa ja nopeuttaa mallintamisen aloittamista oleellisesti kun tuotteen mallintaminen voidaan aloittaa luurangon päälle. Design -ohjeissa oli myös ohjeita kuinka lisätä tuotteen jäähdytystehoa, tuotteen tiiveyttä ja mitä tuotteen kokoonpanossa kannattaa ottaa huomioon. Tärkeimpänä ohjeena oli, että tuotteelle tehdään sellaisia ratkaisuja, jotka vähentävät esimerkiksi tuotantoprosessissa ylimääräisiä toimenpiteitä.

Toinen kappale sisälsi materiaalien valintaan vaikuttavia ohjeita. Materiaaliavalintaan vaikuttaa monen asian summa. Materiaalien tulisi olla kestäviä, kovia ja kestäviä suurien lämpötilamuutoksien lisäksi muita ympäristöstä tulevia haittoja kuten korroosiota. Näiden lisäksi materiaalit eivät saa ylittää materiaalille asetettua budjettia ja materiaalien pitää olla direktiivien mukaisia.

Kolmas kappale sisälsi mitoitusohjeet. Näihin ohjeisiin kirjattiin; toleranssit, tasomaisuus pinnoille, pinnan laatu ja viimeistely sekä materiaalitiedot että kiristysmomentit ruuveille. Toleransseihin liittyi olennaisesti tärkeiden mittojen korostaminen salmiakkikuvioin. Salmiakkikuvioin merkatut mitat tullaan tarkastamaan tuotteen osan valmistajan toimesta, että ne ovat toleranssissa. Ohjeissa huomautettiin myös, että kaikki tekstit, tarrat ja muut merkinnät tulisivat toleroida yhtäläillä. Mikäli näiden toleroinnit puut-

tuvat, voi se aiheuttaa ongelmia kokoonpanossa kun tarra on esimerkiksi tärkeän reiän päällä tai merkinnät ovat epäselviä. Piirustuksiin laitettava tasomaisuuden toleranssi on tärkeä varsinkin kun haetaan korkeaa tiiveysluokitusta (IP -arvo). Viimeisenä olevat kiristysmomentit ovat yhtälailla tärkeät tiiveyden kannalta. Jos ruuvit ovat liian tiukalla voivat puristuksissa olevat tiivisteet ja muut osat rikkoutua ja tämän takia tiiveys kärsii huomattavasti. Toisaalta liian pienen kiristysmomentin takia tuotteessa voi olla rakoja, jolloin haluttua tiiveyttä ei tulla saavuttamaan. Vinkkinä tuotannosta oli saatu, että mikäli tuotteessa on useampia kiristysmomentteja, ovat kiristysmomentit eroteltava toisistaan esimerkiksi eri kantoisilla ruuveilla (haastattelu 1, 2012).

7 TARKISTUSOHJEET JA -KRITEERIT MEKANIikkaOSILLE

Opinnäytetyön viimeinen vaihe voitiin nyt aloittaa, kun mekaniikan vaatimuskirje ja ohjeet mekaniikkasuunnittelijalle oli saatu valmiiksi. Perinpohjaisen tutkimuksen ja pohjustamisen ansiosta tarkistusohjeet ja -kriteerit mekaniikkaosille voitiin luoda suhteellisen helposti, kun aikaisemmissa dokumenteissa oli pyritty jo löytämään ja poimimaan ne kriittiset tekijät, jotka vaativat tarkistustoimenpiteitä.

Tarkistusohjeita luodessa on tärkeää miettiä mitä hyvät tarkistusohjeet sisältävät. Hyvien tarkistusohjeiden tehtävä on vastata tarkistajalle kolmeen kysymykseen. Mitä tarkastetaan? Kuinka tarkastetaan? Mikä on läpäisykriteeri? Ensimmäinen kysymys on selvä, mutta toinen kysymys voi sisältää esimerkiksi mittausteknisiä seikkoja. Pääasiat ovat, että käytettävä tarkistus- tai mittausten menetelmä ja tarvittavat työkalut tulevat selkeästi esille tarkistajille. Viimeinen kysymys vaikuttaa oleellisesti tavoiteltavaan laatuvaatimukseen; mitä alhaisempi läpäisykriteeri on, sitä huonolaatuisempi osa on. Läpäisykriteerin määrittämisen kannattaa paneutua kunnolla, jotta tuotteelle asetettua laatuvaatimusta ei tulla ylittämään eikä alittamaan.

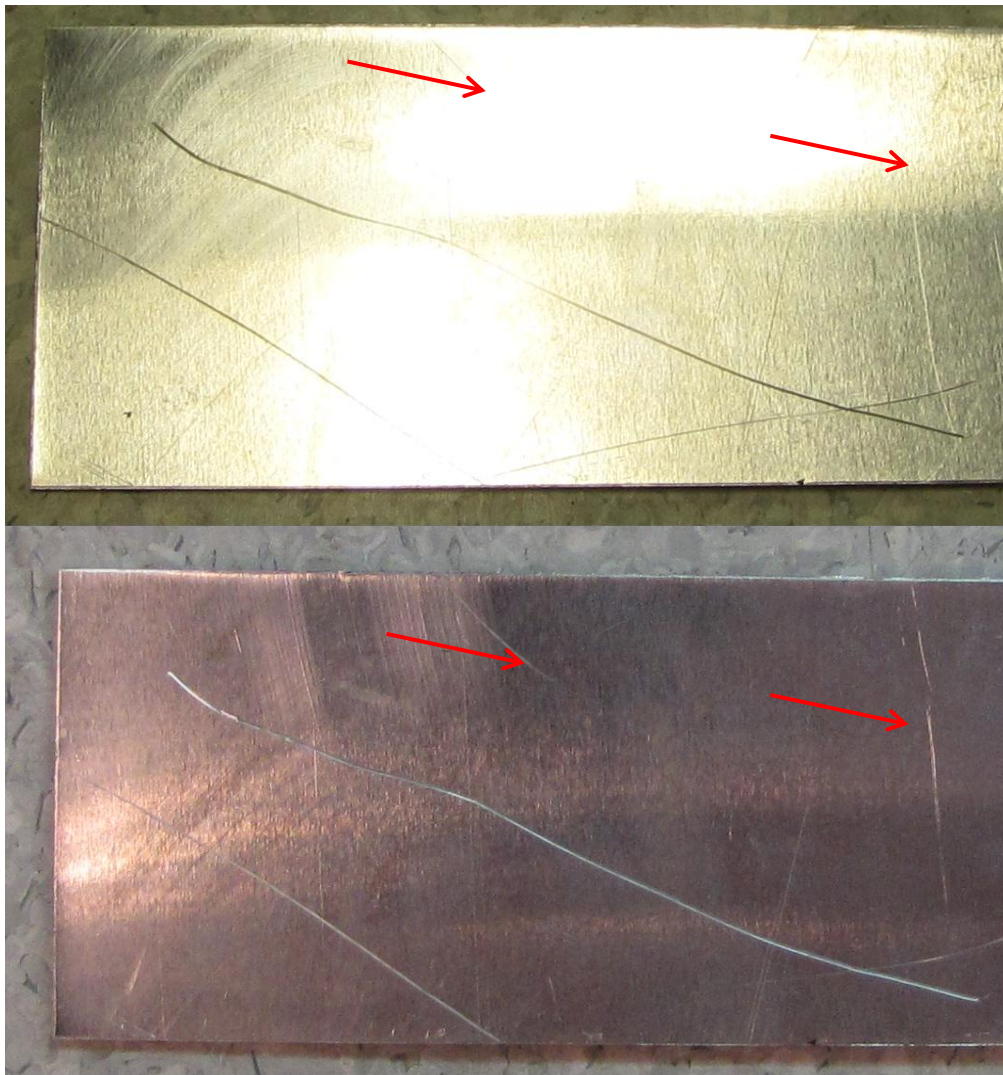
Dokumentti luotiin Word-dokumenttipohjaksi, joka alkaa dokumentin esittelyllä. Johdannon tarkoitus on samalla toimia tarkistajille palopuheena, jossa korostetaan tarkistusten tärkeys ja vaikutus lopullisen tuotteen laatuun. Samalla huomautettiin siitä, että tarkistusmenetelmät ja kriteerit ovat ehdottomia, mutta mikäli alihankkijalla on tarkempi tai parempi tarkistusmenetelmä, voidaan tätä tarkistusmenetelmää käyttää mikäli Parker antaa tähän luvan. Myös minimitarkistuserä ilmoitettiin johdannossa, tarkistuserä tulee muuttumaan jokaisen tuotteen kohdalla. Tarkistuserästä huomautettiin, että tarkistuserää voidaan joko suurentaa tai pienentää. Mikäli osan laatu ei tasaannu (stabiloidu), joudutaan tarkistuserää kasvattamaan kunnes osa saadaan hallintaan. Toisaalta taas, jos esimerkiksi tuotteen tarkistettavat mitat ovat hyvin kontrollissa, voidaan tarkistuserä kokoa pienentää tai tarkistus voidaan jättää kokonaan pois. Jos tuotteessa ilmaantuu uudelleen ongelmia tarkistettavan tekijän kohdalla, täytyy tämä palauttaa tarkistusrutiniin.

7.1 Tarkistusolosuhteiden määrittäminen

Johdantoa seuraavassa kappaleessa ilmoitettiin tarkistuspisteen olosuhteet, jossa osan tarkistus tullaan suorittamaan. Tämä on erittäin oleellinen tieto, jotta voidaan taata että tarkistukset tullaan eri tarkistuserien välillä suorittamaan samoissa olosuhteissa. Olosuhteet käsittävät tarkistuseräkoon, osan pintojen luokittelun, valaistuksen, katsomisetaisuuden, -kulman ja -ajan.

Tarkistuserän koko tulee vaihtelevaan osasta riippuen, joten kokoa ei laitettu lukkoon. Tuotteen pinnat tullaan luokittelemaan, jotta tarkistusohjeissa pinnat voidaan helpommin erottaa toisistaan. Samalla luokittelu luokittelee pintojen tärkeyden. Esimerkiksi A-nimeä kantava pinta pidetään tärkeimpänä ja tämä pinta on yleensä näkyvillä käyttäjälle. Tämä myös tarkoittaa sitä, että tarkistamisella on korkein läpäisykriteeri.

Valaistuksen määritelmäksi annettiin 800 – 1200 luxia ja valon väri tulisi olla valkoinen, jotta osan väriä tarkistaessa ei tule vääristymiä. Nämä valaistusolosuhteet vastaavat normaalia tehdasvalaistusta. Vertailun vuoksi voidaan sanoa, että noin 1000 luxia vastaa pilvisen päivän valoisuutta. Valaistus on myös hyvä järjestää siten, että valo ei osu suoraan osaan vaan se heijastetaan osaan. Näin voidaan välttää tuotteen heijastumisesta aiheutuvia tarkistusvirheitä. Heijastumat voivat esimerkiksi hankaloittaa pinnassa olevien naarmujen havaitsemisen (Kuva 4).



Kuva 4 Suora valo voi hankaloittaa pinnan tarkistamista

Tarkistamisessa on muistettava, ettei tarkistamista suoriteta sen takia että osasta tai tuotteesta löydettäisiin virheitä, vaan sen takia, että tuote tai osa täyttää sille asetetut laatuvaatimukset. Osasta kuin osasta voidaan löytää hyvin pieniä virheitä, jotka eivät vaikuta haluttuun laatuun. Tämänlaiseen tarkistamiseen käytetään turhaa aikaa ja vaivaa, jonka takia on hyvä määritellä tarkistukseen käytettävä aika ja katseluetäisyys. Käytännössä molemmat ovat suuntaa antavia ja perimmäinen viesti tarkastajalle on, että osaa ei ruveta syynäämään. Katseluetäisyys määritellään katseltavan pinnan luokittelun mukaan. A - pintaa, joka on usein miten käyttäjään päin, tarkistetaan noin 50 cm etäisyydeltä. Takapinta, jonka luokka on C, tarkistetaan 75 cm päästä. Katseluaika on taas pinta-alan funktio, johon myös vaikuttaa onko pinta A -pinta vai ei. Katseluaika on A -pinnalla 2-10 sekuntia ja muilla pinnoilla 1-5 sekuntia, riippuen miten suuresta pinta-alasta on kysymys.

7.2 Yleinen piirteiden tarkistus

Tarkistusosuus alkaa dokumentissa yleisellä piirteiden tarkistamisella. Tässä osiossa tarkistetaan osan pinnankäsittely, pinnanlaatu, tuotemerkinnät ja kriittiset muodot. Pinnankäsittely voi olla esimerkiksi lakka-, maali- tai anodisoitupinnoite. Pinnankäsittelyn kannalta on tärkeää tietää, mikä on haluttu väri ja mikä on sallittu poikkeama sävyssä ja pinnan kiilto. Nämä vaatimukset ja läpäisykriteerit voidaan löytää mekaniikkavaatimusdokumentista ja konseptidokumentista. Näin tulisi myös toimia tarkistusohjeiden jokaisesta kohtaa luodessa.

Erään painevalutekniikalla valetun alumiinikappaleen kanssa oli huomattu laikukkuutta kun kappaleen pinta käsiteltiin anodisoimalla. Tämä johtui siitä, että pinnoittamattomassa alumiinivalukappaleessa oli jo laikkuja, jotka eivät olleet silmillä nähtävissä ja nämä olivat pieniä heittoja pinnan korkeuksissa. Kun pinta anodisointiin, tulivat nämä laikut esille, koska joidenkin mikrometrien luokkaa oleva anodisointipinnoite ei ”täyttänyt” koloa. Ratkaisuksi tähän oli kyseisessä projektissa otettu pinnan karhentaminen, jotta pintaan saatiin paksumpi anodisointipinnoite.

Pinnanlaadusta tarkistetaan mahdolliset virheet, pinnan karheus ja puhtaus. Pintaan tulleet virheet voivat johtua materiaalivalinnan ja valmistusteknisistä syistä, mutta myös kappaleen käsittelystä. Tarvittaessa kappaleen käsittelystä on huomautettava. Virheet voivat olla naarmuja, jotka syntyvät esimerkiksi valutekniikassa kappaleen poistovaiheessa. Virheet voivat olla myös valutekniikassa imujälkiä ja koneistuksessa lovet. Tärkeintä on määrittää mahdolliset virheet, sallittu koko ja virheiden tiheys, jotka toimivat tarkistuksen läpäisykriteereinä. Pinnan karheuden eli Ra -arvo on hyvä ilmoittaa kun karheutta tarkastetaan, huolimatta siitä että Ra -arvo on hyvin hankala todentaa. Siitä huolimatta arvon ilmoittaminen auttaa tarkastajaa hahmottamaan pinnan karheuden. Ra -arvon rinnalle on tästä huolimatta hyvä antaa referenssikappale eli niin sanottu Golden Sample, johon karheutta voidaan tarvittaessa verrata.

Kappaleen muodoista tarkistetaan vain ne muodot, jotka ovat kriittisiä kokoonpanon kannalta. Tämänlaisia kriittisiä muotoja voivat olla muun muassa vahvikkeet, ohjuritapit ja reiät. Kriittisistä muodoista tarkistetaan ovatko ne muodoltaan oikeanlaisia ja ovatko muodot oikeilla paikoilla. Eräässä ruiskuvaletussa muovikappaleessa huomattiin pilottivaiheessa – jossa etsitään tuotannon mahdolliset ongelmakohdat – että kahden pilot-

tierän välissä yksi tuotteen ohjaintapeista ei pursottunut kokonaan. Tämä johtui siitä, ettei valmistusparametreja ollut muutettu pilottierien välissä. Tämänlaisessa tapauksessa läpäisykriteeriksi on hyvä laittaa, että piirteet eivät saa puuttua kappaleesta.

7.3 Kriittisten mittojen tarkistus

Osan kaikkia mittoja ei kannata tarkistaa, koska kappaleen tarkistamisesta tulee raskas, monimutkainen ja aikaa vievä prosessi. Tästä johtuen on määriteltävä kriittiset mitat, jotka riippuvat asetetuista vaatimuksista. Kappaleen kulmanpyöröstys on hyvin harvoin kriittinen mitta, mutta kappaleen ulkomitat tai kiinnityspisteet voivat olla erittäin kriittisiä. Ulkomitat ja kiinnityspisteet voivat olla kriittisiä, jos tuotteen loppusijoituspaikka on rajattu. Toisaalta, mikäli tuotteella ei ole määrättyä loppusijoituspaikkaa, eivät ulkomitat tai kiinnityspisteet ole välttämättä kriittisiä. Ohjeissa tärkeänä huomautuksena oli, että ohjeilla ei ole tarkoitus pitää alihankkijan hallinnassa vaan Parkerin tuotantoprosessi. Tämän takia yleensä Parkerilla koottavien osien kiinnitykseen ja kokoamiseen liittyvät mitat ovat yleensä tarkistettavia mittoja.

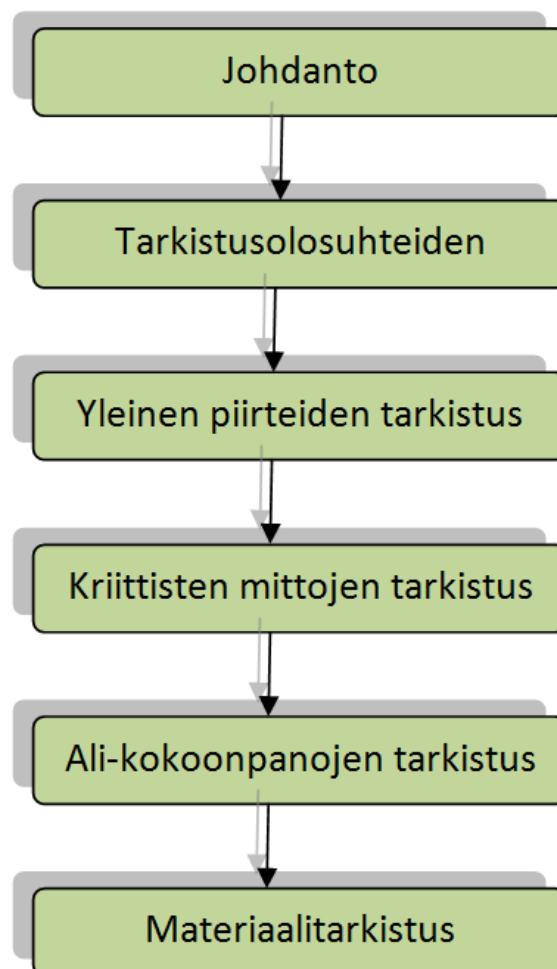
7.4 Ali-kokoonpanojen ja materiaalin tarkistaminen

Ali-kokoonpanolla tarkoitetaan alihankkijalta tulevaa osaa, jossa on kiinni muita osia. Tässä tarkastetaan esimerkiksi ovatko osan tiivisteet, ruuvitornit, mahdolliset liikkuvat osat paikoillaan ja toimivat oikein. Materiaalin tarkistamisen tarkoitus on tietenkin varmentaa, että alihankkija on käyttänyt vaadittua materiaalia. Tarkoitus on saada alihankkijalta raportti materiaalista ja materiaalin epäpuhtauksista, joita materiaalissa esiintyy.

7.5 Käyttö ja koevedokset

Jotta tarkistusohjeet voitiin todeta toimiviksi, erään näyttölaitteen taka- ja etukuorille tehtiin tarkistusohjeet. Kuoret olivat valmistettu ruiskuvalutekniikalla ja sisälsivät myös muita osia kuten luokkuja, plexilasi-ikkunan, tiivisteitä ja ruuvitorneja. Etukuoren sisäpuolen pinta oli pinnoitettu maalilla, jolloin myös pinnoitekohdan toimivuutta voitiin testata. Tuote valittiin Parkerin toivomuksesta ja opinnäytteen tekijän henkilökohtaisesta pyynnöstä. Tarkoitus oli saada tuote, jota ei ollut käytetty opinnäytteen alkuvaiheessa, jotta tarkistusohjedokumenttipohjan puutteet havaittaisiin. Merkittäviä puutteita ei löydetty.

Tarkistusohjeiden rakentaminen aloitettiin selvittämällä kriittiset ominaisuudet, jotka saatiin tuotteen teknisistä dokumenteista ja tuotteen suunnittelijoilta. Tämä tuotti hetkelisesti ongelmia, koska projektista ei ollut tehty mekaniikan vaatimuskäytäntöä. Mekaniikan vaatimuskäytännön puuttuminen korosti jälleen tämän opinnäytteen tärkeyttä. Kun kriittiset ominaisuudet oli saatu selville, tarkistusohjekäytäntöpohjaa ruvettiin käymään läpi ja rakentamaan konkreettisesti tarkistusohjeita. Tarkistusohjeet rakennettiin järjestelmällisesti vastaamalla kysymyksiin. Samalla kaikki tarvittavat kuvat kirjattiin ylös, jotta kaikki tarvittavat kuvat voidaan ottaa yhdellä kertaa. Tarkistusohjeita tuli kaksi eli etu- ja takakuorelle sekä kolmas johon oli koottu molemmat yhdeksi. Viimeiseksi työvaiheeksi jäi tarkistusohjeiden tarkistusraportin luominen. Tarkistusraportin tarkoitus on olla todistus, että osa on tarkistettu. Tarkistusraportti sisälsi jokaisen kohdan läpäisykriteerineen ja referenssin. Tähän raporttiin merkataan onko osa läpäissyt kaikki annetut kriteerit vai ei.



Kuvio 2 Luonnos tarkistusohjeiden rakenteesta

8 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoite oli luoda tarkistusohjeet ja -kriteerit mekaniikkaosille. Tarkistusohjeiden tarkoitus on estää virheellisten osien pääsyä kokoonpanolinjalle, jolloin vältetään tuotantolinjan turhalta tukkeutumiselta. Koska nämä tarkistusohjeet tehtiin pohjaksi kaikille tuotekehitysprojekteille, saadaan uusiin projekteihin osien tarkistaminen yhdenmukaistettua. Samalla luotiin kaksi dokumenttipohjaa: Mekaniikkavaatimusdokumentti ja ohjeet mekaniikkakonseptin luontiin. Näiden avulla voidaan ennakoita tuotekehitysprojektin alussa mahdolliset tekijät, jotka vaativat tarkistamista. Samalla uusien tuotekehitysprojektien ongelmat ja näiden ratkaisut saadaan dokumentoitua ja näin hyödynnettyä tulevaisuudessa.

Opinnäytetyön ensimmäinen vaihe oli selvittää valittujen tuotteiden vaatimukset ja kriteerit. Tämä vaihe oli työläs, koska aikaisemmista tuotteista ei ollut luotu dokumentteja joista mekaniikan vaatimukset olisi voitu poimia suoraan. Valittujen tuotteiden vaatimukset löydettiin tuotteiden piirustuksista, dokumenteista ja haastatteleamalla projektiin osallistuneita henkilöitä. Kun valittujen tuotteiden vaatimukset ja kriteerit oli saatu selvitettyä, jaettiin nämä aiheittain pääkategorioihin.

Toisessa vaiheessa luotiin uusia tuotekehitysprojekteja tukevat dokumenttipohjat: Mekaniikkaosien vaatimus- ja mekaniikkakonseptidokumentti. Vaatimusdokumentin avulla tulevista projekteissa tehdyt ratkaisut jäävät muistiin, joita voidaan hyödyntää muissa projekteissa kun samanlaisia ongelmia tulee vastaan. Konseptidokumentin tarkoitus on vähentää turhien suunnitteluvirheiden tapahtumista ja tuoda esille seikkoja jotka auttavat mekaniikkasuunnittelussa.

Hyvän alustamisen ansiosta tarkistusohjeet saatiin luotua yllättävän helposti. Tarkistusohjeiden on vastattava kolmeen oleelliseen kysymykseen: Mitä tarkastetaan, mikä on tarkastusmenetelmä ja mikä on läpäisykriteeri. Tarkistusohjeet rakentuvat seuraavista otsikoista: Johdanto, tarkistusolosuhteet, yleinen piirteiden tarkistus, kriittisten mittojen tarkistus, alikokoonpanon ja materiaalin tarkistus.

LÄHTEET

Parker Elektronik Division luettu 27.8.2012

<http://www.parker.com/portal/site/PARKER/menuitem.c17ed99692643c6315731910237ad1ca/?vgnextoid=7bad7433cb65e210VgnVCM10000048021dacRCRD&vgnnextfmt=FI>

Parker, Parker Operation Groups luettu 27.8.2012

<http://www.parker.com/portal/site/PARKER/menuitem.c7aa7c198ba66c9a5829dd92427ad1ca/?vgnextoid=26395672481c7310VgnVCM10000023cc1dacRCRD&vgnnextfmt=FI>

Jokinen T., 1987 Tuotekehitys. 6. painos, Helsinki, Hakapaino Oy.

Product Development Institute Inc, Stage-Gate® - Your Roadmap for New Product development, luettu 5.9.2012

<http://www.prod-dev.com/stage-gate.php>

Peltonen S., Piipponen O-P., Sorvari L. 2007. RoHS Käytännössä Helsinki, Kopio Nii-ni Oy.

Tukes, RoHS-direktiivi Päivitetty 9.5.2012, luettu 27.8.2012, <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/ROHS-direktiivi/>

Tekniika & talous, Tuomas Kangasniemi, 25.9.2007, luettu 17.7.2012, <http://www.tekniikkatalous.fi/metalli/lyijyton+juotos+vaatii+paljon+muodolta+ja+koostumukselta/a31824>

Meskanen S., Höök ,T. Suunnittelijan perusopas, PDF, luettu 12.7.2012, <http://www.valuatlas.fi/tietomat/koosteet/valukappaleensuunnittelu/index.html>

Höök, T. Polymeerimateriaalit,PDF, 12.1.2010, luettu 6.7.2012, http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/mould_injmoulding_materials_FI.pdf

Ihalainen, E., Aaltonen, K., Aromäki, M., Sihvonen P. 2003. Valmistustekniikka. 10. Painos, Helsinki, Hakapaino Oy.

Teknoliateollisuus, 2006. Alumiinit, Tampere, Tammer-Paino Oy.

LIITTEET

Liitteet	27
Liite 1 Muistiinpanot 1	28
Liite 2 Muistiinpanot 2	33
Liite 3 Haastattelu 1	38

Liite 1 Muistiinpanot 1

1 (5)

TUOTE 1

Desing

Mallituksen pohjana olisi hyvä alusta lähtien käyttää loppusijoituspaikkaa tai esim virtapiiriä.

Environmental requirements

- IP grade
 - Takasuojan pitää olla suora
 - Piirustuksiin pitää merkata tasomaisuus toleranssi
 - Tasomaisuuden mittausta kohdat voidaan merkata.
 - Takakannen tiivisteet pitää olla koko matkaltaan tiiviisti kiinni takakannessa.
 - Ei naarmuja tiivisteiden reunalle asti.
 - Piirustuksissa pitää huomauttaa, että takakannessa ei saa olla naarmuja.
 - Ruuvien rei'ät pitää olla tiiviitä
 - Tiivisteet
 - Ruuvien kiristysmomentti pitää olla määritelty, jotta ruuvi sulkee reiän.
- Tuote 1 toimii ääriolosuhteissa.
 - -40 °C - +90 °C
 - Valitaan materiaali joka kestää ääriolosuhteissa.
- Tuote 1 kestä tulta
 - Materiaalien pitää kestä korkeita lämpötiloja
 - STD 5031.1
 - Valitaan oikea materiaali.
- Pitää kestä kolhuja
 - SAE std. Testi
- Lämmönjohtaminen pois kriittisistä osista
 - Lämmönjohtimia
 - Thermopads
 - Materiaalilla on oltava hyvä lämmönjohtavuus.
 - Alumiini (AlSi10Mg)
- Pitää kestä voimakasta värähtelyä.
 - Materiaali: AlSi10Mg .
 - Vaimentimia kiinnityskohdissa.
- Tuotteella pitää olla hyvä maadoitus.

jatkuu

- Tuotteessa on tärinän vaimentimia, jotka eristävät
 - Erillinen maadoitin.

Manufacturing requirements

- Tuotannon on saatava riittävästi tietoa tuotteesta.
 - Toleranssit.
 - Mitä prosesseja käytetään?
 - Tarkastusohjeet.
 - Täydellinen materiaali tieto: Materiaali ja se sekoitus pitää ilmoittaa.
 - Viimeistelyn tiedot: Pinnanlaatu ja -käsittely.
 - <http://athena/cms/file/winnipeg/product%20engineering/mechanical/Design%20Handbook/Sheetmetal/Design%20Guides/SheetMetalDesignGuide%20Rev%20D%2090201.pdf>
- Piirilevy menee paikoilleen vain yhdellä tavalla.
 - Kiinnitys kohdat tulisi sijoittaa epäsymmetrisesti.
 - Tai epäsymmetrinen muotoilu.
- Päämitat ja kiinnitys kohdat pitää olla kriteerien sisällä.
 - Tärkeät mitat highlightataan
- Jos tuotteessa käytetään useampaa kiristysmomenttia ne erotettava toisistaan
 - Eri ruuveja eri kiristysmomenteille

Installation requirements

- Tuote pitää olla kunnolla kiinni loppusijoituspaikassa.
 - Kiristysmomentti pitää olla määriteltynä piirustuksissa
 - 30Nm
- Tuotteen asentaminen pitää olla helppoa.
 - Tuotteen asentamiseen olisi hyvä riittää yksi työkalu.
 - Kiinnitysosat ovat standartiosia.
 - Työkalun pitää olla standartityökalu.

Look & Feel

- Pinnanlaatu tulisi olla hyvä, jotta pinta ei kerää likaa ja jotta ei kulu nopeammin.
 - Pinnan laatu merkataan piirustuksiin.
- Tuote pitää edustaa hyvää Parker-laatua
 - Takakannessa ei saa olla naarmuja
 - Vaikuttaa tiiveyteen
 - Takakannen piirustuksissa pitää olla maininta.

TUOTE 2

Environmental requirements

- Tuotteen pitää olla tiivis.
 - IP Grade
 - Potting:n pitää asettua tasaisesti kuoreen.
 - Tarkastetaan röntgenillä
 - Liitinaukkojen pitää olla tiiviitä kun liittimet ovat paikoillaan.
 - Liittimien pitää olla tiivistettyjä.
 - LED-valon aukko pitää olla tiivis
 - Silikoonivalojohde tiivistää reiän
- Kriittiset osat eivät saa lämmitä liikaa.
 - Lämmönsiirtimiä
 - Thermal conductive pads
 - Suurennetaan lämpöä siirtävää pinta-alaa ”ribsillä”
- Tuote ei saa olla haitallinen ympäristölle
 - Tuote täyttää RoHS-direktiivin.

Manufacturing requirements

- Tuotteen pääosien on sovittava hyvin yhteen ja yhdellä tapaa.
 - Tasomaisuus määritettävä piirustuksissa
 - Tärkeät mitat pitää ilmoittaa piirustuksissa.
 - Mitat, jotka ovat tärkeitä voidaan highlightaan
 - Kiinnityskohdat pitää asettaa epäsymmetrisesti.
 - Myös epäsymmetrinen muotoilu toimii hyvin.
- Potting ei saa vahingoittaa PCB:tä
 - Tarkastetaan, että potting ei paina piirilevyä.
- Tuotteen kokoonpano pitää olla helppo.
 - Käytetään tuttuja osia
 - Standarti-osia
 - Käytetään tuttuja materiaaleja.
- Kuoren pitää olla halpa
 - Valukappale
 - Materiaalilla pitää olla hyvä valettavuus
 - AlSi10Mg
 - Kokoonpanossa käytetään koneruuveja. (Käytetäänkö)
- Tuotteen pitää mahtua loppukohteeseen
 - Päämitat pitää rajata
 - 184.7 x 89.1 x 46.3 mm

Installation requirements

- Tuote pitää olla helppo asentaa paikalleen.
 - Tuotteen kiinnityskohtien määrää pitää minimoida
 - Kiinnityskohtia 2
 - Asentamiseen käytetään jämäköitä kiinnitysosia.
 - Yhden työkalun pitää riittää asentamisessa.
- Tuote pitää olla hyvin kiinni
 - Kiinnitys ruuvien kiristysmomentti pitää näkyä piirustuksissa.
 - Kiristysmomentti pitää tarkistaa aluksi Parkerin toimesta.

Look & Feel

- Tuote pitää tunnistaa Parkerin tuotteeksi
 - Parker logo.
 - Väritys parkermainen.
- Tuotteen variaatiot pitää erottaa toisistaan.
 - Tuotteen variaatio pitää merkitä.
- Tuotteen label:ssä pitää näkyä kaikki direktiivit, jotka tuote täyttää.
- Kaikki merkinnät pitää olla oikeinkirjoitettu ja niiden on oltava oikeilla paikoillaan tarkasti
 - Tarkastetaan ja toleroidaan.

TUOTE 3

Environmental requirements

- Paneelin pitää estää mahdollisten kaasujen pääsyn koneeseen
 - IP grade
 - Tiivisteet reunoille.
 - Kaikki reiät pitää tiivistää.
- Paneelin pitää kestää iskuja ja räjähdyksiä
 - Materiaalit: Ikkuna Hard-coated polycarbonate, runko AlMg3
- Tuotteen pitää kestää hyvin korroosiota
 - AlMg3:lla on erinomainen korroosiokestävyys.
- Ikkuna ja runko ei saa naarmuuntua
 - Materiaali: Hard-coated polycarbonate, anodisointi
- Paneelin pitää siirtää lämpöä.
 - Tiivisteiden materiaali siirtää lämpöä.
 - Rungon materiaali.
 - Takasuojan tuuletusaukot.

Look & Feel

- Pinnanlaatu pitää olla hyvä.
 - Rungon Ra-arvo määrittäminen.
- Rungon ulkonäkö pitää olla hyvä.
 - Rungon anodisointi.
- Takakannen label ovat oikeissa kohdissa
 - Toleroidaan.
- Tekstit pitää olla oikeinkirjoitettu.
 - Tarkistetaan
- Jos labelit ovat tarroja, varmistetaan että ne eivät olet reikien päällä.
 - Toleroidaan tarrojen paikoitus.

Manufacturing requirements

- Jyrsitty tuote.
 - Tuotteen materiaalilla pitää olla hyvä koneistettavuus.

TUOTE 1

Environmental requirements

- Pitää kestää painepesua.
 - IP69K ja IP 67
 - Kotelon sisälle ei synny kosteutta
 - Gore-Tex venttiili
 - Takakansi pitää olla suora
 - Takakannen tiivisteet pitää olla koko matkaltaan tiiviisti kiinni takakannessa.
 - Ei naarmuja tiivisteiden reunalle asti.
 - Ei rakoja tiivisteiden ja kannen välillä
 - Ruuvien rei'ät pitää olla tiiviitä
 - Tiivisteet
 - Ruuvien kiristysmomentti pitää olla määriteltä, jotta ruuvi sulkee reiän
 - Tässä tuotteessa ei ole hard-stopia, mutta
 - Hard-stop estäisi nesteiden pääsyn sisälle
- VTECU toimii ääriolosuhteissa.
 - -40 °C - +90 °C
- VTECU kestää tulta
 - Materiaalien pitää kestää korkeita lämpötiloja
 - STD 5031.1
- Pitää kestää kolhuja
 - SAE std. Testi
- Lämmönjohtaminen pois kriittisistä osista
 - Lämmönjohtimia
 - Thermopads
 - Materiaalilla on oltava hyvä lämmönjohtavuus.
 - Alumiini (AlSi10Mg)
- Pitää kestää voimakasta värähtelyä
 - Juotokset pitää kestää
 - Juotoksessa ei saa olla liikaa ympäristölle haitallisia aineita.
 - RoHS direktiivi
 - Volvon standarti Volvo STD 100-0002
 - Materiaali: AlSi10Mg
 - Vaimentimia kiinnityskohdissa.
- Tuotteella pitää olla hyvä maadoitus.
 - Tuotteessa on tärinän vaimentimia, jotka eristävät
 - Erillinen maadoitin.

- Tuote kestää loppusijoitus kohteen aineita (Diesel, öljyt, jne.)
 - Materiaalin pitää kestää hyvin korroosiota.
 - STD 1273,05 , STD 1273,07
- Tuotteen pinta tulisi hylkiä likaa
 - Sileä pinnanlaatu.
- Tuote ei saa olla haitallinen ympäristölle.
 - Tuotteessa käytetään ympäristöystävällisiä aineita.
 - Tuote ei saa sisältää liikaa ympäristölle haitallisia aineita
 - Volvon standarti Volvo STD 100-0002
 - RoHS-direktiivi

Manufacturing requirements

- Piirilevy menee paikoilleen vain yhdellä tavalla.
 - Kiinnitys kohdat tulisi sijoittaa epäsymmetrisesti.
- Pinnanlaatu pitää olla hyvä.
 - Painevalu.
- Valukappale
 - Materiaalilla pitää olla hyvä valettavuus.
 - Alumiini
- Tiivistekohtien tasomaisuus
 - Pitää täsmätä piirustuksiin $\pm 0,4\text{mm}$
- Päämitat pitää olla kriteerien sisällä.
 - Ratkaisu: Tarkistus sapluunalla.
 - Sapluunoiden käyttö hankalaa
- Virtapiirin kiinnitysreiät pitää olla kohdillaan.
 - Ratkaisu: Tarkistus sapluunalla.
 - Sapluunoiden käyttö hankalaa
- Tuote ei saa aiheuttaa haavaumia eikä muiden osien vahingoittumista
 - Terävät reunat pitää hiota pois ja purseet poistaa.

Installation requirements

- Tuote pitää olla kunnolla kiinni loppusijoituspaikassa.
 - Kiristysmomentti pitää olla määritelty piirustuksissa
 - 30Nm
- Tuotteen asentaminen pitää olla helppoa.
 - Tuotteen asentamiseen olisi hyvä riittää yksi työkalu.
 - Työkalun pitää olla standartityökalu.
 - Tuotteen pitää olla kevyt.
 - Kompakti
 - Kevyt materiaali
 - Alumiini

Look & Feel

- Tuote tulisi olla mahdollisimman kevyt.
 - Materiaali pitää olla kevyttä: Alumiini
- Pinnanlaatu tuli olla hyvä, jotta pinta ei kerää likaa ja jotta ei kulu nopeammin.
- Tuote ei saa aiheuttaa kokoonpanossa eikä asennettaessa vahinkoa
 - Purseet poistetaan ja terävät reunat pitää viimeistellä.

- Tuote pitää edustaa hyvää Parker-laatua
 - Takakannessa ei saa olla naarmuja
 - Vaikuttaa tiiveyteen

Tuote 2

Environmental requirements

- Paneelin pitää estää mahdollisten kaasujen pääsyn koneeseen
 - IP grade
- Paneelin pitää kestää iskuja ja räjähdyksiä
 - Materiaalit: Ikkuna Hard-coated polycarbonate, runko AlMg3
- Tuotteen pitää kestää hyvin korroosiota
 - AlMg3:lla on erinomainen korroosiokestävyys.
- Ikkuna ja runko ei saa naarmuuntua
 - Materiaali: Hard-coated polycarbonate, anodisointi
- Paneelin pitää siirtää lämpöä.
 - Tiivisteen materiaali siirtää lämpöä.
 - Rungon materiaali.
 - Takasuojan tuuletusaukot.

Look & Feel

- Pinnanlaatu pitää olla hyvä.
 - Rungon Ra-arvo määrittäminen.
- Rungon ulkonäkö pitää olla hyvä.
 - Rungon anodisointi.

Manufacturing requirements

- Jyrsitty tuote.
 - Tuotteen materiaalilla pitää olla hyvä koneistettavuus.

Tuote 3

Environmental requirements

- Tuotteen pitää olla tiivis.
 - IP Grade
 - Potting:n pitää asettua tasaisesti kuoreen.
 - Tarkastetaan kokeilla
 - Liitinaukkojen pitää olla tiiviitä kun liittimet ovat paikoillaan.
 - Liittimien pitää olla tiivistettyjä.
- Kriittiset osat eivät saa lämmetä liikaa.
 - Lämmönsiirtimiä
 - Thermal conductive pads
 - Suurennetaan lämpöä siirtävää pinta-alaa ”ribsillä”
- Tuote ei saa olla haitallinen ympäristölle
 - Tuote täyttää RoHS-direktiivin.

Manufacturing requirements

- Tuotteen pääosien on sovittava hyvin yhteen ja yhdellä tapaa.
 - Tasomaisuus
 - Tuotteista pitää tarkistaa tärkeät mitat ja tärkeät mitat pitää ilmoittaa piirustuksissa.
 - Tärkeitä mittoja ei saisi olla liikaa.
 - Kiinnityskohdat pitää asettaa epäsymmetrisesti. (Design requirements ?)
- Potting ei saa vahingoittaa PCB
 - Tarkastetaan, että potting ei paina piirilevyä.
- Tuotteen kokoonpano pitää olla helppo.
 - Tuttuja osia
 - Standarti-osia
 - Käytetään tuttuja materiaaleja.
 - Kokoonpanon vaiheet pitää minimoida.
 - Ei osien hypistelyä.
 - Ei turhaa osien laskemista.
- Tuotteen piirilevy pitää pystyä juottaa aaltojuotoskoneella
- Tuotteen pitää pysyä puhtaana
 - Tuotteen käsittelymäärä pitää minimoida
- Kuoren pitää olla halpa
 - Valukappale
 - Materiaalilla pitää olla hyvä valettavuus
 - AlSi10Mg
 - Kokoonpanossa käytetään koneruuveja.
- Tuotteen pitää mahtua loppukohteeseen
 - Päämitat pitää rajata
 - 184.7 x 89.1 x 46.3 mm
 - Kiinnityskohdat pitää highlightata.
- Eri materiaalien pitää sopia yhteen. (Lämpölaajeneminen voi vaikuttaa esim liittimien sopivuuteen liittinpoteroissa.)
 - Liian suuri lämpötilakertoimien ero.

Installation requirements

- Tuote ei saa vaurioittaa muita osia eikä asentajaa asennettaessa.
 - Terävät reunat hiotaan ja purseet poistetaan
- Tuote pitää olla helppo asentaa paikalleen.
 - Tuotteen kiinnityskohtien määrää pitää minimoida
 - Kiinnityskohtia 2
 - Asentamiseen käytetään jäməköitä kiinnitysosia.
 - Yhden työkalun pitää riittää asentamisessa.
- Tuote pitää olla hyvin kiinni
 - Kiinnitys ruuvien kiristysmomentti pitää näkyä piirustuksissa.
 - Kiristysmomentti pitää tarkistaa aluksi Parkerin toimesta.

Look & Feel

- Tuote pitää tunnistaa Parkerin tuotteeksi

- Parker logo.
 - Väritys parkermainen.
- Tuotteen variaatiot pitää erottaa toisistaan.
 - Tuotteen variaatio pitää merkitä.
- Tuotteen label:ssä pitää näkyä kaikki direktiivit, jotka tuote täyttää.

Tuote 3

Environmental requirements

- Tuotteen pitää olla tiivis.
 - IP67
- Näytön ikkuna ei saa naarmuuntua.

Manufacturing requirements

Look & Feel

- Tuotteen pinta pitää olla sileä..
- Tekstit suorassa ja ehjät.
- Tuotteessa ei saa olla ylimääräisiä purseita.
- Tuotteessa ei saa näkyä valusta jääneitä imujälkiä.

Installation requirements

- Ruiskuvalukappale
 - Materiaalin pitää olla muovattavissa paineen avulla
 - ABS

Opinnäytetyöni aihe on Tarkistusohjeet ja kriteerit mekaniikka osille (Inspection guidelines and criterias for mechanical parts). Tällä hetkellä tutkin tuotannon vaatimuksia erituotteille. Tuotannon vaatimuksista minua kiinnostavat sekä Forssan vaatimukset ja alihankkijoiden vaatimukset. Olen tutkinut VTECU:a, LDU-20:tä ja CM0711:sta.

Alapuolella on kysymyksiä, jotka ovat nouseet esille. Silti toivon, että kerrotte minulle jos en ole huomannut jotain oleellista.

- Mitkä ovat tuotannon kannalta tärkeimmät tiedot uudesta tuotteesta?
- **Minkä tyyppisiä (pakettityyppi, pintaladonta/läpiladonta) komponentteja käytetään ja kuinka paljon**
- **Miten tuote testataan**
- **Mitä prosesseja käytetään (lyijyttömyys, lakkaus, valu, yms. ja kuinka tarkasti niiden tulee olla kontrollissa**
- **Esikasattua mekaniikkaa? -> Mikä on toimittajan kyky ja maine (laatu!)**
 - Tuleeko tuotteista liikaa tietoa?
 - **Ei ainakaan liikaa. Viime vuosina on yritetty parantaa uudesta tuotteesta etukäteen tietoja tuotantoon ja operaattoreille, sekä ottaa heidän tietotaito ja ideat huomioon.**
- Mitkä ovat rajoittavat tekijät tuotannossa tuotteiden kannalta? (VTECU, CM0711, LDU-20)
- *Tarkennatko vielä, mitä tällä tarkoitetaan?*
- **Mekaniikkaosien kierrätettävyys (energiajätetekelpoisuus)**
- Miten ympäristövaatimukset pitää ottaa tuotannossa huomioon ja kuinka ne vaikuttavat laatuun?
- **Oleellisin asia on lyijytön juotos. Prosessi vaatii tarkempaa hallintaa ja tarkastelua, jotta juotokset ovat ISO-standardin mukaisia (laatu). Koko tuotteen osalta RoHS asettaa vaatimuksia kierrätettävyydelle. Lähinnä tämä on**
- **näkynyt tuotannossa viime vuosina eri roskisten määrissä. Luonnollisesti tämä on myös vaatinut koulutusta työntekijöille lajittelun suhteen**

▪ jatkuu

- Mikä on tuotannossa toistuvien ongelmien uusien tuotteiden kanssa?
 - Puuttuuko jokin tietty tieto tai vaatimus?
 - **Aikatauluongelmat ovat yleisiä. Ei ehditä tekemään ja analysoimaan kunnolla prototyyppieriä -> keskeneräisiä tuotteita pääsee tuotantoon.**
 - **Toimittajien laatuongelmia on ollut viime vuosina runsaasti**
 - **Komponenttien saatavuus on parin vuoden ajan ollut todella heikkoa**
- Mikä on tuotannossa toistuvien ongelmien vanhojen tuotteiden kannalta?
 - Puuttuuko jokin tietty tieto tai vaatimus?
 - **Dokumentointi on puutteellista. Moni asia on periytynyt suustasuuhun-menetelmällä. Tämä on ollut lähinnä resurssipula.**
 - **Vanhoissa tuotteissa tuppaa olemaan ikääntyviä komponentteja (saatavuus, hyllyikä)**
- Minkälaiset tuotteet ovat ongelmallisia?
- **Pääasiassa tuotteet, joissa on useampi, kuin yksi piirilevy ja/tai näyttö. Nämä aiheuttavat suuria haasteita mekaniikalle, jotta tuote olisi vielä helposti kokoonpantavissa.**
- Miten tuotantoon tulevat osat ja materiaalit tarkastetaan?
- **Meillä ei juurikaan suoriteta vastaanottotarkastusta. Yleisesti voi sanoa, että sitä tehdään, mikäli jonkin osan kanssa on ilmennyt ongelmia. Kun tarkastusta on tehty esim. muutaman saapumiserän ajan, se jätetään pois, mikäli vika ei ole toistunut.**
 - Paljon tarkastukset vie aikaa?
 - **Niin paljon, ettei sitä mielellään tehtäisi. Tähän vaikuttaa otannan suuruus, eli tarkastetaanko kaikki, vai esim. 10%.**
 - Kauan korjaukset vie aikaa?
 - **Riippuu paljon viasta. Jos mekaniikkaosassa on vika, mikä vaatii muottimuutoksen, kestää yleensä 3-5 viikkoa, ennenkuin uusia proto-osia on saatavilla; riippuen tietysti korjauksen suuruudesta, osan materiaalista ja siitä, missä muotti sijaitsee ja voiko toimittaja itse sitä korjata.**

3 (3)

- Kuinka korjaukset voidaan välttää tuotteen suunnittelun aikana ?
- **Oikeaoppisesti valmistetulla prototyyppierällä**
- Paljon tuotteita pitää palata asiakkailta, jotta tuotteeseen joudutaan tekemään muutoksia?
- **Periaatteessa jokainen palautus on liikaa, mutta nämä voi karkeasti jakaa kahteen eri ryhmään: design-virheisiin ja prosessivirheisiin. Design-virheet ovat yleensä toistuvia, jolloin asia pitää korjata mahdollisimman pian.**
- Kuinka montaa eri työkalua keskimäärin tuotteiden kokoomiseen tarvitaan?
- **Tähän on vaikea antaa yhtä vastausta. Eräisiin tuotteisiin riittää yksi ruuvinväännin yhdellä kärjellä (toivottava tilanne), toiseen vaaditaan useita eri kärkiä, useita momentteja, sivuleikkureita, kärkipihtejä, puhdistusliinoja, ruuvilukitetta, jopa juotosasemaa. Nämä eivät ole tuotannollisesti tehokkaita designeja, sillä niiden kokoamisessa menee paljon aikaa (=rahaa) ja työkalut vaativat investointeja. Mitä monimutkaisempi tuote, sitä todennäköisemmin siihen tulee jokin vika loppuasiakkaalla.**