



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

Suunnittelunäkökohtia Tulvari muovikaukaloiden massatuotannossa

Ossi Karhumaa

KONETEKNIIKAN TUTKINTO-OHJELMA

Kandidaatintyö

Huhtikuu 2022

TIIVISTELMÄ

Suunnittelunäkökohtia Tulvari muovikaukaloiden massatuotannossa

Ossi Karhumaa

Oulun yliopisto, Konetekniikan tutkinto-ohjelma

Kandidaatintyö + 2022, 54 s. + 5 liitettä

Työn ohjaaja yliopistolla: Jussi Salakka

Teollisuudessa on niin kustannuksien kuin tehokkuuden kannalta mietittävä tuotantoa sekä sen optimointia. Kun tuotantoa kasvatetaan isommaksi, puhutaan massatuotannosta. Massatuotantoa on mahdollista toteuttaa monella eri tavalla. Yksi tapa toteuttaa massatuotanto on massaräätälöinti. Massaräätälöinnissä tuotteita voidaan räätälöidä valmiiksi vastaamaan eri asiakasryhmien tarpeita. Kun räätälöinti toteutetaan tällä tavalla, tarvitaan asiakastietoa, jotta osataan toteuttaa räätälöinti vastaamaan asiakkaiden tarpeita. Tuotantoa on mahdollista optimoida usealla tavalla. Yksi lähestymistapa on tuotteiden tarkastelu sekä niiden kehittäminen.

Työn tavoitteena on tutkia Tulvari muovikaukalo tuoteperheen modulaarisuutta sekä moduuleiden kustannuksia. Työssä tarkastellaan myös eri moduulien liittämistä toisiin, eli moduulien rajapintoja. Tutkimus perustuu kirjallisuuskatsaukseen sekä kirjallisuuden peilaamista tuoteperheeseen. Kirjallisuuskatsauksessa esitetään massatuotantoa, massaräätälöintiä sekä tuoteperheitä. Kirjallisuuskatsauksen pohjalta peilataan tutkimuksen tuoteperhettä. Työssä tehtävät modulaarisuustaulukot ja komponenttipuut tukevat tutkimusta. Modulaarisuustaulukon avulla tutkitaan eri moduulien käyttöä eri tuotteiden osalta ja komponenttipuissa nähdään eri tuotteissa käytetyt komponentit.

Työssä tehdään ABC-analyysi tuoteperheen komponenteille. Analyysi perustuu vuoden 2021 menekkiin, ja keskittyy tuotteissa käytettyjen komponenttien kustannuksiin. ABC-analyysin avulla havaittiin toiminnan kannalta tärkeitä komponentteja. Kustannusjakauman tarkastelussa selvisi eroavaisuuksia moduulien kustannuksissa.

Tulvarin muovikaukalo tuoteperheessä on useita eri tuotteita eri tarkoituksiin, vaihtelevilla ominaisuuksilla. Tuoteperheen sisällä modulaarisuutta on hyödynnetty ja samoja komponentteja on käytetty useissa tuotteissa. Kun uutta tuotetta suunnitellaan tuoteperheeseen, tulee suunnittelussa huomioida jo olemassa olevat ratkaisut. Tuoteperheen kehityksen kannalta on tärkeää myös tarkastella vaihtoehtoisia ratkaisuja.

Asiasanat: massaräätälöinti, modulaarisuus, tuoteperhe

ABSTRACT

Design aspects in massproducing Tulvari plastic trays

Ossi Karhumaa

University of Oulu, Degree Programme of Mechanical Engineering

Bachelor's thesis + 2022, 54 pp. + 5 Appendixes

Supervisor at the university: Jussi Salakka

Industries must consider production and its optimization in terms of both cost and efficiency. When increasing the production, it is called mass production. One way to implement mass production is mass customization. In mass customization it is possible to pre-customize products to meet the needs of different customer groups. When customizing this way, information of customers is needed to be able to meet the customer needs. It is possible to optimize the production in several ways. One approach is to review and improve products.

The aim of this thesis is to study the modularity of Tulvari plastic tray product family and the costs of different modules. This work also examines the connection of different modules to each other, also known as module interfaces. The research is based on a literature review and reviewing the literature to the product family. The literature review presents mass production, mass customization and product families. Based on the literature review, the researched product family is considered. The modularity tables and component trees in the work supports the research. The modularity table is used to examine different modules for different products and in the component trees the used components in different product are shown.

The work includes an ABC analysis of the product family's components. The analysis is based on sold products in 2021 and focuses on costs components used in products. The ABC analysis identified operationally important components. Examination of the cost distribution revealed differences in the costs of different modules.

Tulvari's plastic tray product family has several different products for different purposes, with different features. Within the product family, modularity has been utilized and the same components have been used in several products. When designing a new product to a product family, existing solutions needs to be considered. It is also important to look at alternative solutions for the development of the product family.

Keywords: mass customization, modularity, product family

SISÄLLYSLUETTELO

1 Johdanto	9
1.1 Rajaus.....	9
2 Massatuotanto	11
2.1 Massatuotannon historia	11
2.2 Massatuotannon hyödyt	12
2.3 Massatuotannon haasteet.....	13
3 Massaräätälöinti	14
3.1 Massaräätälöinti	14
4 Massatuotettavan tuotteen vaatimukset	16
4.1 Tuoteperheet.....	16
4.2 Tuotemodulointi.....	17
4.3 Moduulien rajapinnat	17
5 Massatuotettavan tuotteen pakkaaminen	18
5.1 Pakkaaminen	18
5.2 Pahvipakkaus	18
6 Varastonhallinta	19
6.1 ABC-analyysi.....	19
6.2 Luokittelun tunnusluvut	19
6.3 Nimikkeiden ryhmittely	20
6.4 Laskenta	20
7 Tulvari muovikaukaloiden tuotanto	21
7.1 Muovikaukaloiden tuotanto	22
7.2 Tulvari muovikaukaloiden tuoteperheestä.....	23
7.3 Tulvari muovikaukalo tuoteperheen moduulit.....	23
7.3.1 Suojakaukalo	24
7.3.2 Tiivisteet	25
7.3.3 Tarvikepussi.....	26
7.3.4 Maatuet	27
7.3.5 Pakkaukset	28

8 Tulvari tuotteiden komponenttipuut.....	29
8.1 Tulvari 150 komponenttipuu.....	29
8.2 Tulvari 200 komponenttipuu.....	30
8.3 Tulvari 250 komponenttipuu.....	30
8.4 Tulvari 350 komponenttipuu.....	31
8.5 Tulvari 560 komponenttipuu.....	32
8.6 Tulvari 600 komponenttipuu.....	33
8.7 Tulvari 650 komponenttipuu.....	34
8.8 Tulvari 680 komponenttipuu.....	34
8.9 Tulvari 720 komponenttipuu.....	35
8.10 Tulvari 1400 komponenttipuu.....	36
9 Suunnitteleminen tulvarin muovikaukalo tuoteperheeseen	37
9.1 Tiivisteet.....	37
9.2 Maatuki	37
9.3 Tarvikepussi	37
9.4 Tuotekehitys.....	38
10 ABC-analyysi.....	39
10.1 Nimikkeet.....	39
10.2 Laskenta	39
10.3 Laskennan tulos.....	39
10.4 A-ryhmä	40
10.5 B-ryhmä	41
10.6 C-ryhmä	41
11 Moduulien kustannusjakaumat	42
11.1 Tulvari 150 kustannusjakauma	42
11.2 Tulvari 200 kustannusjakauma	42
11.3 Tulvari 250 kustannusjakauma	43
11.4 Tulvari 350 kustannusjakauma	43
11.5 Tulvari 560 kustannusjakauma	43
11.6 Tulvari 600 kustannusjakauma	44
11.7 Tulvari 650 kustannusjakauma	44
11.8 Tulvari 680 kustannusjakauma	44

11.9 Tulvari 720 kustannusjakauma	45
11.10 Tulvari 1400 kustannusjakauma	45
11.11 Tarkastelu.....	45
12 Yhteenveto	46
LÄHDELUETTELO.....	47
Liitteet	50

LIITEET:

Taulukko 2. Tulvari muovikaukaloiden tiivisteiden modulaarisuusmatriisi

Taulukko 3. Tulvari muovikaukaloiden tarvikepussien modulaarisuusmatriisi

Taulukko 4. Tulvari muovikaukaloiden maatumien modulaarisuusmatriisi

Taulukko 5. Tulvari muovikaukaloiden pakkauksien modulaarisuusmatriisi

Taulukko 6. Tulvari muovikaukaloiden pakkauksien modulaarisuusmatriisi

1 JOHDANTO

Kandidaatintyön aiheena on Suunnittelunäkökohtia Tulvari-muovikaukaloiden massatuotannossa. Työssä keskitytään tarkkailemaan muovikaukaloiden valmistusta, kokoonpanoa, modulaarisuutta ja komponentteja. Tulvarin muovikaukalot kuuluvat tuoteperheeseen. Tuoteperheeseen kuuluvat tuotteet koostuvat moduuleista, joita kokoonpannaan eri komponenteista, riippuen valmistettavasta tuotteesta.

Tuoteperheitä löytyy niin valmiiksi asiakkaalle räätälöityinä kuin tilaustyönä tehtyjä erikoistilauksia. Massaräätälöinnin yhtenä tavoitteena on löytää jokaiselle asiakkaalle sellainen tuote, jonka he haluavat (Sloan 1993). Kun tuotteita räätälöidään, on tärkeää tunnistaa asiakasryhmän suuruus räätälöinnin kannalta.

Kymmenien vuosien aikana Tulvarin muovikaukalot on kehitetty asiakaslähtöisiin tarpeisiin, minkä vuoksi tuotteita on kehitetty iso määrä. Toiminnan laajentuessa ja mahdollisen kansainvälistymisen kannalta on tärkeää tutkia tuotteiden modulaarisuutta.

Työssä syvennytään tuotteiden eri moduuleihin ja tarkastellaan tuotteiden moduuleja modulaarisuusmatriisien avulla. Modulaarisiin tuotteisiin liittyy myös moduulien yhdistäminen, tästä puhutaan myös moduulien rajapintoina. Työssä tarkastellaan myös tuotteiden eri komponenttien kustannuksia ABC-analyysin avulla. Tässä työssä tarkastellaan myös eri moduulien kustannuksia, tarkastelu perustuu prosentuaaliseen jakaumaan eri moduulien osalta.

Tuotteita tarkastellaan taulukoiden sekä komponenttipuiden avulla. Tässä vaiheessa yrityksen kasvuprosessia, on ajankohtaista tarkastella tuotteita massatuotannon näkökulmasta.

1.1 Rajaus

Tulvari Oy valmistaa paljon erilaisia ratkaisuja LVI-asennuksiin. Tulvarin tuotteilla ennaltaehkäistään vesivahinkoja, helpotetaan ja nopeutetaan asennusta sekä varmistetaan siisti lopputulos. Eri tuotteita löytyy muun muassa: suojakaukaloita käyttövesijakotukkien alle, vuodonilmaisukaukaloita

lattialämmitysjakotukkien alle, teknisen tilan pohjia, lämmönlähteen alustoja, suojakaukaloita allaskaappien ja kodinkoneiden alle, lattia- ja seinäkeskuksia, alaslaskutelineitä sekä tekniikkaelementtejä. (Tulvari 2022)

Tulvari Oy valmistaa paljon erilaisia ratkaisuja LVI-asennuksiin. Tulvarin tuotteilla ennaltaehkäistään vesivahinkoja, helpotetaan ja nopeutetaan asennusta sekä varmistetaan siisti lopputulos. Eri tuotteita löytyy muun muassa: suojakaukaloita käyttövesijakotukkien alle, vuodonilmaisukaukaloita lattialämmitysjakotukkien alle, teknisen tilan pohjia, lämmönlähteen alustoja, suojakaukaloita allaskaappien ja kodinkoneiden alle, lattia- ja seinäkeskuksia, alaslaskutelineitä sekä tekniikkaelementtejä. (Tulvari 2022)

Tässä työssä keskitytään Tulvarin muovikaukaloihin, joihin kuuluvat: suojakaukalot käyttövesijakotukkien alle, lämpöpumpun/lämmönlähteen alusta sekä korokevalukaukalo.

Työssä keskitytään seuraaviin tuotteisiin: Tulvari 150, Tulvari 200, Tulvari 250, Tulvari 350, Tulvari 560, Tulvari 600, Tulvari 650, Tulvari 680, Tulvari 720 sekä Tulvari 1400. Näistä käyttövesikaukaloita ovat Tulvari 150, 200, 250, 350, 560 ja 600. Tulvari 650 on lämpöpumpun alle, Tulvari 680 lämmönlähteen tai varaajan alle, Tulvari 720 on korokevalukaukalo ja Tulvari 1400 on teknisen tilan lattiaksi asennettava

2 MASSATUOTANTO

Massatuotannolla tarkoitetaan: tuotekohtaisia erityistarkoitukseen tarkoitettujen koneiden ja ammattiin perehdytettyjen työntekijöiden käyttöä standardisoitujen tuotteiden valmistamiseen (Piore and Sabel 1984).

Massatuotanto sisältää monia tuotantolinjoja, joissa useat henkilöt tekevät rutiininomaisia prosesseja. Näillä tuotantolinjastoilla toteutetaan samanlaisia toimenpiteitä valmistettavalle tuote-erälle. (CFI 2022)

Kun massatuotantoa käsitellään teollisuuden näkökulmasta, käytetään usein myös käsitettä 'Fordismi', joka on eräällä tavalla historiallinen lyhenne Henry Fordin kehittämään tuotantojärjestelmään, jota on oletettavasti laajasti jäljitelty (Williams et al. 2016).

Massatuotannon historiaa, teoriaa ja näkökohtia käsitellään tässä työssä teollisuuden näkökannalta. Teollisuudessa on monia eri toimintamalleja tuotannon näkökulmaan.

2.1 Massatuotannon historia

Euroopassa väkiluku alkoi kasvaa 1800-luvulla ja saatiin aiempaa suurempi määrä työntekijöitä. Väkiluvun kasvaessa tuli ajankohtaiseksi kehittää aiempaa tuottavampia menetelmiä, jolla saataisiin tyydytettyä kaikkien ihmisten perustarpeet. Euroopassa edelläkävijä oli Englanti, jossa kehitys alkoi ottaa ensiaskeliaan jo 1750-luvulla ja vähitellen alkoi levitä muualle Eurooppaan. (ERIH 2022)

Autot kehiteltiin ja viimeisteltiin ensiksi Saksassa ja Ranskassa 1800-luvun lopussa, vaikkakin amerikkalaiset nopeasti alkoivat hallitsemaan autoteollisuutta 1950-luvulla. Henry Ford kehitti tekniikoita massatuotantoon, joista tuli standardeja autoteollisuudessa. Japani nousi hallitsevaksi autovalmistajaksi 1980-luvulla. (History 2022)

Kun konseptit työnjaosta, koneavusteisesta tuotannosta sekä standardisoitujen osien kokoonpanosta olivat vakiintuneet 1900-luvun puolivälissä, oli tehtaita toiminnassa jo ympäri maailmaa. Näinä aikoina

alkoi näkymään nopeaa kasvua liikenneyhteyksissä, joka kiihdytti entisestään teollisuuden kasvua. (Britannica 2022)

2.2 Massatuotannon hyödyt

Iso osa ympärillämme olevista tuotteista on valmistettu massatuotannossa, niin vaatteet, kodinkoneet kuin autotkin. Kun tuotteita valmistetaan massatuotantomenetelmällä, saadaan tuotekohtaisia kuluja vähennettyä verrattaessa yksittäistuotantoon.

Massatuotanto on mahdollistanut isommat tuotot, korkeamman palkkatason, alemmat hinnat sekä laajan valikoiman erilaisia tuotteita (Piore and Sabel 1984). Massatuotannossa tuotantomäärä on iso ja tuotteita valmistetaan sen verran, kun on kysyntää, kun yksittäistuotannossa määrällinen tuotanto on pieni ja perustuu esimerkiksi yksittäistilauksiin.

Massatuotannossa tuotantomäärä on suuri sekä yleensä on käytössä jonkinlainen tuotannonohjausjärjestelmä, jolla saadaan optimoitua tuotannon tuottavuutta. Tuottavuudella tarkoitetaan tuotekohtaisia valmistusaikoja. Kun tuottavuutta saadaan lisättyä, voidaan tuotantomäärää nostaa valmistusajan pysyessä samana. Jotta tuottavuutta on mahdollista nostaa, tulee kiinnittää huomiota muun muassa työpisteen sijoitukseen, työkalujen sijoituksen sekä tarvikkeiden riittävyteen. Tuottavuuden lisääntyessä saadaan siis valmistettua suurempia määriä tuotteita pienemmällä valmistusajalla. (GES 2022)

Tuotannon perustuessa koneavusteiseen valmistukseen, saadaan myös työntekijöiden määrää laskettua aiempaa pienemmälle tasolle ja tämä vaikuttaa suoraan tuotekohtaiseen valmistushintaan. Kun valmistushinta laskee, on mahdollista myös laskea tuotteen myyntihintaa. Myyntihinnan laskiessa alemmas, on suuremmalla osalla kuluttajista varaa hankkia haluamiensa tuotteita ja tällä on suora vaikutus ihmisten elämänlaatuun. Tuotantomäärän ollessa iso valmistetaan samanlaisia tuotteita suuri määrä. Kun tuotteet ovat samanlaisia on helpompi pitää laatu tasaisena. Näin ollen asiakkaat osaavat luoda tietyn tasoisia odotuksia tuotteille, kun tuotteet on valmistettu korkeiden standardien mukaisesti. Tuotteiden ollessa samanlaisia valmistetaan ne yleensä koneilla, ja koneiden tulos on hyvin tasalaatuista.

Kun tuotanto on konevalmistamista, on laaduntarkkailu yleensä systemaattista. Tämän ansiosta valmistusvirheet sekä laatuongelmat voidaan havaita. (GES 2022)

2.3 Massatuotannon haasteet

Massatuotantoon liittyy myös haasteita niin tuotannon aloitusvaiheessa kuin sen jatkuvuudessa. Kun tuotetta aletaan tuottamaan isommassa volyymissä, tarvitaan isoja investointeja, jotta saadaan tuotanto pyörimään. Massatuotetulle tuotteelle tulee olla riittävästi kysyntää, jotta sen jatkuva valmistaminen on kannattavaa.

Automaation ollessa osa tuotantoa, tarvitaan huomattava pääoma tuotannon aloitukseen. Näin ollen ainoastaan yritykset, joilla on riittävästi pääomaa investoida laitteistoon, voivat hyödyttää tuotannossaan automaatiota. Tekniikan koko ajan kehittyessä, päivittyvät myös laitteistot ja valmistustekniikat. Pysyäkseen mukana tekniikan kehityksessä ja uusimpien innovaatioiden kanssa, tulee laitteistoa päivittää ja parantaa jatkuvasti. Investoinnin tarve voi ilmaantua esimerkiksi uusien valmistukseen liittyvien säädösten myötä. Säädökset voivat asettaa uusia vaatimuksia valmistusmenetelmään. Koska massatuotannossa valmistetaan tuotteita, jotka poikkeavat toisistaan hyvin vähän, on myös tuotteiden valmistamisprosessi toistuvaa ja samanlaista. Tämän vuoksi tuotantoon voi olla vaikeaa saada työntekijöitä, tai ainakin pitkäaikaisia työntekijöitä. Massatuotantolaitoksilla on tämän takia tavallista suurempi henkilöstön vaihtelu. (CFI 2022)

3 MASSARÄÄTÄLÖINTI

Massatuotannossa valmistetaan tuotteita, jotka eivät poikkea toisistaan huomattavasti. Teollisuudessa on massaräätälöintiä otettu käyttöön löytääkseen enemmän asiakkaita hieman vaihtelevilla tuotteillaan.

Massatuotannon eräänlaisena esi-isänä voidaan pitää 'Fordismia', jonka kehitti Henry Ford, ja Fordismia on tämän jälkeen kehitelty laajasti (Williams et al. 2016). Massatuotannosta on kehitetty suuri määrä erilaisia variaatioita. Variaatioita löytyy eri teollisuuden aloille ja niitä usein sovelletaan tarpeen mukaan. Variaation valintaan vaikuttaa suuresti tuotettavan tuotteen valmistusmäärä sekä valmistusmenetelmä.

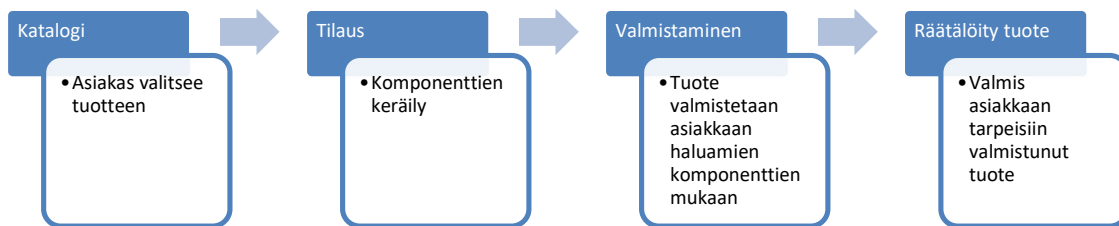
3.1 Massaräätälöinti

Massaräätälöinnillä tarkoitetaan ison määrän tuotteiden valmistusta, jotka kuitenkin ovat räätälöity tiettyä asiakasta tai asiakasryhmää varten. Räätälöintiin voidaan lukea esimerkiksi autoteollisuudessa autoon liittyvät lisävarusteet.

Massaräätälöinnissä on usein tuotesarja, joka sisältää hieman eri variaatioita tuotteen osalta. Iso hyöty saadaan tässä, kun runko on samanlainen mutta kokoonpantaessa se voidaan yhdistää eri osien, varusteiden tai muunlaisen tuotteeseen liittyvien moduulien kanssa.

Massaräätälöijien tuotteet ovat sellaisia, jotka ovat edullisia ja niistä löytyy tarpeeksi iso valikoima, jotta melkein jokainen löytää sellaisen tuotteen, jonka haluavat. (Sloan 1993)

Massaräätälöidyt tuotteet valitaan katalogista. Asiakas valitsee katalogista haluamansa tuotteen ja sen jälkeen se laitetaan tilaukseen. Tuotteen eri osat voivat olla komponentteina varastossa ja tilauksen perusteella aloitetaan räätälöidyn tuotteen kokoonpano. Varastossa olevien tuotteiden tai komponenttien määrää perustuu aiemmasta myynnistä saatuun dataan. (Dean et al. 2009) Kuvassa 1 on esitetty esimerkki räätälöidyn tuotteen tilausketjusta.



Kuva 1. Esimerkki massaräätelöidyn tuotteet tilausketjusta (mukaillen Dean et al. 2009).

4 MASSATUOTETTAVAN TUOTTEEN VAATIMUKSET

Massatuotetut tuotteet ovat yleensä hyvin samanlaisia, tai ainoastaan vähän toisistaan poikkeavia tuotteita. Tämän tarkoittaa sitä, että tuotteen, jota tuotetaan isoissa määrissä, tulee täyttää tiettyjä vaatimuksia. Vaatimukset voivat liittyä niin tuotteen muotoiluun, materiaalin valintaan tai tuotteen kokoonpanomahdollisuuksiin.

Kokoonpantava tuote voi sisältää ison määrän eri moduuleita, moduuleita voivat olla niin osakokoonpanoja kuin valmiita komponentteja. Moduuliin kuuluvia osia voidaan puhua komponentteina.

4.1 Tuoteperheet

Tuotteita, jotka on perustettu yhteiselle alustalle, mutta sisältävät toisistaan poikkeavia ominaisuuksia sekä toimintoja eri asiakkaiden vaatimusten mukaan, kutsutaan tuoteperheeksi (Meyer and Utterback 1992). Tuotteet perustuvat yhteen tuotealustaan, mutta niistä voidaan kokoonpanna erilaisia tuotekokonaisuuksia vaihtelevilla ominaisuuksilla, tätä kutsutaan tuotemoduloinniksi. Variaatiot tuoteperheen sisällä ovat vaihtelevia riippuen tuotettavasta tuotteesta. Yksi lähestymistapa tuoteperheen suunnitteluun on perustaa tuoteperhe modulaariseksi tuoteperheeksi (Simpson et al. 1999).

Tuoteperheen tuotteet kuuluvat samaan markkina-alueeseen, mutta sisältää eri variaatioita tällä alueella. Jotta tuoteperheestä saadaan mahdollisimman paljon irti, tarvitaan tietoa siitä mihin asiakkaat tarvitsevat tuotetta sekä miten sitä tullaan käyttämään. (Meyer and Utterback 1992)

Tuoteperheiden avulla saadaan tuotekohtaisia kuluja vähennettyä sekä tuotantolinjan valmistettavuutta parannettua (Ye and Gershenson 2008).

4.2 Tuotemodulointi

Moduuli on osa tuotetta, joka voi olla niin komponentteja, osia tai tuotteen fyysisiä elementtejä. Modulaarinen tuote on siis tuote, joka koostuu eri moduuleista (Bonvoisin et al. 2016). Modulaariset tuotteet sisältävät yleensä koottavia komponentteja vähemmän minkä takia niiden kokoonpano on halvempaa (Gershenson et al. 1999).

Eri moduulit sisältävät eri määrän komponentteja, niiden riippuvuus ja yhtäläisyys muihin komponentteihin, jotka eivät sisälly kyseiseen moduuliin ovat minimaaliset. Komponenttipuun avulla saadaan tehtyä tuotteesta yksityiskohtainen kuvailu. Komponenttipuu sisältää kaikki tuotteeseen kuuluvat komponentit ja osakokoonpanot, joista lopullinen tuote valmistetaan. Komponenttipuun avulla voidaan myös havainnollistaa osakokoonpanojen vuorovaikutuksia. (Gershenson et al. 1999)

4.3 Moduulien rajapinnat

Moduulien rajapinnat ovat niitä pintoja, joiden avulla moduulit yhdistetään toisiinsa. Jotta moduulien yhdistely on mahdollista, tulee moduulien rajapintojen sekä vuorovaikutukset rajapintojen välillä olla standardisoituja. Tämän avulla moduuleja saadaan yhdisteltyä toisten moduulien kanssa vaikeuksitta. (Miller and Elgård 1998)

Moduulien yhteensopivuus voidaan varmistaa luomalla yhteinen standardi kaikille tuotteille (Miller and Elgård 1998). Standardein avulla varmistutaan siitä, että moduulien rajapinnat voivat olla vuorovaikutuksessa toisten moduulien kanssa. Moduulien rajapintojen avulla tuotteita voidaan esimerkiksi kiinnittää toisiinsa kiinni.

Kun rajapinnat ovat standardisoituja ja perustetaan uusien tuoteperheen tuotteiden suunnittelu näiden varaan, varmistutaan että komponenttien käyttö maksimoidaan eikä komponenttien määrä pääse kasvamaan liian suureksi.

5 MASSATUOTETTAVAN TUOTTEEN PAKKAAMINEN

5.1 Pakkaaminen

Pakkaaminen nähdään kustannuksia lisäävänä toimenpiteenä, tämä voi olla jopa tuhoisan kallista liiketoiminnan kannalta. Vaikka pakkaaminen on kustannuksia lisäävä toimenpide, jätetään se kuitenkin usein huomiotta, koska sen vaikutus logistisiin prosesseihin on epäsuoraa. (Azzi et al. 2012)

Pakkauksella on suuri vaikutus ostopäätökseen, ainakin tavarataloissa jopa kaksi kolmasosaa ostopäätöksistä tehdään pakkauksen perusteella. On siis pohdittava monia osatekijöitä, kun mietitään tuotteen pakkaamista. (Azzi et al. 2012)

Kun tuotteen pakkausta aletaan suunnittelemaan, tulee ottaa huomioon monia tekijöitä pakkauksen kannalta. Näihin tekijöihin kuuluu tiedon välittäminen, käytettävyys sekä suojaaminen. Tiedon välittämistä on pakkauksessa olevat logot, varoitukset sekä tiedot tuotteesta. Käytettävyyttä helpottavat tekijät helpottavat tuotteet käsittelyä, säilöntää sekä käyttöönottoa pakkauksen kannalta. Suojaamisessa tulee ottaa huomioon, että tuote on pakkauksessa suojassa ympäristöltä. (de La Fuente and Mart Inez Rodriguez n.d.)

5.2 Pahvipakkaus

Pahvi on laajasti käytetty pakkausmateriaali, koska se on kustannustehokas, se antaa tuotteille hyvän suojan, ne ovat monipuolisesti käytettävissä ja ne ovat myös ympäristöystävällisiä. Pahvista on mahdollista tehdä isoja määriä erilaisia pakkauksia. Pahvipakkauksia voidaan käyttää monien erilaisten tuotteiden lähettämiseen, niin kemikaalia sisältäviä lähetyksiä kuin yksittäistuotteita. (ITP 2022)

6 VARASTONHALLINTA

Massatuottamisen yhtenä olennaisena osana on varastoiminen ja sen oikeanlainen hallinta. Tuoteperheen laajentuessa, lisääntyy usein varastossa olevien komponenttien määrä. Materiaalivaraston kasvaessa suureksi, tulee ajankohtaiseksi alkaa analysoida varastoa erilaisin menetelmin. Yksi menetelmä analysoida nimikkeitä on ABC-analyysi.

6.1 ABC-analyysi

ABC-analyysi on yleisesti käytössä oleva metodi, jonka avulla asetetaan nimikkeet A, B ja C ryhmään. A ryhmä on erittäin merkittävä, B ryhmä on merkittävä ja C ryhmä on vähiten merkittävä. Ryhmäjako varastotuotteiden osalta tapahtuu perinteisesti rahamääräisen vuotuisen myynnin perusteella. (Chu et al. 2008)

Analyysi perustuu Pareton periaatteeseen. Pareto oli italialainen filosofi, joka tutki varallisuutta ja ajatteli että pieni osa ihmisistä omistaa suurimman osan varallisuudesta. Tutkimuksissa Pareto tuli siihen tulokseen että 80 % omaisuudesta oli 20 % väestön omistuksessa. Tätä kutsutaan myös 80–20 ilmiöksi. Kun varastoja on tarkasteltu tarkemmin, on huomattu, että kyseinen ilmiö voidaan havaita varastoissa. Tämä tarkoittaa, että pieneen osaan nimikkeistä kohdistuu suurin osa kustannuksista. Kun varastossa 80 % kustannuksista tulee 20 % nimikkeistä, tulee myös huomioida, että tähän 20 % tulee myös kohdistaa 80 % huomiosta. (Tanwari et al. n.d.)

6.2 Luokittelun tunnusluvut

ABC-analyysi on helppokäyttöinen sekä yksinkertaisesti ymmärrettävissä. On myös tavallista, että luokittelun perustana on vain yksi osatekijä, kuten nimikkeen ostohinta. On kuitenkin kehitetty periaatteita, joiden avulla saadaan otettua huomioon useita eri osatekijöitä luokitteluun. Tärkeitä analyysissä huomioon otettavia osatekijöitä voivat olla varastointikustannukset, kriittisyys, läpimenoaika, kysyntä sekä tilauskoon vaatimukset. (Ng 2007)

6.3 Nimikkeiden ryhmittely

Nimikkeet jaetaan perinteisesti kolmeen ryhmään valittujen tekijöiden perusteella. A-ryhmään kuuluu 15–20 % nimikkeistä mutta ovat arvoltaan 80 % varaston arvosta. B-ryhmään kuuluu noin 30–35 % nimikkeistä ja ovat arvoltaan noin 15 % varastosta. C-ryhmään kuuluu 50 % nimikkeistä, mutta ovat arvoltaan vain 5 % varastosta. Kun ryhmittely on tehty, voidaan tulosten perusteella panostaa enemmän isompaa arvoa omaaviin tuotteisiin. (Rusănescu 2014)

Ryhmittelyn päätarkoituksena ei ole päästä tietyn ryhmän marginaaliprosenttiyksikön sisään, vaan ennemminkin ajatella nimikkeen arvoa. On kuitenkin havaittu, että ryhmien luokittelu on hyvin lähellä todellista esiintymää. (Chu et al. 2008)

6.4 Laskenta

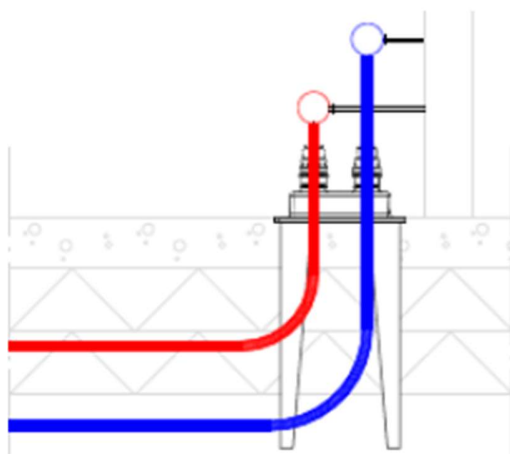
Laskenta ABC-analyysin tulokset ovat riippuvaisia siitä mitä osatekijöitä otetaan laskennassa huomioon. Kun laskentaperusta on valittu, järjestellään tuotteet valitun osatekijän mukaisesti laskevaan suuruusjärjestykseen. Laskenta suhteutetaan valitun kriteerin kokonaissummaan, joten yhteissumma tulee myös laskea. Loppulaskennassa lasketaan prosentuaalisia tuloksia, esimerkiksi ryhmä A on 15–20 % nimikkeistä. (Logistiikan maailma 2022)

7 TULVARI MUOVIKAUKALOIDEN TUOTANTO

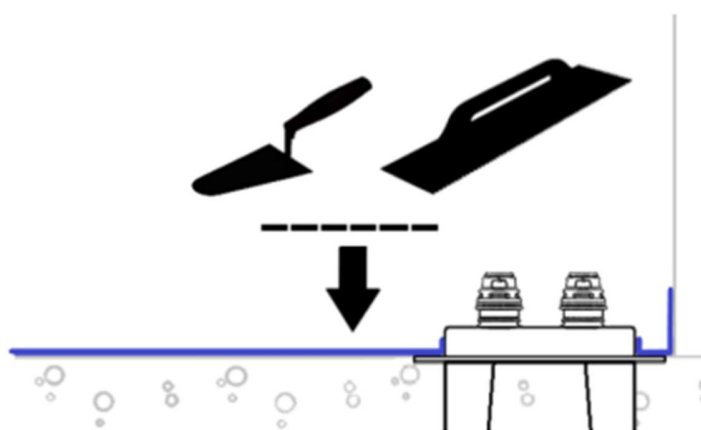
Tulvarin muovikaukalot toimivat asennuksen jälkeen suojakaukaloina. Suojakaukalot asennetaan ennen lattiavalua, niin että suojakaukalon avulla käyttövesiputket tuodaan LVI-suunnitelman mukaisille paikoille. Suojakaukalo toimii asennussapluunana, joka asettaa putket jakotukin edellyttämään järjestykseen. Suojakaukalon avulla nopeutetaan myös jakotukin asennusta sekä saadaan putkien juurista vesitiiviit suojakaukalon tiivisteiden avulla. Suojakaukalo toimii vedeneristeenä ja korokevaluna jakotukin alla. Suojakaukalon ympärille on helppo viimeistelyvaiheessa asentaa lattiamateriaali. (Tulvari 2022)

Mikäli käyttövesiputkien asennus tehdään ilman suojakaukaloa ja halutaan siisti lopputulos, joudutaan putkille tekemään valun ajaksi teline, jotta putket asemoituvat LVI-suunnitelman mukaisille paikoille. Valun jälkeen tehdään putkille korokevalu, joka sisältää kaadon niin että mahdollinen vuoto valuu näkyvälle puolelle, eikä se pääse valumaan rakenteisiin. Korokevaluun asetetut putket tulee myös eristää. Ilman suojakaukaloa on käyttövesiputkien asentaminen työlästä.

Kuva 2 esittää Tulvari 200 suojakaukalon detaljikuvan. Kuva 3 esittää Tulvari suojakaukalon viimeistelyvaiheen.



Kuva 2. Tulvari 200 ennen lattiavalua (Tulvari 2022).



Kuva3. Tulvari 200 asennettuna (Tulvari 2022).

7.1 Muovikaukaloiden tuotanto

Muovikaukalot kokoonpannaan Kempeleessä Tulvarin tehtaalla kokoonpanolinjastolla. Kokoonpano on ihmistyötä, jossa työntekijä kokoonpanee osakokoonpanot ja tämän jälkeen kokoaa tuotteen eri moduulit pahvilaatikoihin. Lopullisia tuotteita ovat pahvilaatikoihin kasatut moduulit. Tulvarilta tuotteet lähetetään tehtaalta tukkureille, rautakaupoille sekä muille asiakkaille.

Lopullinen Tulvarilta valmistunut tuote sisältää tarvittavan muovikaukalon asennusta varten. Osat ovat: tiivisteet, suojakaukalo, maatuet, tarvikepussi ja asennusohje. Lopullinen tuote on pakattu brändimäiseen pahvilaatikkoon. Kuvassa 4 nähdään Tulvari 200 pakkaus.



Kuva 4. Tulvari 200 pakkaus.

Moduulit koostuvat niin komponenteista sekä osakokoonpanoista. Tulvarin tuotteiden osalta moduulien sisäistä vaihtelua tarkastellaan lähemmin moduulimatriisien avulla.

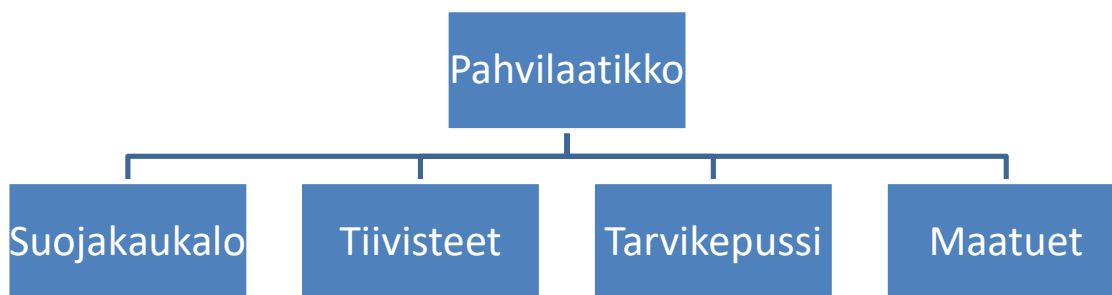
7.2 Tulvari muovikaukalojen tuoteperheestä

Tulvari muovikaukaloita on alettu kehittämään 90-luvulla. Alkuun tuotteita on ollut muutamia ja toiminta on keskittynyt omakotitalomarkkinoille pienemmässä mittakaavassa. Ajan saatossa tuotteita on kehitetty uusien tarpeiden tullessa ilmi. Toiminta on kasvanut vuosien aikana entistä suuremmaksi. Tämän vuoksi tuotteiden määrä on kasvanut ja varastoitavan tavaran määrä on kasvanut.

Kun uusia tuotteita on kehitetty, on pyritty hyödyntämään jo olemassa olevia ratkaisuja. Tämä ei välttämättä ole kaikkien tuotteiden kohdalla mahdollista, erityisten vaatimusten tai ominaisuuksien takia.

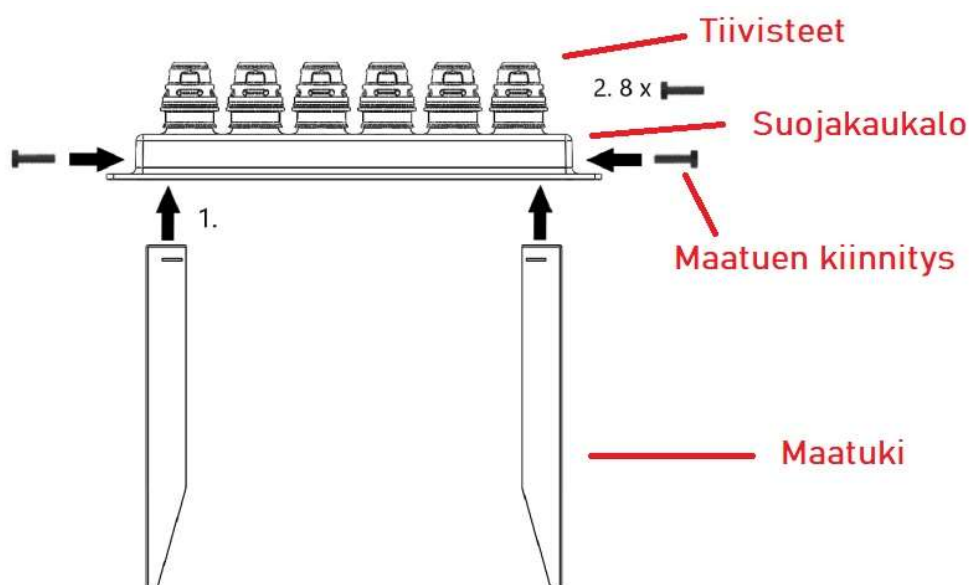
7.3 Tulvari muovikaukalo tuoteperheen moduulit

Tulvarin muovikaukalot koostuvat pääosin neljästä eri moduulista. Neljä eri moduulia ovat: suojakaukalo, tiivisteet, jalat sekä tarvikepussi. Kuvassa 5 on esitetty kaaviomuodossa tuotteen eri moduulit.



Kuva 5. Tulvari muovikaukalon moduulit.

Tuotteiden perustana on eri moduulien yhdistely asennusvaiheessa. Kuvassa 6 näkyy Tulvari 150 kaukalo, joka sisältää kuvan 5 mukaiset neljä moduulia. Moduulit ovat: suojakaukalo, tiivisteet, maatuon kiinnitystarvikkeet sekä maatuet.



Kuva 6. Tulvari muovikaukaloiden moduulien yhdistämisperiaate (mukaillen Tulvari 2022).

Tuoterakenteet on suunniteltu tukemaan massatuotantoa. Kaikissa tuotteissa on pyritty hyödyntämään samoja komponentteja. Kun useassa tuotteessa hyödynnetään samoja komponentteja, pysyy komponenttien määrä maltillisena.

7.3.1 Suojakaukalo

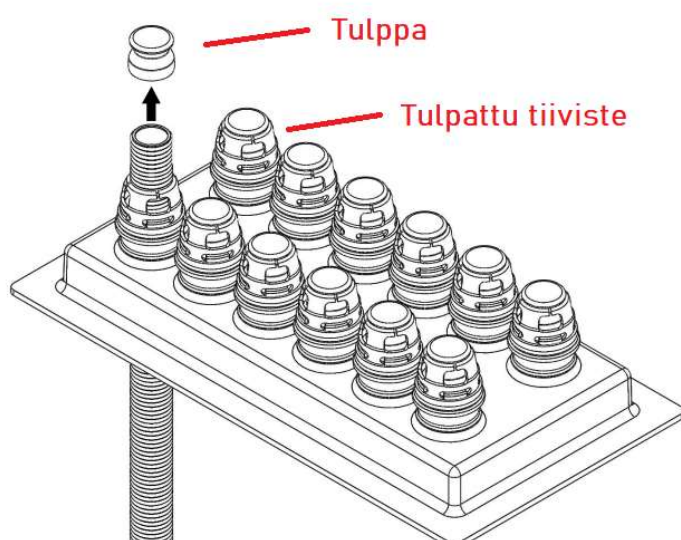
Suojakaukalo itsessään on tuotteen perustana. Suojakaukalon avulla putkien paikat ovat ennalta määritettyinä. Suojakaukalo on päämoduuli tuotteessa, johon muita osia kiinnitetään, niin kokoonpanolinjastolla kuin kaukalon lopullisessa asennusvaiheessa.

Jokainen tarkasteltava tuoteperheen tuote sisältää erillisen suojakaukalon. Kaikissa suojakaukaloissa olevat tiivisteiden kiinnityskohdat ovat standardisoituja tietyille tiivisteille. Suojakaukalot valmistetaan alihankkijan toimesta. Alihankkija tekee myös tarvittavat reiät sekä työvaiheet kaukaloon.

7.3.2 Tiivisteet

Tiivisteiden avulla saadaan tiivistettyä käyttövesiputkien juuret. Tiivisteet asennetaan suojakaukaloon kokoonpanolinjastolla, tällä helpotetaan asiakkaan asennusaikaa sekä vältetään väärinasennuksia. Tiivisteet ovat suunniteltu niin että tiivisteet ovat yhteensopivia kaikkien tuotteiden kanssa.

Eniten käytetty tiiviste koostuu kahdesta osasta. Ensimmäinen osa asennetaan muovikaukalon muovitutin ympärille niin että siitä tulee tiivis. Tämän jälkeen tiivisteeseen sisälle suihkutetaan liukastavaa voidetta, jolloin saadaan asennettua tiivisteeseen sisälle menevä tulppa. Kuvassa 7 on esitetty tiivistetty suojakaukalo, johon on viety suojaputki tiivisteiden läpi.



Kuva 7. Tulvari 25/28 ja tulppa (mukaillen Tulvari 2022).

Tiivisteitä löytyy eri tarkoituksiin ja eri kokoisille putkille tarkoitettuja. Taulukossa 2 nähdään tiivisteiden käyttö Tulvarin tuotteissa. Taulukosta nähdään, että tuotteet ja tiivisteet on suunniteltu niin että tiivisteet ovat yhteensopivia tuoteperheen tuotteiden kanssa.

Taulukosta 2 käy ilmi että 25/28 tiiviste on käytössä useimmissa tuotteissa. 25/28 tiiviste on 25 mm tai 28 mm käyttöveden suojaputken tiivistykseen suunniteltu tiiviste. Suojakaukalon ja tiivisteiden rajapinta on standardisoitu niin että sitä on mahdollista käyttää kaikissa käyttövesi tuotteissa. 25/28 tiiviste on Tulvarin itse suunnittelema tiiviste, jota käytetään suojakaukaloiden lisäksi muihin yrityksen valmistamiin tuotteisiin.

Taulukosta 2 käy myös ilmi, että on joitakin tiivisteitä, joita käytetään ainoastaan yhteen tuotteeseen. Näitä tiivisteitä ovat: porrastiiviste, leikattava 25–68, leikattava 12–50, 650 jälkivalutulppa, 1400 jälkivalutulppa ja 32 mm kartiotulppa. Näistä tiivisteistä porrastiiviste, leikattava 25–68 ja leikattava 12–50 on Tulvarin itse suunnittelema tiivisteitä.

Taulukon 2 mukaan voi tulkita, että leikattava 25–68 sekä leikattava 12–50 olisi tiivisteitä, joiden käyttö olisi vähäistä. Näiden kahden tiivisteiden käyttö painottuu suurimmaksi osaksi muihin tuotteisiin. Porrastiiviste on ainoa itse suunniteltu tiiviste, jonka käyttö on vähäistä. Porrastiivistettä on myös aiemmin käytetty paljon muissa tuotteissa, mutta tiivisteiden päivytyksen jälkeen on kyseisen tiivisteiden käyttö vähäistä. Porrastiivisteiden käyttö Tulvari 1400 perustuu siihen, että tähän tuotteeseen asennetaan käyttövesijakotukkien lisäksi lattialämmitysjakotukit.

650 jälkivalutulppa, 1400 jälkivalutulppa ja 32 mm kartiotulppa on valmiita standardisoituja yleisessä käytössä olevia tiivisteitä. Nämä tiivisteet ovat niin vähäisellä käytöllä, että ei ole nähty järkeväksi suunnitella omaa tiivistettä näiden tilalle.

7.3.3 Tarvikepussi

Tuotteet sisältävät tarvikepussit, joiden avulla saadaan muun muassa kiinnitettyä maatuet suojakaukaloon kiinni. Taulukossa 3 on esitetty tutkimukseen sisältyvien tuotteiden tarvikepussien komponentit.

Suojakaukalot, joihin sisältyy tiivistysteippiä, ovat sellaisia tuotteita, joiden läpi on mahdollista tuoda myös muutakin putkea kuin tiivisteiden määrittämää putkea. Tiivistysteipin avulla tiivistetään putken ja suojakaukalon juuren väli.

Riippuen tuotteen asennustavasta sisältää tarvikepussi ruuveja, seinätulppia tai muita asennukseen tarvittavia komponentteja. Esimerkiksi Tulvari 560 on mahdollista asentaa joko maatumien avulla tai vaihtoehtoisesti kattoon kiinnittämällä. Molempiin asennustapoihin tarvittavat komponentit on sisällytetty tarvikepussiin. Kattoon kiinnityksessä käytetään taulukossa 3 näkyviä kuusiokantaruuvi M8x12, ruuveja 6x60 sekä kulmapaloja. Kun tuote asennetaan maatumien avulla, kiinnitetään maatuet kaukaloon porakärkiruuvien avulla ja tarvittaessa käytetään tukemiseen maatumien lipareita.

Kuten taulukosta 3 selviää, sisältyy kaikkiin Tulvarin tuotteisiin karkki. Tarvikepusseihin lisättiin aikoinaan messuilta yli jääneitä karkkeja 2 kpl. Kun messuilta yli jääneet karkit olivat loppuneet, alkoi asiakkailta tulla palautetta karkkien puuttumisesta. Palaute tuli perille, ja tämän jälkeen Tulvarin tuotteet ovat sisältäneet 2 kpl karkkia.

7.3.4 Maatuet

Taulukossa 4 on esitetty muovikaukaloiden maatumien käyttöä eri tuotteissa. Taulukosta, että maatumia on useita. Maatumien kiinnitys on standardisoitu käyttövesikaukaloiden osalta, mutta eri tuotteiden kantavuusvaatimuksien sekä kokoluokan mukaan on niin Tulvari 150 ja Tulvari 600 kaukaloissa omat maatuet. Tulvari 600 maatumen tulee kestää lämminvesivaraajan paino, ja sen vuoksi tuotteelle on kehitetty oma maatuki ainoastaan tätä tuotetta varten.

Taulukkoa 3 ja 4 analysoimalla nähdään, että tuotteet, joihin sisältyy maatuki 1 mm, maatuki 3 mm tai 560 maatuki sisältää niin porakärkiruuvi kuin maatumien lipareet. Näissä tuotteissa on siis käytetty hyväksi rajapintojen standardisointia, koska komponentit olisivat myös yhteensopivia toistenkin tuotteiden kanssa.

Teknisen tilan ja lämpöpumppujen alustoissa tuennan täytyy olla kestävämpää kuin käyttövesikaukaloissa. Kun kaukalon päälle tulee painoa enemmän, tulee kestävyys olla paremmalla tasolla. Kuten Tulvari 650 ja Tulvari 680 asennetaan suoraan valun päälle, jolloin maatumia ei tarvita lainkaan.

Teknisen tilan lattialle asennettavan Tulvari 1400 maatuet on kasattu komponenteista. Tässäkin tapauksessa maatuet jäävät itsessään valun tai ontelolaatan alle, mutta niiden tulee kantaa suojakaukalon kehikon painoa.

7.3.5 Pakkaukset

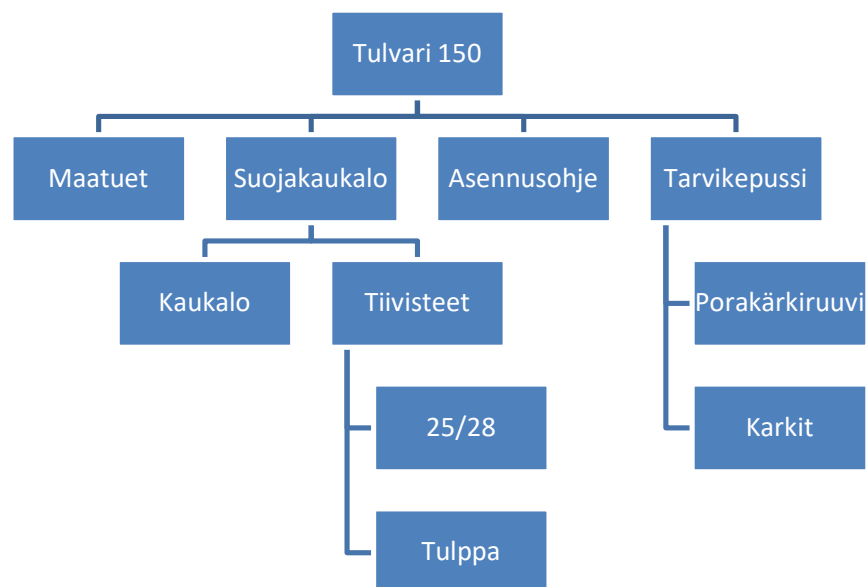
Kaikki Tulvarin muovikaukalo tuoteperheeseen kuuluvat tuotteet pakataan brändinomaiseen pakkaukseen. Brändimäinen pakkaus on valmistettu pahvista sekä sisältää mittakuvia tuotteesta, yritystiedot sekä pakkauksen sisällön. Kuvassa 4 näkyy Tulvari 200 pakkaus.

Koska tuotesarja on kohtalaisen iso ja kokoluokka eri muovikaukaloissa vaihtelee, on haastavaa saada eri tuotteita samaan pahvilaatikkoon. Taulukossa 5 on eritelty eri tuotteiden pahvipakkaukset. Taulukosta selviää, että pahvien lukumäärä on melkein yhtä suuri kuin itse tuotteiden lukumäärä. Pakkauksien koon vaihdellessa isosta pieneksi on haasteellista suunnitella pakkausta, johon voisi sisällyttää useamman tuotteen. Tulvari 350/600 ja 680/720 pahveissa on hyödynnetty tuotteiden yhteen pakkaamista, ja tällä tavalla saatu laskettua erillisten pakkauksien määrää.

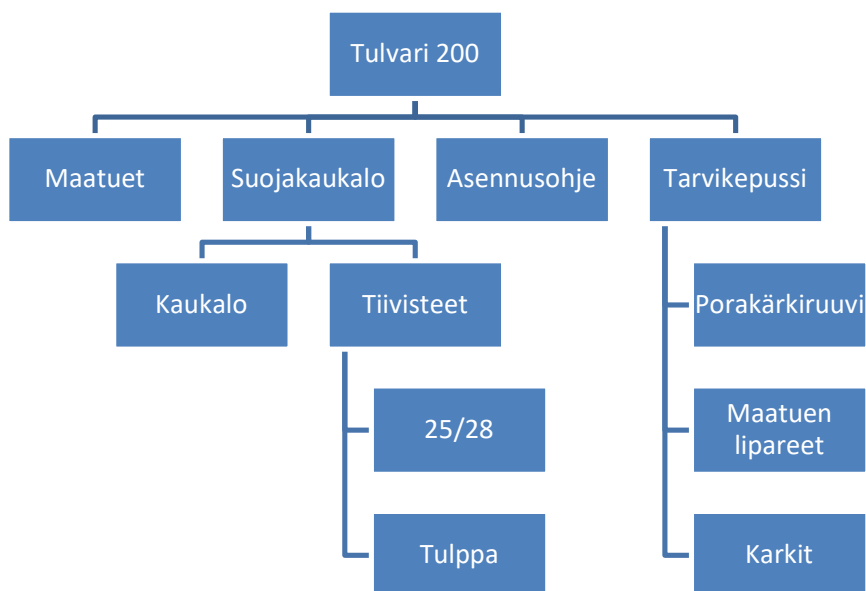
8 TULVARI TUOTTEIDEN KOMPONENTTIPUUT

Tässä kappaleessa esitellään Tulvarin tuotteiden komponenttipuut.

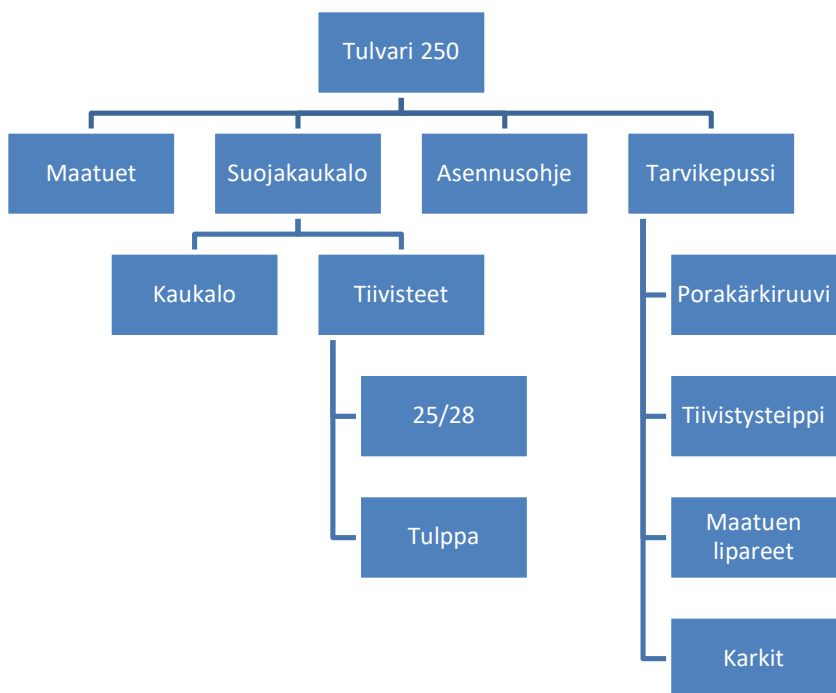
8.1 Tulvari 150 komponenttipuu



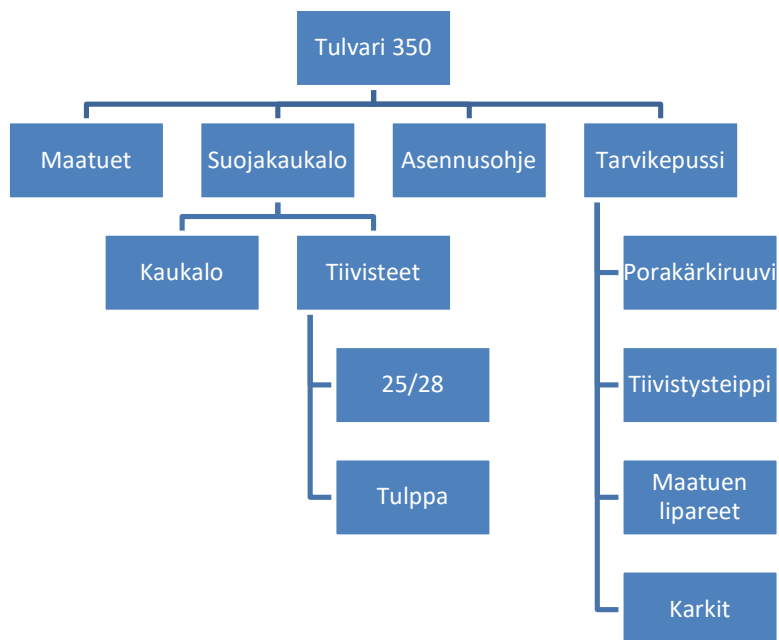
8.2 Tulvari 200 komponenttipuu



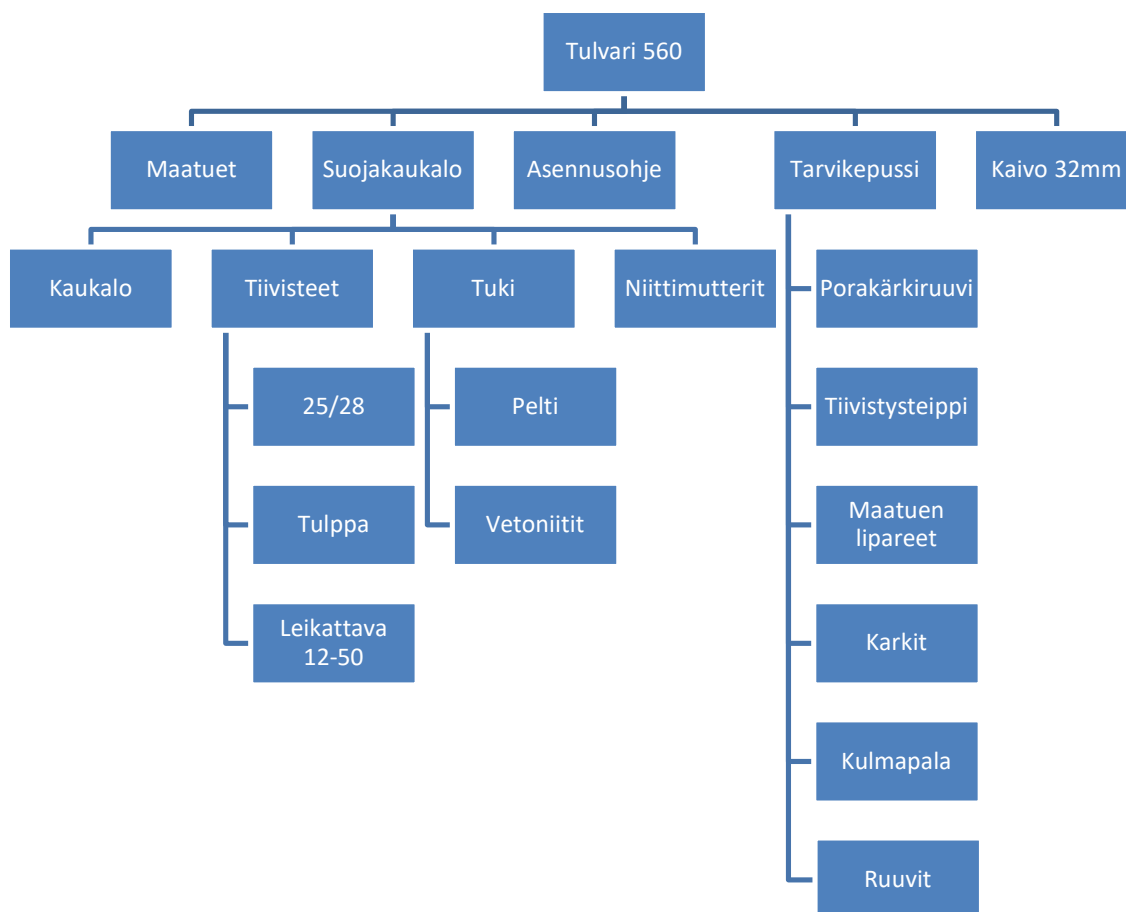
8.3 Tulvari 250 komponenttipuu



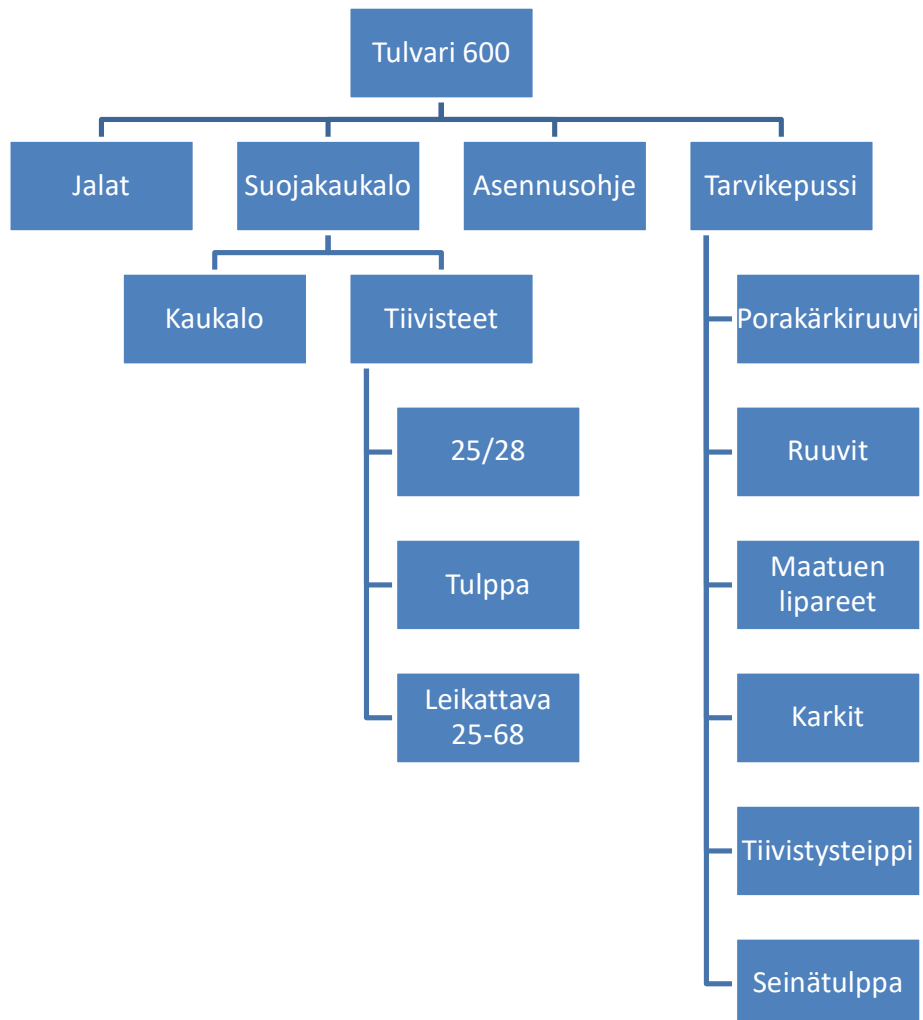
8.4 Tulvari 350 komponenttipuu



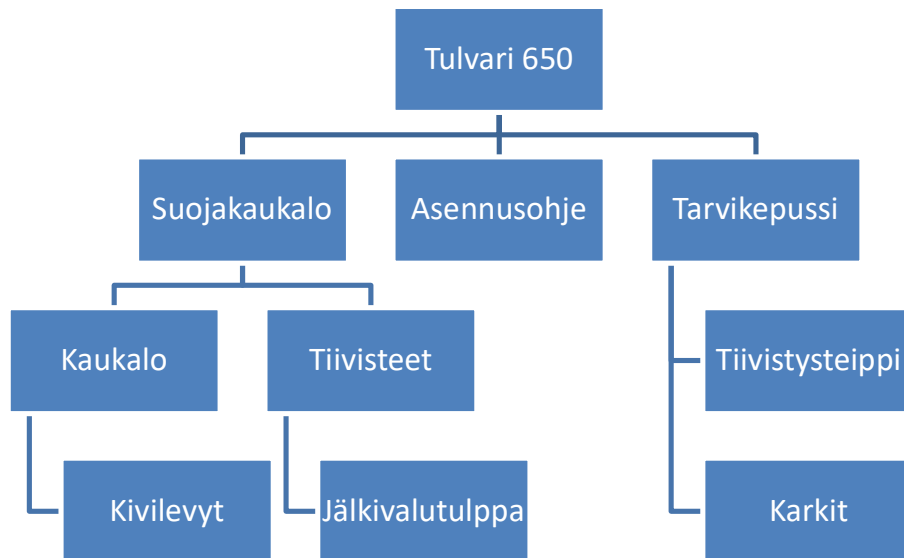
8.5 Tulvari 560 komponenttipuu



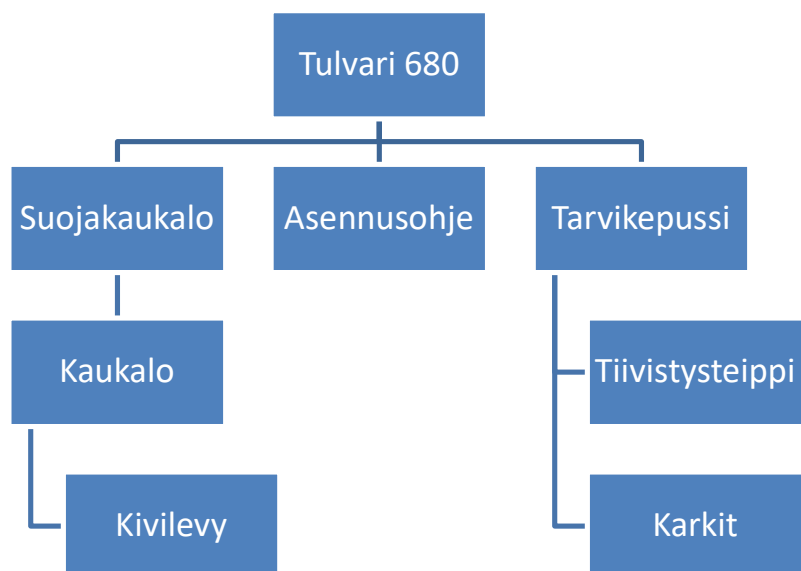
8.6 Tulvari 600 komponenttipuu



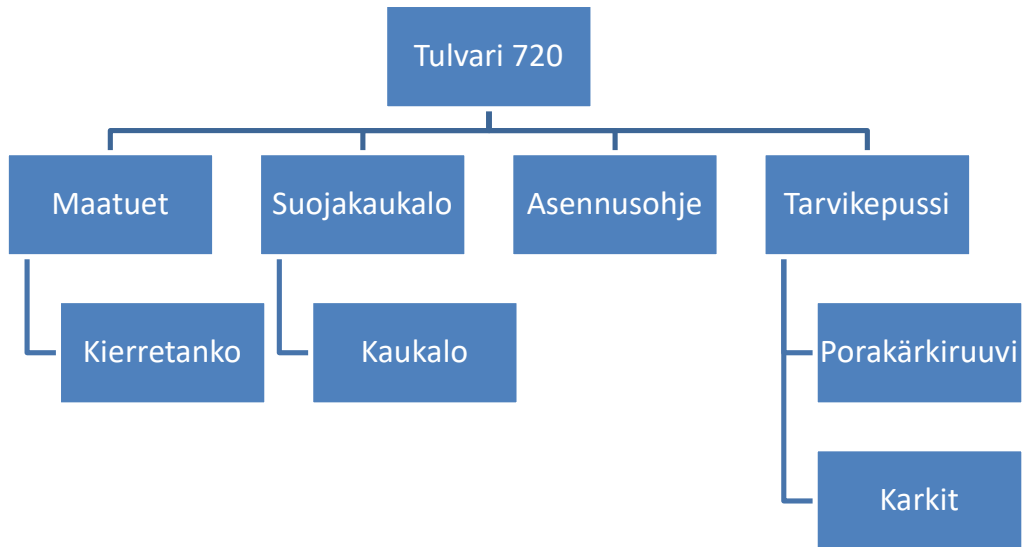
8.7 Tulvari 650 komponenttipuu



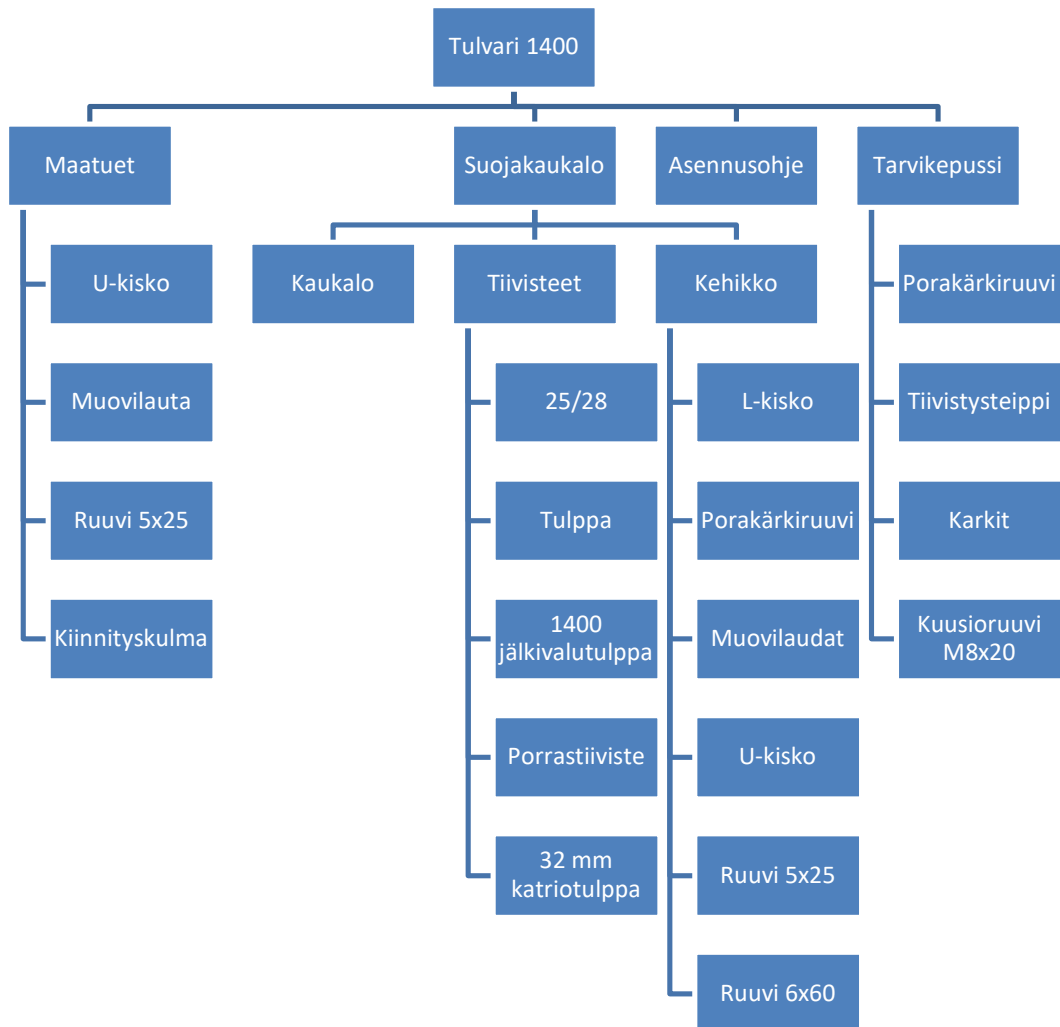
8.8 Tulvari 680 komponenttipuu



8.9 Tulvari 720 komponenttipuu



8.10 Tulvari 1400 komponenttipuu



9 SUUNNITTELEMINEN TULVARIN MUOVIKAUKALO TUOTEPERHEESEEN

Tässä kappaleessa käydään läpi ne osatekijät, jotka tulee ottaa huomioon, kun suunnitellaan uutta tuotetta Tulvarin muovikaukalo tuoteperheeseen. Kun nämä osatekijät otetaan huomioon, saadaan uuden tuotteen modulaarisuutta tuoteperheen kanssa kasvatettua.

9.1 Tiivisteet

Jotta muovikaukalo olisi yhteensopiva tuoteperheeseen, tulee huomioida valmiina olevien tiivisteiden käyttö kaukalossa. Muovikaukalon sisältäessä läpivientejä, joita ei saada tiivistettyä jo olemassa olevilla tiivisteillä, voidaan tiivistämiseen käyttää myös muissa muovikaukaloissa käytettyä tiivistysteippiä.

9.2 Maatuki

Käytössä olevilla maatuilla on vakioidut kiinnitysreiät muovikaukaloissa. Jos uusi tuote sisältää maatuet, tulee ensisijaisesti käyttää jo olemassa olevia komponentteja. Tämä tarkoittaisi maatukien osalta jo olemassa olevien maatukien sekä kiinnitystavan käyttöä.

9.3 Tarvikepussi

Kun maatukien kiinnitystapaa suunnitellaan, voidaan käyttää jo olemassa olevaa tapaa kiinnittää maatuet. Tällöin tarvikepussin sisältö olisi kiinnityskomponenttien kohdalta jo olemassa olevien tuotteiden kanssa vastaava.

Mikäli muovikaukalon läpiviennit sisältävät vakioista poikkeavia putkikokoja, lisätään tällöin myös tarvikepusseihin tiivistysteippiä.

9.4 Tuotekehitys

Kun suunnitellaan ja kehitetään tuoteperhettä, on myös tärkeää ottaa huomioon tuotteen uudistaminen. Tuotekehityksen kannalta on tärkeää, että modulaarisuutta ja komponentteja tarkastellaan uusien kehitysideoiden kannalta. Tämän avulla voidaan myös kyseenalaistaa valitut menetelmät ja etsiä uusia vaihtoehtoisia toteutustapoja

10 ABC-ANALYYSI

Tulvari muovikaukalon tuoteperhe koostuu useista eri tuotteista. Tässä ABC-analyysissä otetaan huomioon muovikaukaloissa käytettyjä komponentteja. Laskenta perustuu Tulvarin toiminnanohjausjärjestelmästä saatuihin hinnoitteluihin sekä menekkeihin.

10.1 Nimikkeet

Nimikkeet on koottu komponenttipuiden perusteella, sekä tarkistettu Tulvarin toiminnanohjausjärjestelmästä. Nimikkeisiin kuuluu kaikki nimikkeet, jotka tarkasteltavan tuotteet sisältävät.

10.2 Laskenta

Laskennan perustana on käytetty vuoden 2021 menekkiä tarkasteltavien tuotteiden osalta. Vuoden menekin avulla saatiin laskettua vuoden aikana käytettyjen komponenttien määrä. Kun määrä oli laskettu, saatiin laskettua vuoden aikana komponentteihin käytettyjen kustannusten määrä.

Kokosin exeliin taulukon, jossa on eriteltynä jokaiseen tuotteeseen kuuluvat komponentit, komponenttien ostohinnat ja tuotteiden vuosittaisen menekin. Tämän datan avulla saatiin laskettua jokaisen tuotteen eri komponentin vuosittaiset kustannukset. Lopuksi kokosin näistä yhden taulukon ja lisäksi samojen komponenttien kustannukset yhteen.

10.3 Laskennan tulos

Analyysissä nimikkeet jaoteltiin kolmeen ryhmään, A-, B- ja C-ryhmään. A-ryhmä sisältää komponenttien kustannuksista 80 %. B-ryhmä sisältää seuraavat 15 % kokonaishinnasta ja viimeiset 5 % kuuluu C-ryhmään.

Taulukko 1. ABC-analyysin tulos.

Ryhmä	Arvo	Määrä	Osuus nimikkeistä
A	80 %	15	19 %
B	15 %	20	26 %
C	5 %	43	56 %

Taulukosta 1 huomataan, että varasto seuraa Pareton 20/80-periaatetta, 19 % nimikkeistä muodostaa 80 % arvosta. Tämä ilmiö on usein havaittavissa myös muuallakin. Kun B- ja C-ryhmää tarkastellaan, omaavat myös ne ABC-analyysille tutut piirteet. B-ryhmä on kooltaan 26 % nimikkeistä ja on arvoltaan 15 %. C-ryhmä on määrältään suurin eli siihen kuuluu 56 % nimikkeistä ja on arvoltaan 5 %.

10.4 A-ryhmä

A-ryhmään kuuluu yksikköhinnaltaan vaihtelevia tuotteita, ryhmä koostuu yhteensä 15 eri komponentista. Ryhmä koostuu suurimmaksi osaksi suojakaukaloista, mitkä ovatkin yleensä kalleimpia osia tuotteissa. Kun tarkastellaan A-ryhmää ja modulaarisuusmatriiseja, huomataan että komponentit, joita käytetään useassa tuotteessa kuuluvat A-ryhmään. Tällaisia komponentteja ovat tiivisteiden osalta 25/28 ja tulppa ja tarvikepussien osalta tiiviste teippi.

A-ryhmään kuuluu maatukien osalta 1 mm maatuki, 3 mm maatuki sekä 560 maatuki. Tästä voidaan päätellä että 1 mm maatuki kuuluu A-ryhmään siitä syystä, että sitä käytetään useassa tuotteessa ja 3 mm maatuki on kallis yksikköhinnaltaan sen aiheuttamien vaatimusten kannalta.

10.5 B-ryhmä

B-ryhmä on 15 % arvosta, ja siihen kuuluu yhteensä 20 nimikettä. B-ryhmä koostuu suurimmaksi osaksi yksinkertaisista komponenteista, joiden yksikköhinta ei ole iso tai niitä ei käytetä monessa tuotteessa. B-ryhmään kuuluu niin pahveja, kivilevyjä, ruuveja ja tiivisteitä.

Tulvari 1400 esiintyviä komponentteja voidaan isoksi osaksi nähdä B-ryhmässä. 8 komponenttia, jota käytetään Tulvari 1400 kasaamiseen löytyy B-ryhmästä. Tästä voidaan päätellä että, koska vuositasolla Tulvari 1400 menekki ei ole kovinkaan suuri, on tämän tuotteen komponentit kalliita muihin tuotteisiin nähden.

Tulvari 200, Tulvari 560, Tulvari 650, Tulvari 680/720 pahvit kuuluvat B-ryhmään. 680/720 pahvin menekki vuoden aikana on ainoa, joka on alhainen muihin B-ryhmään kuuluviin pahveihin verrattessa. Kyseisen pahvin päivittäminen olisi analyysin mukaan ajan tasalla. Pahvin uudistamisessa tulisi myös kiinnittää huomiota muihin B-ryhmään kuuluvien pahvien yhdistämiseen.

10.6 C-ryhmä

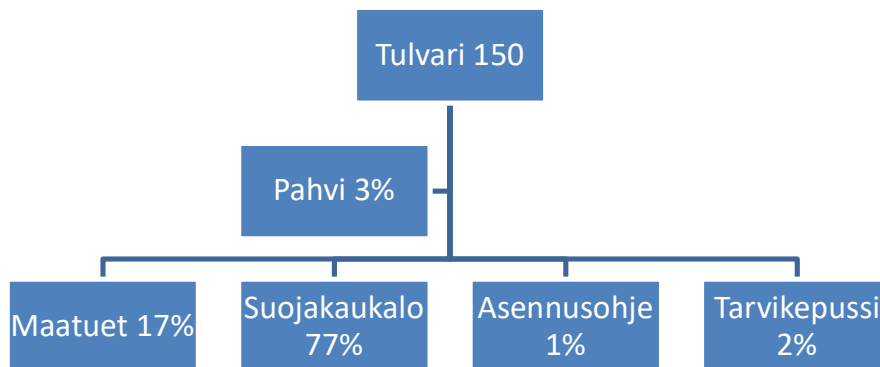
55 % nimikkeistä, eli 43 nimikettä kuuluu C-ryhmään. C-ryhmä muodostuu suurimmaksi osaksi edullisista komponenteista, kuten ruuvit, teipit, tulpat, karkit, asennusohjeet ja pahvit.

C-ryhmässä esiintyy sellaisia nimikkeitä, joita nähdään modulaarisuusmatriiseissa ainoastaan yhden tuotteen kohdalla. Tällaisia nimikkeitä ovat leikattava 12–50, 650 tulppa, seinätulppa, ruuvi 4x40 sekä kuusioruuvi m8x20. Mikäli nimikkeiden määrää halutaan vähentää ovat nämä nimikkeet sellaisia, joita kannattaisi ensimmäisenä lähteä tarkastelemaan.

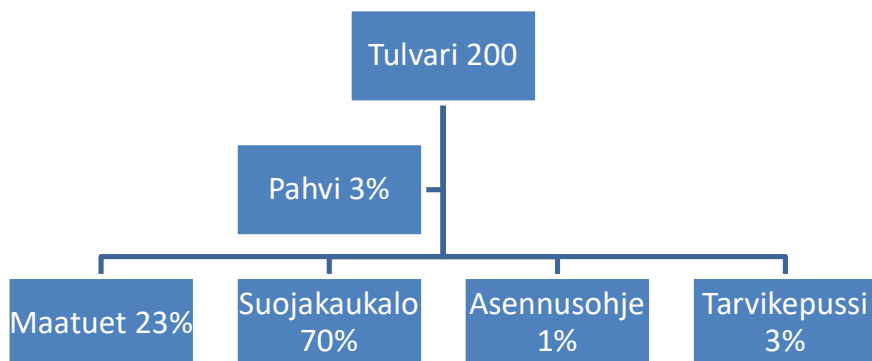
11 MODUULIEN KUSTANNUSJAKAUMAT

Kun tarkastellaan komponenttipuita, huomaamme että kaikkien tuotteiden komponenttipuut ovat toisiaan rakenteeltaan muistuttavia. On siis syytä tarkastella eri tuotteiden kustannusjakaumaa moduulien perusteella.

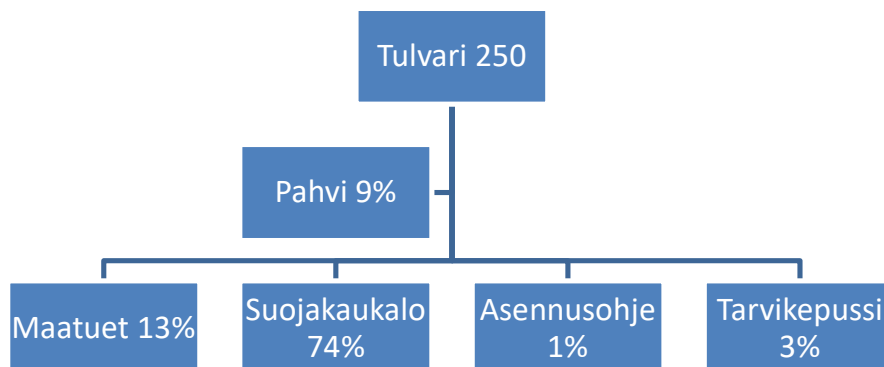
11.1 Tulvari 150 kustannusjakauma



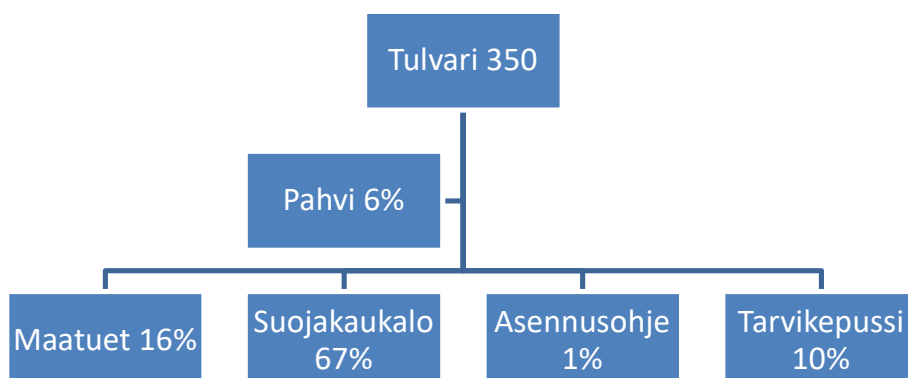
11.2 Tulvari 200 kustannusjakauma



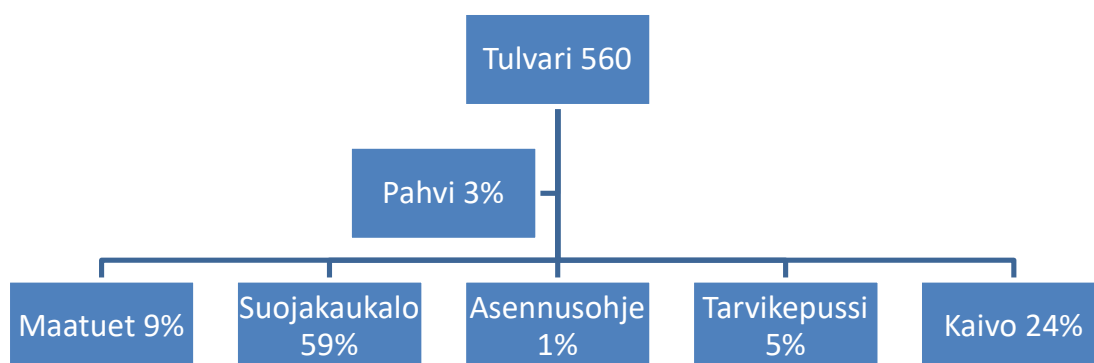
11.3 Tulvari 250 kustannusjakauma



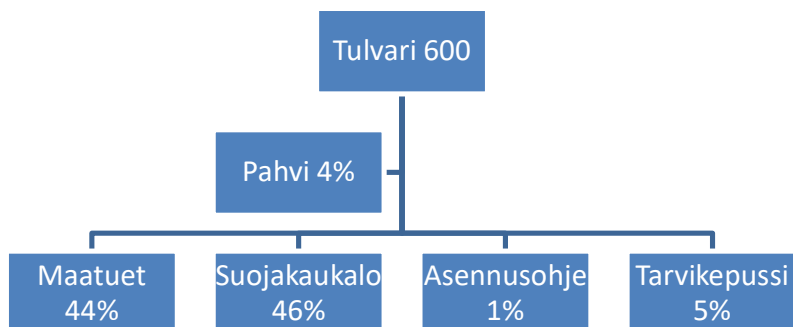
11.4 Tulvari 350 kustannusjakauma



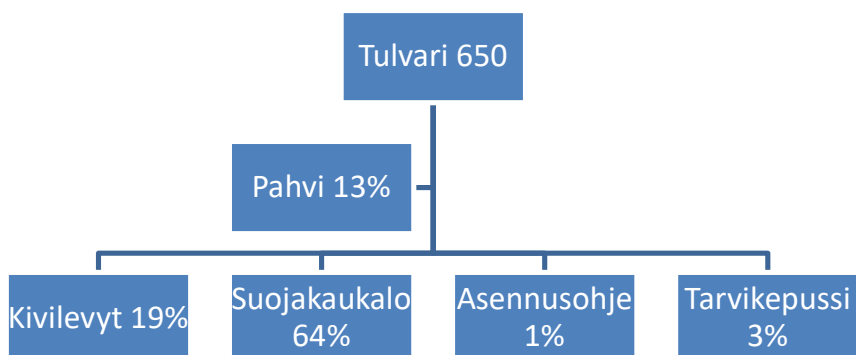
11.5 Tulvari 560 kustannusjakauma



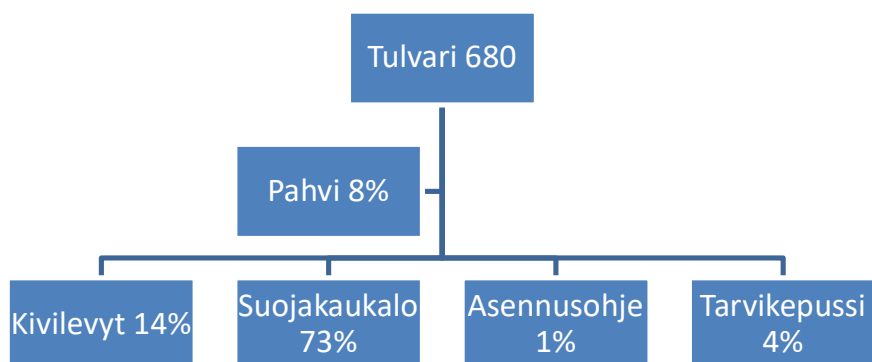
11.6 Tulvari 600 kustannusjakauma



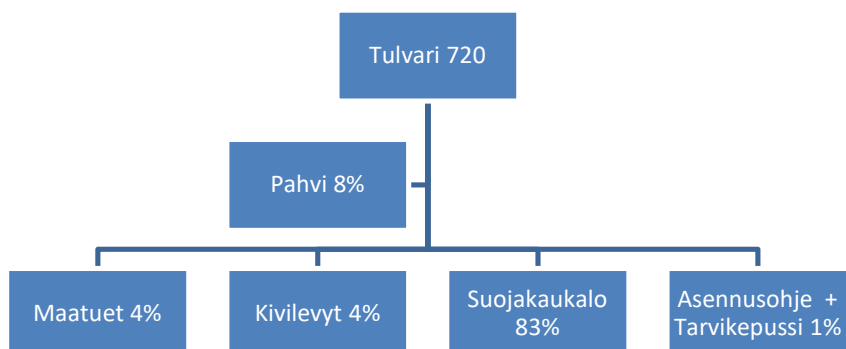
11.7 Tulvari 650 kustannusjakauma



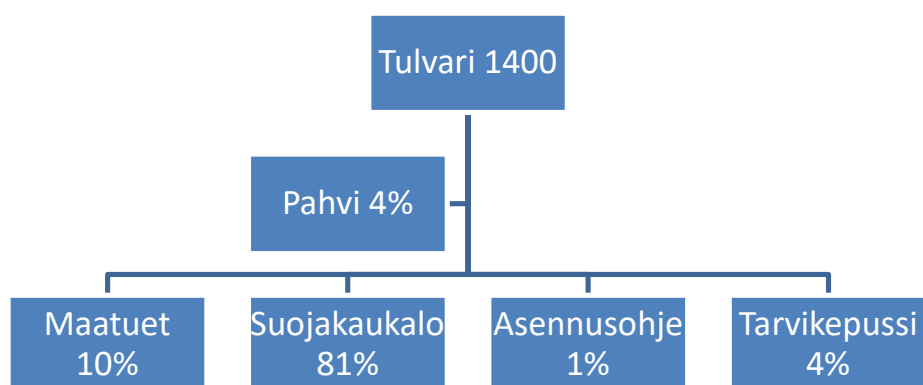
11.8 Tulvari 680 kustannusjakauma



11.9 Tulvari 720 kustannusjakauma



11.10 Tulvari 1400 kustannusjakauma



11.11 Tarkastelu

Liitteessä 5 on koostettu taulukkomuotoon moduulien kustannuksien jakaumat. Taulukkomuodossa esitettynä huomataan, että käyttövesituotteiden osalta suurin osa kustannuksista tulee suojakaukalosta. Yksittäisiä silmään pistäviä tekijöitä, joihin olisi syytä kiinnittää huomiota: Tulvari 250 pahvi, Tulvari 350 tarvikepussi, Tulvari 560 kaivo, Tulvari 600 maatuki ja Tulvari 650 pahvi.

12 YHTEENVETO

Massatuotannossa on syytä pohtia tuotteiden modulaarisuutta, koska modulaarisuutta lisäämällä voidaan komponentteja hyödyntää useammassa tuotteessa. Tuotteissa tulee myös pohtia käytettäviä komponentteja, onko esimerkiksi järkevää kasvattaa varastoa lisäämällä komponentteja vai käyttää jo olemassa oleva vaihtoehtoja.

Varastohallinta on tärkeä osatekijä teollisuudessa. Varastoa ei ole järkevää kasvattaa menekkiin nähden liian suureksi. On myös tärkeää karsia varastosta pois ne nimikkeet ja tuotteet, joita ei ole pienen menekin vuoksi järkevää enää varastoida. Varastoa voidaan tarkastella ABC-analyysin avulla.

Tulvari muovikaukalo tuoteperheen tuotteet ovat modulaarisia. Päämoduulina toimii itse muovikaukalo ja siihen liitettävät moduulit vaihtelevat eri tuotteiden osalta. Moduulien rajapinnat ovat standardisoituja. Muovikaukaloiden komponenttipuut ovat toisiaan muistuttavia. Kun uutta tuotetta suunnitellaan, voidaan osviittana käyttää olemassa olevia komponenttipuita.

Työssä tehdyn ABC-analyysin perusteella saatiin tärkeää tietoa nimikkeistä. Nimikkeet jaoteltiin ryhmiin ja analysoitiin eri ryhmien sisältöä. Tämän lisäksi tutkittiin eri tuotteiden sisäistä kustannusjakaumaa. Kustannusjakauman perusteella huomattiin moduuleja, joihin tulisi kiinnittää huomiota tuotekehityksessä.

LÄHDELUETTELO

- Anon., 2022a. *Etusivu - Tulvari - Vesitoimintojen suojakaukalot* [online]. Available from: <https://tulvari.fi/> [Accessed 2 Mar 2022].
- Anon., 2022b. *Mass Production - Overview, How It Works, Advantages* [online]. Available from: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/strategy/mass-production/> [Accessed 3 Mar 2022].
- Anon., 2022c. *The Industrial Revolution in Europe - ERIH* [online]. Available from: <https://www.erih.net/how-it-started/the-industrial-revolution-in-europe> [Accessed 1 Mar 2022].
- Anon., 2022d. *Automobile History - HISTORY* [online]. Available from: <https://www.history.com/topics/inventions/automobiles> [Accessed 2 Mar 2022].
- Anon., 2022e. *mass production | Description, History, Uses, & Limitations | Britannica* [online]. Available from: <https://www.britannica.com/technology/mass-production> [Accessed 2 Mar 2022].
- Anon., 2022f. *Mass Production Advantages & Disadvantages | GES* [online]. Available from: <https://gesrepair.com/mass-production-advantages-and-disadvantages/> [Accessed 1 Mar 2022].
- Anon., 2022g. *Why is cardboard used for packaging? - ITP Packaging* [online]. Available from: <https://itppackaging.com/why-is-cardboard-used-for-packaging> [Accessed 30 Mar 2022].
- Anon., 2022h. *Varastonohjaus – Logistiikan Maailma* [online]. Available from: <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastonohjaus/> [Accessed 5 Apr 2022].

- Azzi, A., Battini, D., Persona, A. and Sgarbossa, F., 2012. Packaging Design: General Framework and Research Agenda. *Packaging Technology and Science* [online], 25 (8), 435–456. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/pts.993> [Accessed 30 Mar 2022].
- Bonvoisin, J., Halstenberg, F., ... T. B.-J. of E. and 2016, undefined, 2016. A systematic literature review on modular product design. *Taylor & Francis* [online], 27 (7), 488–514. Available from: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09544828.2016.1166482?casa_token=fg83CVm_VR0AAAAA:C71jLMKWJPRX0xn3jb842QH3RCWHWOzCxWKWXroFBgRyxkRZbk-CQiZqbBYU08OVpLVVD2AgmM7G [Accessed 18 Mar 2022].
- Chu, C. W., Liang, G. S. and Liao, C. T., 2008. Controlling inventory by combining ABC analysis and fuzzy classification. *Computers and Industrial Engineering*, 55 (4), 841–851.
- Dean, P. R., Tu, Y. L. and Xue, D., 2009. An information system for one-of-a-kind production. *International Journal of Production Research*, 47 (4), 1071–1087.
- Gershenson, J., Gershenson, J. K., Prasad, G. J. and Allamneni, S., 1999. Modular Product Design : A Life-Cycle View. [online]. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/234801774> [Accessed 18 Mar 2022].
- de La Fuente, J. and Mart Inez Rodriguez, A., n.d. Packaging Design and Development Related papers NASA Systems Engineering Handbook.
- Meyer, M. H. and Utterback, J. M., 1992. The Product Family and the Dynamics of Core Capability.
- Miller, T. D. and Elgård, P., 1998. Design for Integration in Manufacturing.
- Ng, W. L., 2007. A simple classifier for multiple criteria ABC analysis. *European Journal of Operational Research* [online], 177 (1), 344–353. Available from: www.elsevier.com/locate/ejor [Accessed 5 Apr 2022].

- Piore, M. J. and Sabel, C. F., 1984. *The second industrial divide : possibilities for prosperity*. The Second Industrial Divide: Possibilities for Prosperity. Basic Books.
- Rusănescu, M., 2014. ABC ANALYSIS, MODEL FOR CLASSIFYING INVENTORY. *Ecology*, (2).
- Simpson, T., ... J. M.-... and I. in and 1999, undefined, 1999. A product platform concept exploration method for product family design. *asmedigitalcollection.asme.org* [online]. Available from: <https://asmedigitalcollection.asme.org/IDETC-CIE/proceedings-abstract/DETC99/199/1097552> [Accessed 18 Mar 2022].
- Sloan, J. P., 1993. Mass Customization: The New Frontier in Business Competition. *Management Review; Spring*, 34, 121.
- Tanwari, A., Qayoom Lakhari, A. and Shaikh, G. Y., n.d. ABC Analysis as a Inventory Control Technique.
- Williams, K., Haslam, C. and Williams, J., 2016. Ford versus 'Fordism': The Beginning of Mass Production?: <http://dx.doi.org/10.1177/095001709264001> [online], 6 (4), 517–555. Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/095001709264001> [Accessed 9 Feb 2022].
- Ye, X. and Gershenson, J. K., 2008. Attribute attribute-based clustering for product family design. *2007 Proceedings of the ASME International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference, DETC2007*, 3 PART A, 353–361.

Liite 5: Taulukko 6. Tulvari muovikaukaloiden moduulien kustannusjakauma

	Tulvari 150	Tulvari 200	Tulvari 250	Tulvari 350	Tulvari 560	Tulvari 600	Tulvari 650	Tulvari 680	Tulvari 720	Tulvari 1400
Maatuki	17	23	13	16	8	44			4	10
Suojakaukalo	77	70	74	67	56	46	64	73	83	82
Asennusohje	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	1
Tarvikepussi	2	3	3	10	4	5	3	4	0,5	4
Pahvi	3	3	9	6	3	4	13	8	4	4
Kivilevyt							19	14	4	
Kaivo					28					