

Rationalisointiprosessin kehittäminen

Case: Teknoware Oy

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Kone- ja tuotantotekniikka
Mekatroniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2018
Jarkko Vilmi

Lahden ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka

VILMI, JARKKO:

Rationalisointiprosessin kehittäminen
Case: Teknoware Oy

Suunnittelupainotteisen mekatroniikan opinnäytetyö, 34 sivua

Kevät 2018

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyö käsitteli Teknoware Oy:n olemassa olevan tuotteen rationalisointia ja tuotteiden rationalisointiprosessin kehittämistä. Tavoitteina työssä oli suunnitella korvaava tuote vanhan tilalle sekä luoda tuotteiden rationalisoinnille prosessi, jolla pystyttiin hallitusti rajaamaan rationalisoitavia tuotteita.

Rationalisoinnin kohteeksi valitun Teknoware Oy:n olemassa olevan pulpettivalaisimen pohjalta lähdettiin suunnittelemaan uutta tuotetta. Uuden tuotteen tuli korvata vanha pulpettivalaisin sekä ratkaista vanhan tuotteen valmistuksen ja kokoonpanon ongelmakohdat. Uusi tuote päätettiin valmistaa muovista ruiskuvaluosina ja opinnäytetyössä käsiteltiin tuotteen suunnittelua kyseisen valmistusmenetelmän näkökulmasta.

Rationalisointiprosesia varten luotiin prosessikaavio ja lähtötietolomake, joiden avulla prosessiin pystyttiin valitsemaan taloudellisesti potentiaaliset tuotteet sekä karsimaan epäedulliset tuotteet ennen prosessin käynnistämistä.

Opinnäytetyölle määritellyt tavoitteet onnistuivat hyvin. Uudesta valaisimesta saatiin suunniteltua erittäin toimiva ja kustannustehokas korvaaja vanhalla tuotteella. Myös yrityksen tuotteiden rationalisointiprosessia saatiin ohjattua oikeaan suuntaan prosessikaavion ja lähtötietolomakkeen avulla, mutta prosessin varsinainen toimivuus varmistuu sen käyttöönoton jälkeen.

Asiasanat: rationalisointi, tuotekehitys, ruiskuvalu, prosessikaavio

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	YRITYKSEN ESITTELY	2
2.1	Teknopower Group	2
2.2	Teknoware Oy	2
3	RATIONALISOINTI	3
3.1	Rationalisointi käsitteenä	3
3.2	Rationalisointiprojekti	3
4	TUOTTEEN RATIONALISOINTI	5
4.1	Rationalisointiprojektin aloituspalaveri	5
4.2	Aloituspalaverin yhteenveto	5
4.3	Rationalisoitavan tuotteen rakenne ja kokoonpano	6
5	RUISKUVALUKAPPALEEN SUUNNITTELU	9
5.1	Menetelmä	9
5.2	Materiaalit	10
5.3	Ruiskuvalukappaleen suunnittelun yksityiskohdat	11
5.3.1	Päästöt	11
5.3.2	Seinämänpaksuus	11
5.3.3	Raaka-ainekertymät	12
5.3.4	Pyöritykset	12
5.4	Kappaleen pinta	12
5.5	Kappaleen ulkonäkövaatimukset	13
5.6	Snap-liitokset	14
6	UUDEN VALAISIMEN SUUNNITTELU	15
6.1	Suunnittelun aloitus	15
6.2	Materiaalin valinta	15
6.3	Ensimmäiset versiot	15
6.4	Mekaniikka	17
6.4.1	Runko	17
6.4.2	Päätykappale	19
6.4.3	Kuori	19
6.4.4	Pikamallit	20
6.5	Teollinen muotoilu	20

6.6	Ruiskuvaluosien valmistettavuus	22
6.7	Lopullinen tuote	22
7	RATIONALISOINTIPROSESSIN LUOMINEN	25
7.1	Prosessin tavoitteet	25
7.2	Prosessin suunnittelu	25
7.2.1	Prosessin etenemismalli	25
7.2.2	Kustannusten arviointi	26
7.2.3	Muodot ja viivat prosessikaaviossa	27
7.2.4	Lähtötietolomake	29
7.3	Prosessin vaiheet	30
7.3.1	Tiedot prosessia varten	30
7.3.2	Prosessin aloittaminen	30
7.3.3	Prosessin eteneminen	31
8	YHTEENVETO	32
	LÄHTEET	33

LYHENTEET JA TERMIT

IP-luokitus	Järjestelmä sähkölaitteiden ja laitekoteloiden tiiviyyden määrittämiseksi.
Jigi	Työkalu, jolla saadaan esimerkiksi paikoitettua hitsauspultit ohutlevyyn tai asemoitua tuotteen runko halutusti kokoonpanoa varten.
Kupu	Yleensä polykarbonaatista valmistettu valaisimen osa, jolla pyritään tasoittamaan ledeistä tuleva valo.
Lean	Toiminnanohjausjärjestelmä.
LED	Light emitting diode, valoa säteilevä diodi.
M-Files	Tiedonhallintaohjelmisto.
Ohutlevy	Tyypillisesti alle 6 mm:n paksuinen metallilevy.
Särmäys	Metallilevyn taivutus haluttuun muotoon.

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli rationalisoida Teknoware Oy:n olemassa oleva pulpettivalaisin ja luoda rationalisointiprosessi, jonka perusteella yrityksessä pystyttäisiin tulevaisuudessa valitsemaan tuotteita rationalisoitavaksi.

Rationalisoitavaksi tuotteeksi valitun pulpettivalaisimen valmistuksessa ja kokoonpanossa käytettiin ratkaisuja, jotka tekivät niistä haastavaa ja hidasta ja tästä syystä korvaavalle tuotteelle oli tarvetta. Työssä käydään läpi rationalisoitavan tuotteen suunnitteluprosessia ja siinä käytettyjä ratkaisuja. Uusi tuote päätettiin valmistaa muovista ruiskuvalumenetelmällä ja opinnäytetyössä käydään läpi tuotteen suunnittelua kyseisen valmistusmenetelmän vaatimukset ja rajoitteet huomioon ottaen.

Opinnäytetyöllä oli kaksi tavoitetta. Ensimmäinen tavoite oli suunnitella uusi valaisin, joka ratkaisisi rationalisoinnin kohteeksi valitun valaisimen ongelmat, mutta joka täyttäisi silti olemassa olevan tuotteen vaatimukset ja sitä voitaisiin tarjota yrityksen asiakkaille korvaavaksi tuotteeksi vanhalle pulpettivalaisimille. Toisena tavoitteena oli kehittää rationalisointiprosessi, joka selkeyttäisi ja rajaisi Teknoware Oy:n olemassa olevien tuotteiden rationalisointitarpeita. Tämä toteutettiin luomalla prosessikaavio ja lähtötietolomake, jolla pystytään tulevaisuudessa ohjaamaan tuotteiden rationalisointia.

2 YRITYKSEN ESITTELY

2.1 Teknopower Group

Teknopower-konserni koostuu kolmesta tytäryhtiöstä, jotka ovat Atexor, FLS Finland Oy ja Teknoware Oy. Yhtiöt suunnittelevat, valmistavat ja myyvät LED-pohjaisia valaistusratkaisuja erilaisiin ympäristöihin. Atexor keskittyy kiinteiden ja siirrettävien teollisuus- ja ATEX-luokituksen täyttävien valaistusjärjestelmien ja käsivalaisimien valmistukseen. FLS Finland Oy on erikoistunut erilaisiin informaationäyttöihin, kuten LED-hintanäyttöihin huoltoasemaketjuille ja parkkeeraustilojen opastusnäyttöihin. (Teknoware Oy 2017a.)

2.2 Teknoware Oy

Teknoware Oy on vuonna 1972 Lahdessa perustettu elektroniikka-alan yhtiö, joka työllistää Lahden pääkonttorissa lähes 300 henkilöä. Teknowarella on myös tuotantoyksiköt Yhdysvalloissa, joka keskittyy Pohjois-Amerikan markkinoihin, sekä Puolassa tuotannon tehostamiseksi Euroopan asiakkaita varten. Lisäksi myyntiyksiköitä löytyy muun muassa Dubaista, Ruotsista ja Malesiasta. (Teknoware 2017b.)

Teknoware suunnittelee ja valmistaa julkisen liikenteen ajoneuvojen, kuten junien, bussien ja metrojen valaistusjärjestelmiä sekä kiinteistöjen ja laivojen turvalaistusjärjestelmiä. Tuotteet suunnitellaan alusta alkaen mekaniikkaa ja elektroniikkaa myöten yrityksessä. Mekaniikassa hyödynnetään paljon ohutlevyteknologiaa, joka on yrityksen erikoisosaamista, mutta myös muun muassa koneistetut osat sekä alumiini- ja muoviprofiilit ovat merkittävässä roolissa tuotteiden mekaniikassa. Teknowarella on oma elektroniikan tuotanto, jossa mm. valaisimien piirilevyt, virtalähteet ja vaihtosuuntaajat valmistetaan.

3 RATIONALISOINTI

3.1 Rationalisointi käsitteenä

Rationalisointia voidaan pitää ihmisen luontaisena toimintana helpottaa työntekoa ja parantaa elämän olosuhteita. Tällaisessa muodossa rationalisointia on ollut olemassa niin kauan, kun ihminen on harjoittanut järkeväksi katsottua toimintaa. (Michelsen 2001, 11.)

Nykyisin rationalisointi yhdistetään yleensä teollisuuteen. Rationalisointi voidaan käsittää toimenpiteinä, joiden avulla työ tehtaissa tai liikeyrityksissä saadaan tehokkaammaksi. Työn tehostaminen voi tapahtua esimerkiksi yhdessä työpisteessä tai kokonaisessa tehtaassa.

Rationalisointia tapahtuu jatkuvasti jokapäiväisissä työtehtävissä ilman että työntekijä välttämättä ajattelisi sen olevan rationalisointia. Työntekijä voi esimerkiksi helpottaa omaa työtään järjestelemällä työkalut tietyllä tavalla, jotta ne ovat helposti saatavilla ja tämän myötä tehostavat työntekoa. (Michelsen 2001, 11 – 12.)

3.2 Rationalisointiprojekti

Rationalisoinnissa ongelmien ratkaisu pohjautuu tutkimusmenetelmään. Aluksi määritetään tutkittava ongelma ja rajataan se riittävästi, jotta siitä on tehokasta kerätä tietoa. Kun tietoa on kerätty riittävästi, se käsitellään, arvioidaan ja mietitään vaihtoehdot ongelman ratkaisulle. Seuraavaksi paras vaihtoehto toteutetaan ja lopuksi tarkastellaan rationalisoinnilla saavutetut tulokset. Jos tietoja tutkittaessa huomataan, että tietoa ei ole kerätty tarpeeksi, voidaan tietoa kerätä vielä lisää. Toisinaan alkuperäinen tavoite saattaa muuttua tai tarkentua rationalisoinnin aikana.

(Rationalisointiliitto 1979, 34.)

Rationalisointikohteita voidaan etsiä järjestelmällisen kartoittamisen avulla. Rationalisointikohteiden aihealueita yrityksen toiminnassa voivat olla esimerkiksi työergonomia, tilantarve tai tuotteiden kehittäminen. Kohteiden kartoittamisen jälkeen niistä pyritään valitsemaan ne kohteet, joiden

toteuttamisella saataisiin suurin hyöty suhteessa työmäärään.
(Rationalisointiliitto 1979, 34.)

Rationalisointikohteen valinnan jälkeen tulee tutkittavan ongelman laajuus määrittellä sopivaksi, jotta se on tehokkaasti käsiteltävissä. Kuitenkin tulee ottaa huomioon, ettei liiallisella rajaamisella jätetä oleellisia osa-alueita tutkimuksen ulkopuolelle. Rajauksen jälkeen määrittellään selkeät ja realistiset tavoitteet rationalisoinnille. Jos tavoitteet ovat epäselviä, voidaan ongelmaa tutkittaessa keskittyä vääriin asioihin ja rationalisoinnin tehokkuus kärsii. (Rationalisointiliitto 1979, 35.)

Tutkimusta varten kerätty tieto analysoidaan yksityiskohtaisesti ja mahdollisimman laajasti ja sitä verrataan asetettuihin tavoitteisiin. Tietoa tulisi tarkastella ilman ennakkoluuloja ja tuoda esille kaikenlaisia mahdollisia ratkaisuja, vaikka ne eivät välttämättä olisikaan lopulta toteuttamiskelpoisia. Tällä tavoin saadaan paljon erilaisia ideoita, joita voidaan mahdollisesti yhdistää ja kehittää toteuttamiskelpoisiksi ideoiksi. Ideoiden pohjalta luodaan vaihtoehtoja tutkittavan ongelman ratkaisemiseksi ja lopuksi paras tai parhaat vaihtoehdot toteutetaan. Toteutettavat vaihtoehdot tulisi perustella esimerkiksi kustannuksien alentumisella, tuotannon tehostamisella tai vastaavilla asioilla, jotka parantavat yrityksen toimintaa. (Rationalisointiliitto 1979, 37.)

Onnistuneella rationalisointiprojektilla voidaan saavuttaa esimerkiksi parempia tuotteita, tehokkaampia toimintamenetelmiä tai työympäristön parantumista. Jotta rationalisointiprojektin tulokset saataisiin hyödynnettyä tehokkaasti, tulisi uudistuksia seurata ja valvoa, jotta ei palattaisi vanhoihin toimintatapoihin. Kun uudistuksien tuomat muutokset ovat opittu riittävästi voidaan valvontaa vähentää hiljalleen vastaamaan normaalia tilannetta. Myös kustannuksien seuraamista ja vertailua lähtötilanteeseen voidaan pitää osana jälkivalvontaa. (Rationalisointiliitto 1979, 38.)

4 TUOTTEEN RATIONALISOINTI

4.1 Rationalisointiprojektin aloituspalaveri

Rationalisointiprojektin kohteeksi oli valittu TVM1725B-pulpettivalaisin, jota käytetään esimerkiksi junien sähkökaappien valaistukseen tai junan ohjaamon konsolivalona. Aloituspalaverin tarkoituksena oli tarkastella nykyistä valaisinta ja miettiä, miten sitä voitaisiin rationalisoida. Palaveriin osallistui Teknowaren projektiosaston päällikkö, projektipäällikkö, kolme suunnittelijaa sekä valaisinkokoonpanon tuotannollistaja.

Aluksi palaverissa käytiin läpi nykyisen valaisimen kokoonpanon työvaiheet. Johdot tuli juottaa piirilevylle, jonka jälkeen piirilevy asemoitiin jigillä päädyn alustavaa liimausta varten. Minkä jälkeen kupu asennettiin runkoon ja peitelevy liu'utettiin päädyistä ledien mukaan kohdilleen. Lopuksi päädyt massattiin paikoilleen ja johtojen läpiviennit tiivistettiin massalla.

Palaverissa todettiin, että valaisimen kokoonpanon tekivät haastavaksi liimaukset ja erityisesti massaus. Massauksen tuli olla tehty tarkasti, jotta se ei peitä ledejä, mutta kuitenkin sillä tuli saavuttaa tuotteelle määritetty IP54-tiiveysluokka. Massan kiinni pysymisen kanssa oli ollut ongelmia ja myös sen kuivumisaika pitkitti tuotteen kokoonpanoa. Massaus ei myöskään ulkoisesti näyttänyt kovin siistiltä ja se heikensi tuotteen antamaa vaikutelmaa. Lisäksi valaisimen alumiiniprofiilin terävistä reunoista oli tullut asiakasreklamaatioita ja niitä jouduttiin viilaamaan terävien reunojen pyöristämiseksi. Projektin aloituspalaverissa mietittiin pääasiassa ratkaisuja massauksen korvaamiselle, johtojen vedonpoistolle ja läpiviennin tiivistykselle sekä muille aiemmin mainituille ongelmille.

4.2 Aloituspalaverin yhteenveto

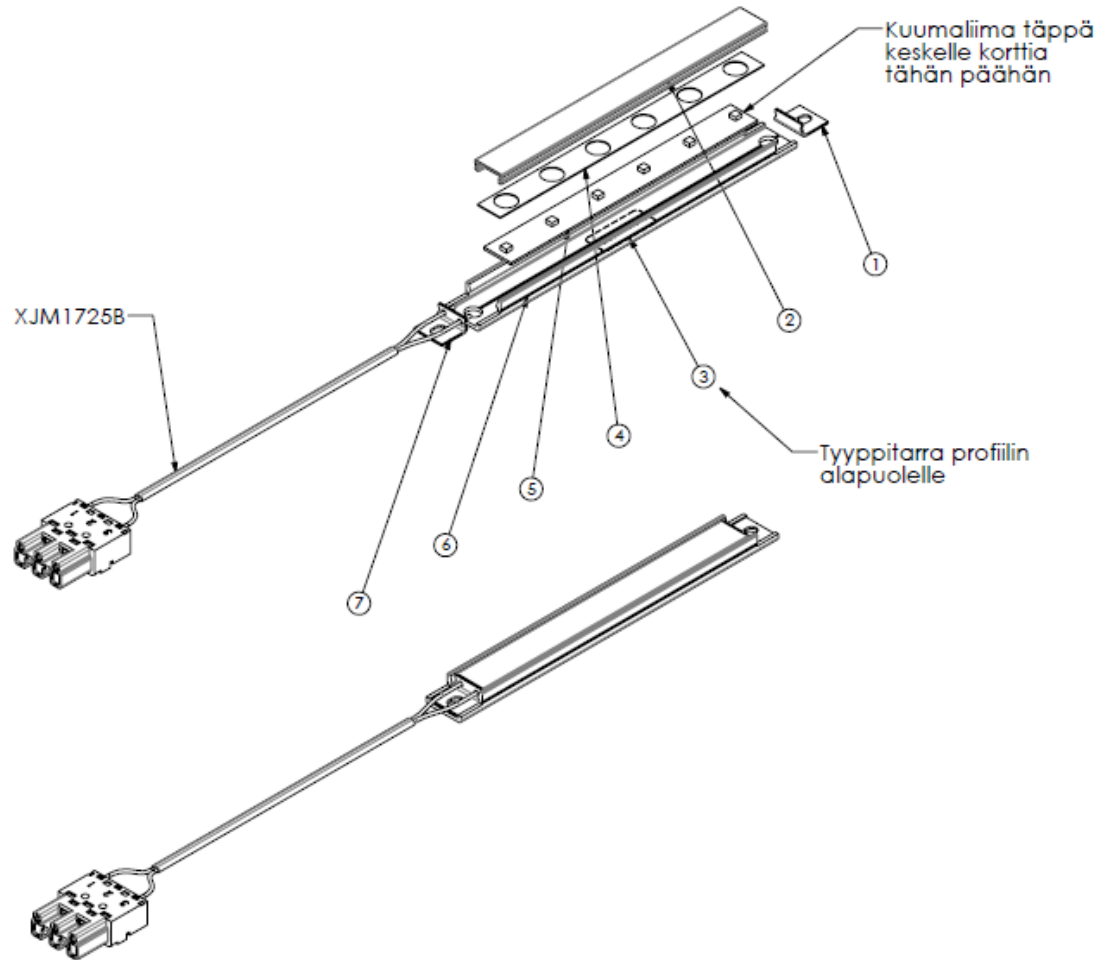
Aloituspalaverissa tulleet ideat kirjattiin ylös ja niistä koostettiin raportti, josta löytyivät ehdotetut ratkaisut ja valmistusmenetelmät uudelle tuotteelle. Uuden valaisimen tulisi olla vastaavan kokoinen kuin vanha

valaisin ja IP-luokka vähintään IP54, jotta sitä olisi mahdollista tarjota asiakkaille suoraan vanhan valaisimen korvaajaksi. Tuotteen tulisi täyttää junapuolen elektroniikkastandardit EN50155 sekä EN50121-3-2 ja käyttöjännitteen tulisi olla 24VDC. Johtimien kytkeminen piirilevylle olisi helpompi hoitaa liittimellä juottamisen sijaan.

Aloituspalaverin ideoiden pohjalta lähdettiin suunnittelemaan tuotetta, jonka pohjana olisivat ruiskuvalumenetelmällä valmistetut kappaleet. Ruiskuvalukappaleisiin olisi mahdollista suunnitella monimutkaisia muotoja, jotka mahdollistaisivat vaadittujen ominaisuuksien, kuten johtojen vedonpoiston ja tiivistyksen, integroimisen kappaleisiin. Kyseistä valmistusmenetelmää ja sen kappaleiden suunnittelun yksityiskohtia käydään läpi opinnäytetyön tulevissa luvuissa.

4.3 Rationalisoitavan tuotteen rakenne ja kokoonpano

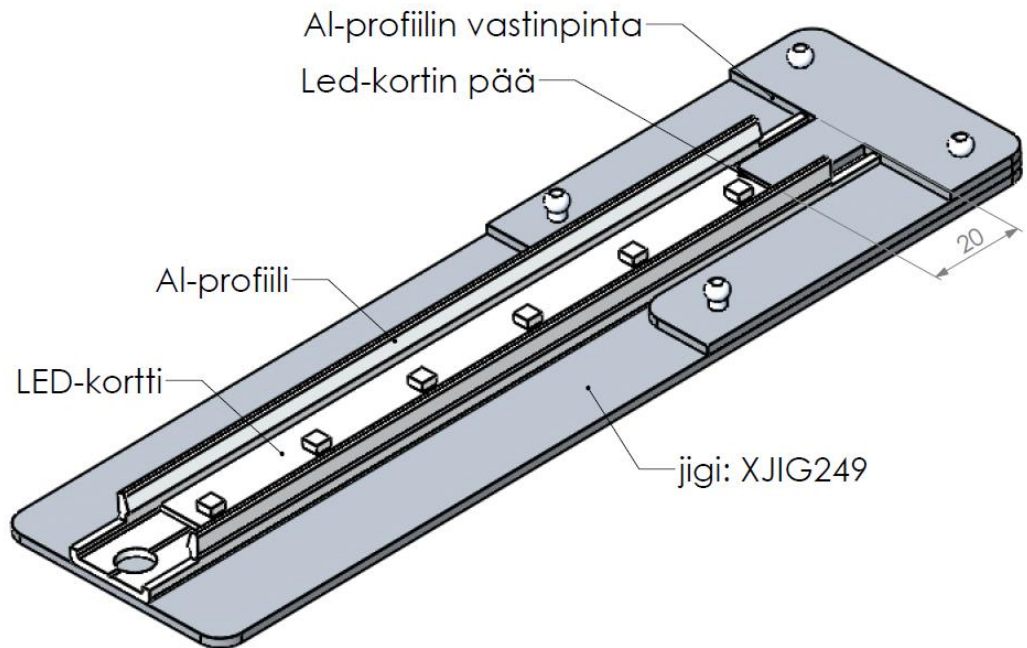
Kuviosta 1 nähdään rationalisoitava tuote sekä sen räjäytyskuvanto. Rakenne koostui edellisessä luvussa mainituista työstetystä alumiiniprofiilista (kuvio 1, osa 6), alumiiniohutlevystä särmätyistä päätykappaleista (kuvio 1, osat 1 ja 7), elektroniikan peitelevystä (kuvio 1, osa 4), polykarbonaatista ekstruusiolla valmistetusta valaisinkuvusta (kuvio 1, osa 2), kuusiledisestä piirilevystä (kuvio 1, osa 5), tyyppitarrasta (kuvio 1, osa 3) ja johtosarjasta (kuvio 1, XJM1725B), jonka johtimet juotettiin piirilevylle.



KUVIO 1. TVM1725B-pulpettivalaisimen rakenne

Valaisimen kokoonpano aloitettiin työntämällä johtosarjan XJM1725B kuoritut johtimet toisen päätykappaleen (kuvio 1, osa 7) reikien läpi ja juottamalla johtimet piirilevyille, siten että ne eivät pääse peittämään ledejä. Juottamisen jälkeen piirilevy (kuvio 1, osa 5) asetoitiin kohdilleen erillisellä jigillä XJIG249 (kuvio 2) alumiiniprofiiliin (kuvio 1, osa 6) ja liimatipalla varmistettiin, että piirilevy pysyi paikoillaan asemoidussa paikassa. Seuraavassa työvaiheessa valaisimen kupu (kuvio 1, osa 2) painettiin alumiiniprofiiliin, jolloin kupu napsahti kiinni profiilissa oleviin loviin. Tämän jälkeen alumiiniprofiilin päädyistä tuli liu'uttaa peitelevy (kuvio 1, osa 4), siten että sen reiät olisivat ledien kohdalla ja muu elektroniikka jäisi piiloon. Seuraavaksi päätyihin jäivät aukot tuli massata polymeerimassalla umpeen ja päätykappaleet (kuvio 1, osat 1 ja 7)

kiinnitettiin kyseisen massan avulla alumiiniprofiiliin. Alumiiniprofiilin ja päätykappaleiden yhteensopivat lovet asemoivat kappaleet oikein. Myös johtosarjan läpivienti tuli massata tiiviiksi. Lopuksi tyyppitarra (kuvio 1, osa 3) liimattiin alumiiniprofiilin takaosaan. Valmiin tuotteen tuli antaa kuivua 24 tuntia huoneenlämmössä.



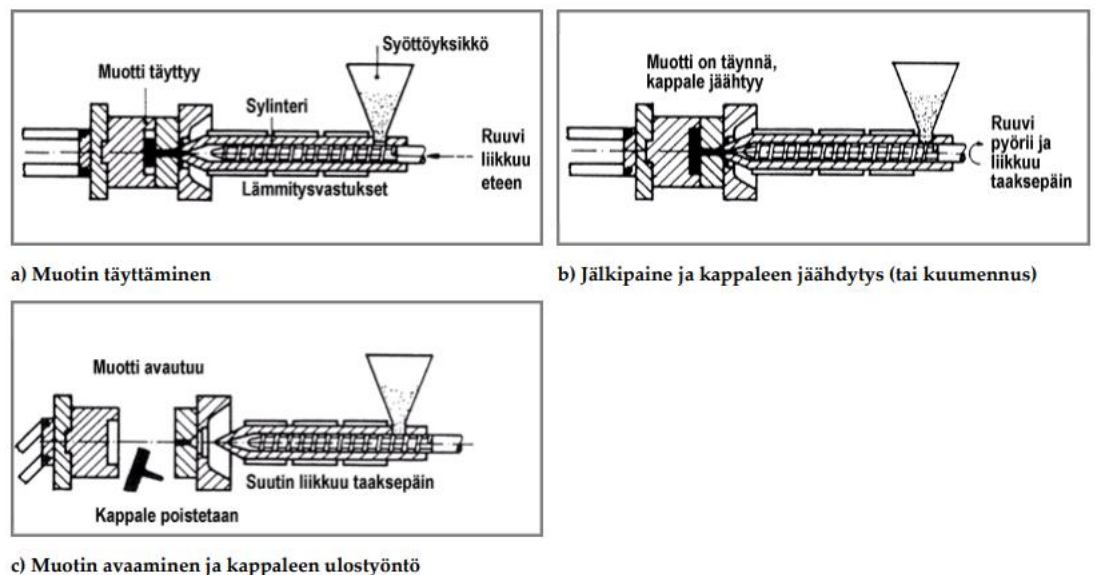
KUVIO 2. TVM1725B:n piirilevyn asemointijigi XJIG249

5 RUISKUVALUKAPPALEEN SUUNNITTELU

5.1 Menetelmä

Ruiskuvalu on valmistusmenetelmä, jossa automaattisesti tietokoneohjatuilla koneilla ja oheislaitteilla valmistetaan halutunlaisia kestopuovisia kappaleita. Ruiskuvalulaitteisto koostuu ruiskuvalukoneesta, ruiskuvalumuotista ja muotin temperointiin käytettävästä laitteistosta. Temperoinnin avulla materiaali pidetään vakio-lämpötilassa joko jäähdyttämällä tai lämmittämällä.

Valmistusprosessissa muovi plastisoidaan eli sulatetaan muovattavaan tilaan tasa-aineiseksi massaksi sulatussylinderissä olevien sähkövastusten lämmön sekä kierukkaruuvien pyörimisestä johtuvan sisäisen kitkan avulla. Sulanut muovi ruiskutetaan nopeasti sopivan suuruisella paineella temperoituun eli jäähdytettyyn yleensä teräksestä valmistettuun muottiin. Suljetussa muotissa muovi jäähmettyy ja sopivan jäähdytysajan jälkeen muotti avataan ja kappale työnnetään ulos muotista. (ks. Kuvio 3) (Kurri, Malén, Sandell & Parviainen. 2002, 72.)



KUVIO 3. Ruiskuvaluprosessin vaiheet (Nykänen 2018c, 2)

Ruiskuvalumenetelmää käytetään pääasiassa kestopuovien prosessointiin. Sen avulla on mahdollista valmistaa monimutkaisia, ohutseinäisiä kappaleita, jotka voivat olla täysin käyttövalmiita muotista poiston jälkeen (Nykänen 2018c, 1). Ruiskuvalu soveltuu suurien sarjojen valmistukseen ja sitä käytetään hyvin harvoin alle 100 kappaleen sarjoihin kalliiden muottikustannusten takia. Ruiskuvalettujen kappaleiden koot vaihtelevat gramman tuhannesosista jopa useisiin kymmeniin kiloihin. (Kurri ym. 2002, 72.)

5.2 Materiaalit

Ruiskuvalukappaleiden materiaalina käytetään pääsääntöisesti kestopuoveja. Kestopuovit sulavat kuumennettaessa ja ne ovat uudelleen muokattavissa sekä ne soveltuvat myös monimutkaisiin muotoiluihin (Sorsa 2015, 205). Ruiskuvaluissa käytettävät kestopuovit jaetaan amorfisiin ja osakiteisiin puoveihin, joiden jako perustuu puovien kemialliseen rakenteeseen. Amorfisilla puoveilla ei ole tarkkaa sulamispistettä, vaan ne pehmenevät ja sulavat vähitellen sulaan olotilaan. Osakiteinen puovi puolestaan siirtyy sulasta tilasta nestemäiseksi sulamispisteessään. Tämän vuoksi amorfisella puovilla muottipesä voidaan täyttää rauhallisemmin kuin osakiteisillä puoveilla. (Kurri ym. 2002, 83 – 84.)

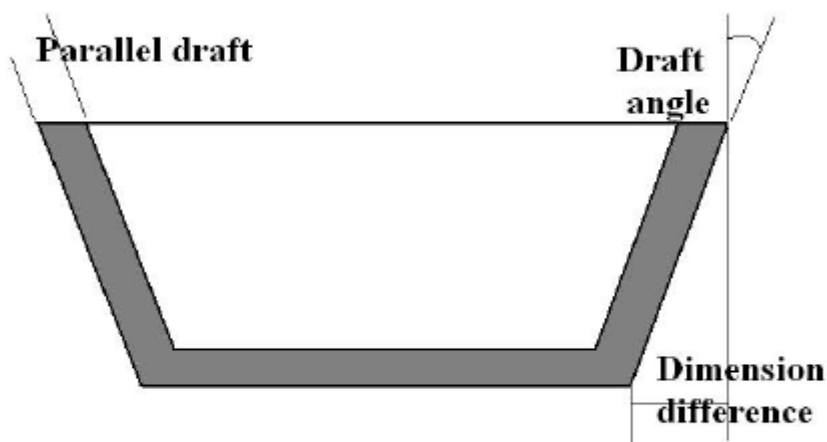
Amorfisilla puoveilla on ruiskuvalutuotannossa mm. seuraavia etuja verrattuna osakiteisiin puoveihin: pieni työstö- ja jälkikutistuma, hyvä kappaleiden mittatarkkuus ja kappaleiden vähäinen lämpölaajeneminen. Kun taas osakiteisillä kestopuoveilla on mm. suurempi työstö- ja jälkikutistuma sekä mittatarkkojen kappaleiden valmistus on hankalampaa esimerkiksi kutistumisen ja kosteuden imeytymisen vuoksi verrattuna amorfisiin puoveihin. Osakiteisillä puoveilla on parempi väsymislujuus ja kemikaalien kesto verrattuna amorfisiin puoveihin. (Kurri ym. 2002, 83 – 84.)

5.3 Ruiskuvalukappaleen suunnittelun yksityiskohdat

Ruiskuvalukappaletta suunniteltaessa tulee ottaa huomioon valmistusteknillisiä yksityiskohtia, jotta kappale on mahdollista valmistaa onnistuneesti ruiskuvalamalla. Valaisimen ruiskuvalukappaleiden kannalta tärkeimpiä yksityiskohtia tarkastellaan seuraavissa kappaleissa.

5.3.1 Päästöt

Tärkeä osa ruiskuvalukappaleen suunnittelua ovat päästökulmat, joiden tavoitteena on helpottaa kappaleen irrottamista muotista. Päästökulman suuruuden määrittelevät mm. materiaali, pinnanlaatu ja pinnan mahdollinen kuviointi (Nykänen 2018a, 7). Esimerkiksi polykarbonaatista valmistetuista ruiskuvalukappaleissa tulisi käyttää 1 – 2 asteen päästöjä (Nykänen 2018b, 3). Kuvioista 4 nähdään miten päästökulmat vaikuttavat mittasuhteisiin.



KUVIO 4. Päästökulman käyttö (Nykänen 2018a, 7)

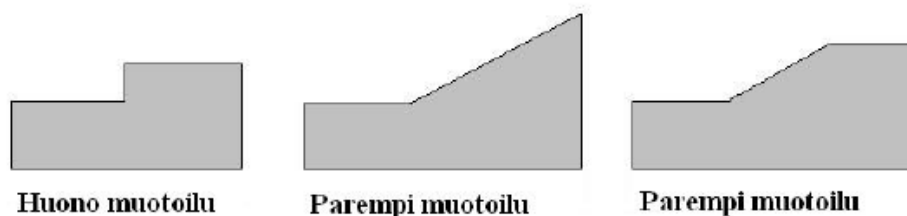
5.3.2 Seinämänpaksuus

Ruiskuvalukappaleessa seinämänpaksuus vaihtelee pääsääntöisesti 0,8 – 4,8 mm:n välillä, riippuen käytetystä materiaalista ja kappaleen koosta. Seinämänpaksuuden tulisi olla mahdollisimman pieni ja tasainen. Jos tuotteen rakennetta on tarve jäykistää, ensisijaisesti se tulisi toteuttaa

muotoilun ja jännitysten tasaamisen avulla. Myös jäykisteitä, kuten ripoja, voidaan käyttää rakenteen lujittamiseksi. Vasta viimeisenä keinona tulisi harkita seinämäpaksuuden kasvattamista. (Nykänen 2018a, 6.)

5.3.3 Raaka-ainekertymät

Ruiskuvalukappaleessa tulisi välttää raaka-ainekertymiä, koska ne aiheuttavat esimerkiksi imuja, pintavikoja ja kutistumaonkaloita. Terävät poikkipinnan vaihtelut voivat myös aiheuttaa jännitysten muodostumista ja kappale voi rikkoontua. Kuvioista 5 nähdään, kuinka huonoa muotoilua pystytään parantamaan. (Nykänen 2018a, 6.)



KUVIO 5. Materiaalipaksuuden vaihtelun suunnittelu (Nykänen 2018a, 6)

5.3.4 Pyöritykset

Ruiskuvaletuissa kappaleissa terävät kulmat tulisi pyöristää, jotta voidaan ehkäistä niihin syntyviä rasitusten aiheuttamia jännityshuippuja (Nykänen 2018a, 7). Ne voivat johtaa esimerkiksi halkeamiin tai murtumiin. Pyöreillä muodoilla myös helpotetaan valukappaleen jähmettymistä tasaisesti.

5.4 Kappaleen pinta

Suunnittelun yhteydessä ruiskuvalukappaleelle tulee määritellä haluttu pinta. Vaihtoehtoja ovat esimerkiksi kiillotettu, kipinöity tai etsattu pinta. Erilaisilla pinnoilla saadaan vaikutettua kappaleen ulkonäköön ja visuaaliseen kestävyYTEEN, esimerkiksi kiillotetussa pinnassa naarmut näkyvät huomattavasti herkemmin kuin kipinöidyssä pinnassa. Haluttu pinta tehdään muotin teräkseen muottipinnaksi, josta se kopioituu

ruiskuvalukappaleen pintaan. Valitulla pinnalla on myös vaikutusta päästökulmiin, esimerkiksi karkealle kipinäpinnalle riittää pienempi päästökulma kuin hienommalle kipinäpinnalle. (Järvelä, Syrjälä & Vastela. 2000, 283.)

Kipinöity pinta saadaan kipinätyöstämällä teräksen pinta ja sen karkeus voidaan määrittellä esimerkiksi VDI 3400-normin avulla. VDI 3400-luokituksessa esimerkiksi VDI 12 olisi hieno kipinöinti ja VDI 45 karkea kipinöinti. Myös kiillotetun pinnan kiillotusaste voidaan määrittellä SPI-luokituksella, jossa SPI A1 on kiillotusasteeltaan korkein luokitus, jolloin muotin pinta timanttikiillotetaan 1-5 mikrometrin pinnan karheuteen. Kun taas SPI B1-B3-luokituksissa muotti pintakäsitteläisiin tietyn karkeuksisella hiomapaperilla. (Järvelä ym. 2000, 283 – 284.)

Etsauksessa muotin pintaan syövytetään haluttu kuvio valokuvaustekniikan ja happokäsittelyn avulla, joka kopioituu ruiskuvalukappaleen pintaan. Kuviolla voidaan luoda erilaisia pintajäljitelmiä, kuten esimerkiksi nahkaa tai puuta muistuttava pinta. (Järvelä ym. 2000, 284.)

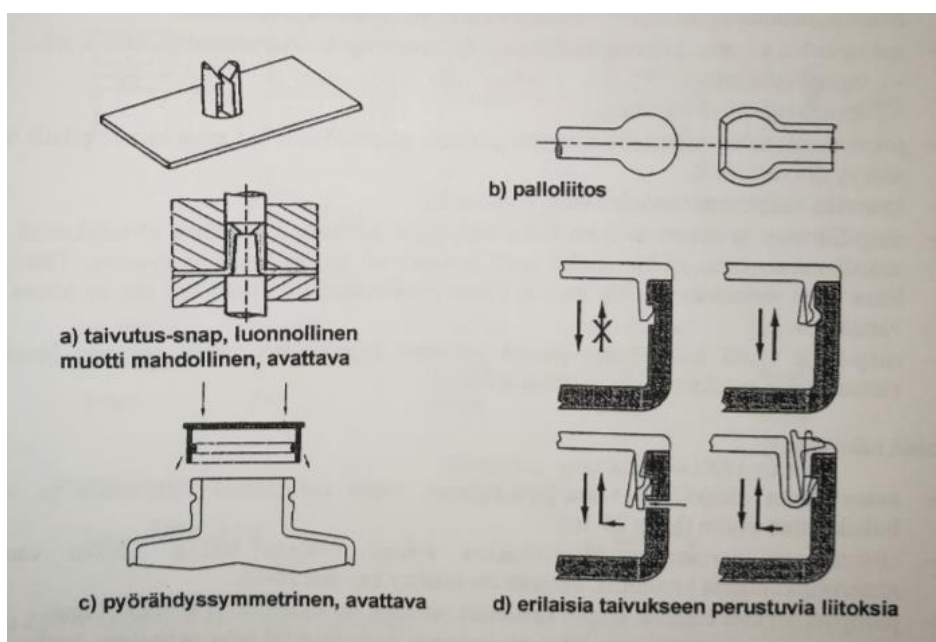
5.5 Kappaleen ulkonäkövaatimukset

Ruiskuvalukappaletta suunniteltaessa tulee kappaleelle erikseen määrittää pinnat, joihin ei saisi tulla esimerkiksi yhtymäsaumoja tai syöttöjälkiä. Tällaisia pintoja ovat yleensä näkyvät ulkopinnat, mutta esimerkiksi valaisimen rungon suunnittelussa myös valoaukon sisäpinta voi olla tarpeellista määrittää pinnaksi, jossa ei saa olla vikoja, koska kyseessä on optinen pinta.

Muoviteollisuudessa on vakiintunut pintojen luokittelu, jossa pinnat määritellään joko edustavaksi pinnaksi, ulkopinnaksi tai sisäpinnaksi. Edustava pinta on kappaleen näkyvä pinta, jossa ei sallita esimerkiksi imuja tai muita pintavikoja. Ulkopinnassa sallitaan pieniä häiritseviä pintavikoja ja sisäpinnassa voi esimerkiksi ulostyöntöjäljet olla näkyvissä. (Järvelä ym. 2000, 285.)

5.6 Snap-liitokset

Yksi suurimmista eduista ruiskuvalukappaleen suunnittelussa on äärimmäisen laajat mahdollisuudet suunnitella kappaleisiin erilaisia yksityiskohtia, kuten snap-liitoksia. Snap-liitoksilla pystytään helposti yhdistämään osia toisiinsa ilman erillisiä työkaluja. Liitokset voidaan suunnitella lukkiutuviksi tai moneen kertaan avattaviksi. Esimerkiksi kuviossa 6 kohdassa d vasemmassa yläkulmassa on lukkiutuva ja oikeassa avautuva hakatyyppinen snap-liitos, joka on yleisin ruiskuvalukappaleissa käytettävä liitostyyppi. (Järvelä ym. 2000, 312.)



KUVIO 6. Erilaisia snap-liitoksia (Järvelä ym. 2000, 313)

6 UUDEN VALAISIMEN SUUNNITTELU

6.1 Suunnittelun aloitus

Rationalisointipalaverin perusteella lähdettiin suunnittelemaan ruiskuvalukappaleisiin perustuvaa tuotetta, johon integroitaisiin vaadittavat ominaisuudet. Tuotteen suunnittelussa käytettiin SolidWorks 2017 -ohjelmistoa.

6.2 Materiaalin valinta

Valaisimen osissa käytettäväksi materiaaliksi valikoitui yleisesti ruiskuvaluissa käytetty polykarbonaatti, joka täyttää vaaditut junien valaisimien paloluokkavaatimukset yli 10 grammaa painavilla kappaleilla. Mietittiin myös mahdollisuutta suunnitella rungosta alle 10 grammaa painava, jolloin osan ei tarvitsi täyttää paloluokkavaatimusta ja materiaalivaihtoehdot kasvaisivat. Tämä osottautui kuitenkin haasteelliseksi rungon koon ja haluttujen ominaisuuksien takia.

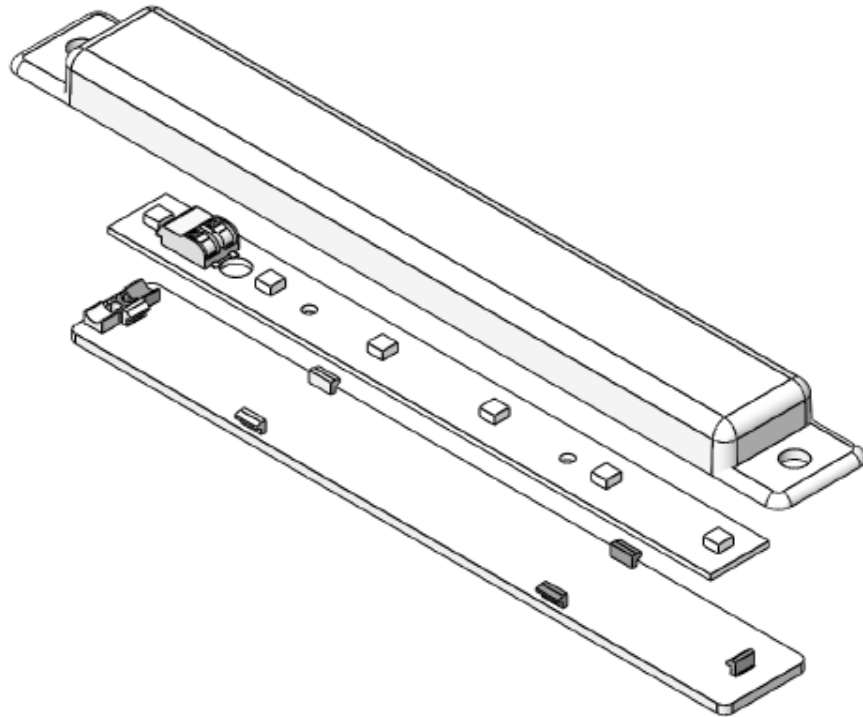
Materiaaliksi valittu polykarbonaatti (PC) on amorfinen muovi, kuten polystyreeni (PS) ja akryylnitrilibutadieenistyreeni (ABS). Polykarbonaatin hyviä ominaisuuksia ovat esimerkiksi korkea kovuus, jäykkyys, lujuus ja sitkeys sekä hyvä pinnanlaatu. Heikkouksia taas ovat mm. jännityssäröilyherkkyys ja heikko väsymiskestävyys. (Nykänen 2018b, 1.)

Polykarbonaattia voidaan käyttää optisissa sovelluksissa sen valonläpäisykyvyn (89%) ansiosta ja monipuolisten pinnanlaatuvalintojen ansiosta. Polykarbonaatissa on käytettävä UV-stabiliaattoreita, joilla estetään UV-valon aiheuttamaa kellastumista ja mekaanisten ominaisuuksien heikkenemistä. (Nykänen 2018b, 3.)

6.3 Ensimmäiset versiot

Aluksi tuotteesta suunniteltiin kaksi ruiskuvaluversiota. Ensimmäinen versio piti sisällään erillisen ruiskuvalupohjan piirilevyille, joka olisi painettu

runkoon kiinni muovisnappien avulla (kuvio 7). Toisessa versiossa piirilevy kiinnitettiin snapeilla suoraan runkoon kiinni pohjaksi (kuvio 8).



KUVIO 7. Versio erillisellä pohjalla



KUVIO 8. Versio, jossa piirilevy toimisi pohjana. Kuvattuna pohja ylöspäin

Tiiveysluokan saavuttamiseksi ruiskuvalurunkoon tehtiin sisäpuolelle piirilevyn reunat kiertävä upotus silikonitiivisteelle. Johtojen läpiviennin tiivistystä varten runkoon suunniteltiin paikat johtoihin asennettaville kumituteille, joita vasten piirilevy painautuisi ja tiivistäisi läpiviennin. Vedonpoistoksi runkoon tehtiin kieleke, joka puristaisi johdot rungon ja piirilevyn väliin tiukasti.

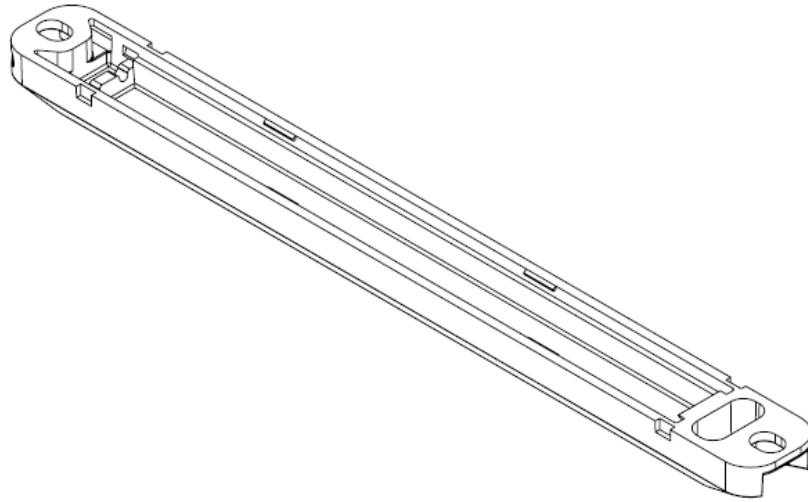
Muotoilultaan ensimmäiset 3d-mallit muistuttivat hyvin paljon alkuperäistä TVM1725B-valaisinta. Ensimmäisten versioiden suunnittelun jälkeen päätettiin keskittyä versioon, jossa piirilevy toimisi rungon pohjana. Päätöstä perusteltiin sillä, että erillinen ruiskuvalupohja ei toisi merkittävää lisäarvoa verrattuna siihen, että piirilevy toimisi pohjana.

6.4 Mekaniikka

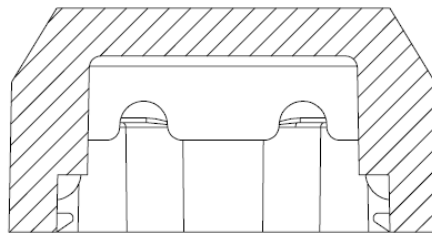
Ensimmäisten versioiden pohjalta lähdettiin suunnittelemaan uutta valaisinta, jonka mekaniikka koostuisi kolmesta snap-liitoksilla toisiinsa liitettävistä ruiskuvalukappaleista. Kappaleiden käyttötarkoituksia ja ominaisuuksia käsitellään seuraavissa kappaleissa.

6.4.1 Runko

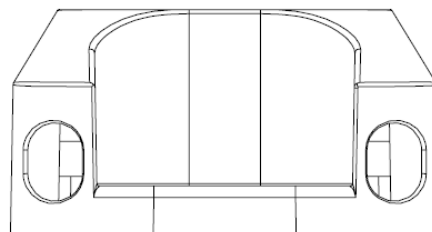
Uusi runko (kuvio 9) suunniteltiin vanhan valaisimen mittojen pohjalta hyödyntäen snap-liitoksia. Piirilevyn kiinnitystä varten rungon sisäpuolelle tuli yksi päätyyn ja sivuille neljä snap-liitosta, joihin piirilevy painettiin käsin paikoilleen. Toiseen päätyyn rungon seinämien sisäpuolelle suunniteltiin snap-syvennykset erillisen päätykappaleen snap-liitoksia varten. Johtimien läpivientiä varten rungon toiseen päähän tehtiin johtimien läpivientireiät (kuvio 10, kohta B-B). Molemmissa päissä olevat kiinnitysreiät ovat tarkoitettu ruuveille valaisimen asennusta varten. Rungon ulkopuolelle tehtiin syvennykset erillisen kuoren asennuksen vuoksi. Kuvion 11 leikkauskuvannosta A-A nähdään johdoille tarkoitetut kaksi syvennystä, joihin valaisimen johtimet lukitaan erillisellä päätykappaleella.



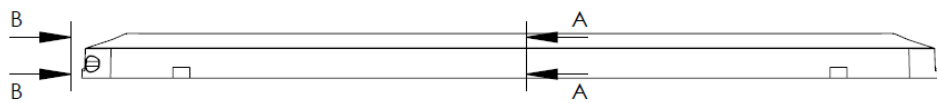
KUVIO 9. Uuden valaisimen runko pohjasta kuvattuna



SECTION A-A



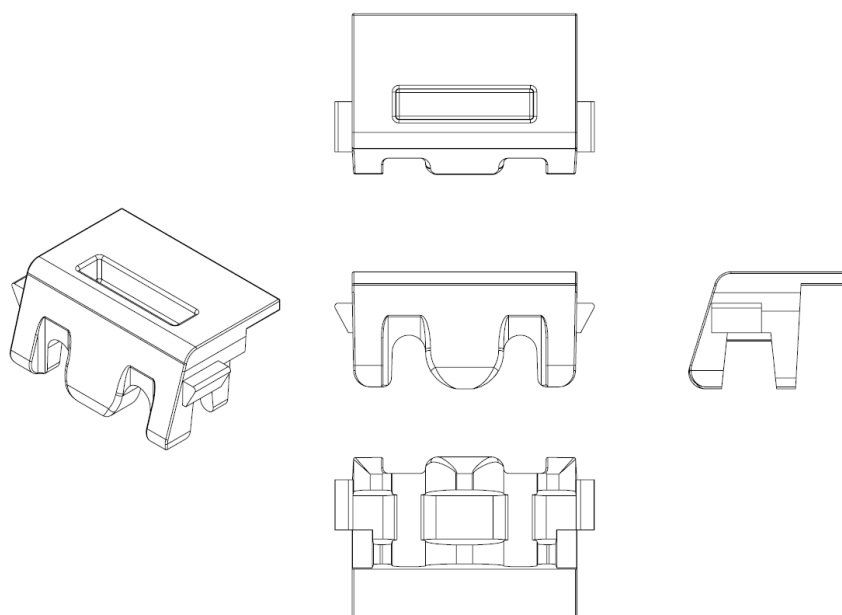
SECTION B-B



KUVIO 10. Leikkauskuvanto rungosta

6.4.2 Päätykappale

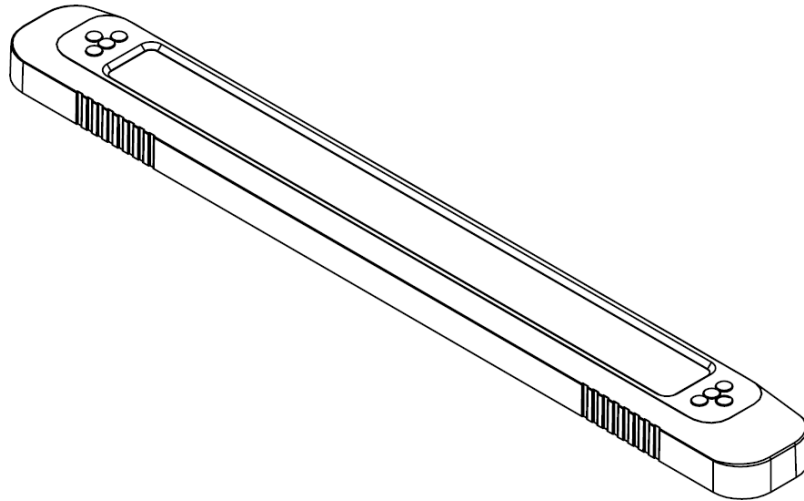
Kuviossa 11 on runkoon painettavaksi suunniteltu erillinen päätykappale, joka tiivistää valaisimen, pitää piirilevyn paikoillaan toisesta päästä sekä toimii vedonpoistona piirilevylle meneville johtimille. Kappaleen sivuilla on snap-ulokkeet, jotka painetaan rungossa oleviin snap-syvennyksiin. Kappaleessa on keskellä lovi rungon ulokkeen vastakappaleeksi.



KUVIO 11. Päätykappale

6.4.3 Kuori

Kuviossa 12 on valaisimelle lisäosaksi suunniteltu kuori, jonka tarkoituksena on peittää ruuvien kannat kuoren alle piiloon, rajata valoaukko siististi ja tehdä tuotteesta esteettisesti viimeistelymmän näköinen. Kuoren kiinnitysmekanismina runkoon toimivat sen sisäpuolelle suunnitellut snap-liitokset, jotka kiinnittyvät rungossa oleviin syvennyksiin. Ulkopuolella oleva rimoitus tehtiin antamaan kuorelle yksityiskohtia ja samalla ohjaamaan käyttäjää tarttumaan kyseisistä kohdista kuorta asennettaessa.



KUVIO 12. Valaisimen erillinen kuori

6.4.4 Pikamallit

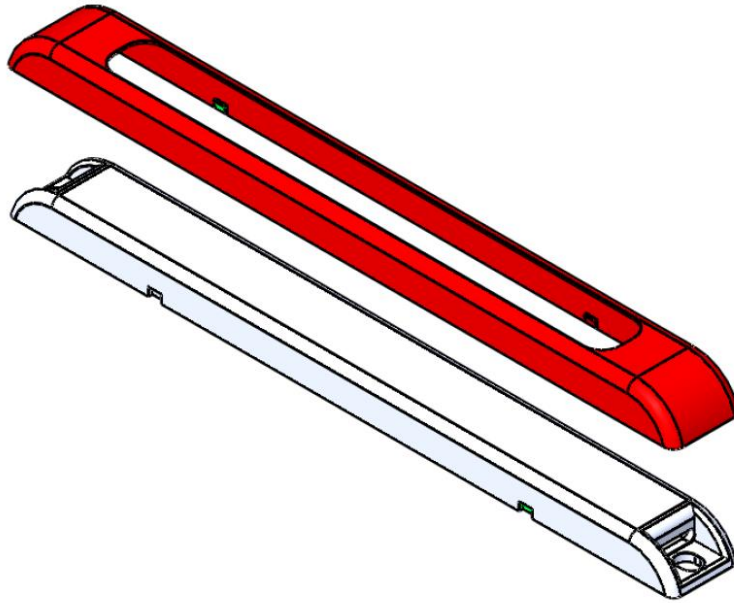
Osien toimivuutta testattiin useaan otteeseen suunnittelun aikana 3d-tulostetuilla pikamalleilla. Pikamallien avulla mekaanisia ratkaisuja pystyttiin kokeilemaan käytännössä ja muokkaamaan toimivuuden parantamiseksi. 3d-tulosteiden avulla tuotetta oli myös helpompi tarkastella ja miettiä mahdollisia parannuskohteita.

6.5 Teollinen muotoilu

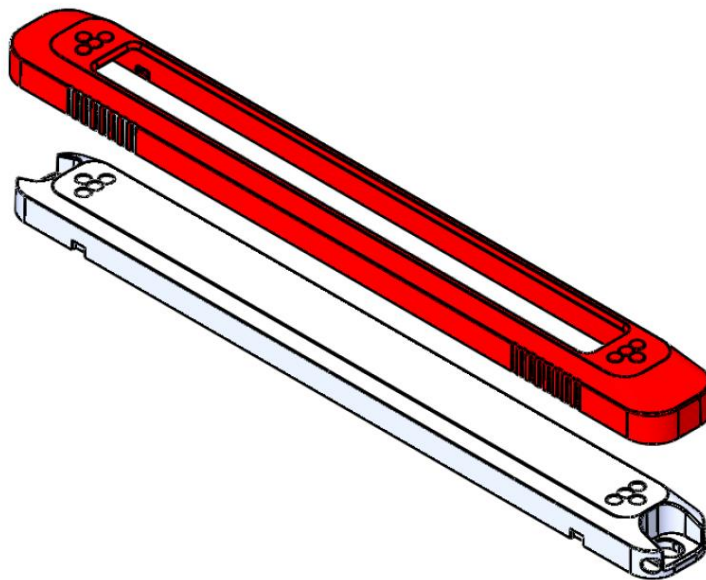
Teollinen muotoilu on yksi tuotekehityksen alue muiden joukossa ja hyvän muotoilun avulla voidaan erottautua kilpailevista tuotteista, jos teknisillä ominaisuuksilla ei saada merkittävää kilpailuetua. Teollisen muotoilun avulla tuotteelle saadaan halutunlainen ulkoasu, jonka muodoilla pyritään tukemaan tai voimistamaan tuotteen haluttuja ominaisuuksia. Muotoilu voi esimerkiksi antaa vaikutelman hyvästä laadusta tai kestävydestä. (Välimää, Kankkunen, Lagerroos & Lehtinen 1994, 69 – 70.)

Suunnittelun loppupuolella konsultoitiin teollista muotoilijaa uuden valaisimen muotoilusta, jotta sen muotomaailma olisi linjassa yrityksen muiden tuotteiden kanssa.

Konsultoinnin jälkeen tehtiin muotoilijan luonnosten pohjalta uudet 3d-mallit valaisimen rungosta ja kuoresta. Kuviossa 13 nähdään miltä valaisin näytti ennen muotoilijan vinkkejä. Kun taas kuviossa 14 on lopullinen valaisin muotoilijan luonnosten ja vinkkien pohjalta. Muotoilun avulla tuotteen yleinen ilme parani merkittävästi ja siitä saatu palaute oli erittäin positiivista.



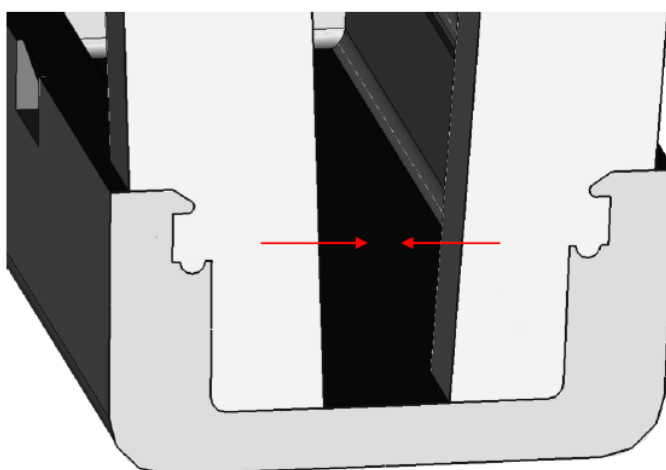
KUVIO 13. Valaisimen runko ja kuori ennen muotoilijan konsultaatiota



KUVIO 14. Valaisimen runko ja kuori muotoilijan konsultaation jälkeen

6.6 Ruiskuvaluosien valmistettavuus

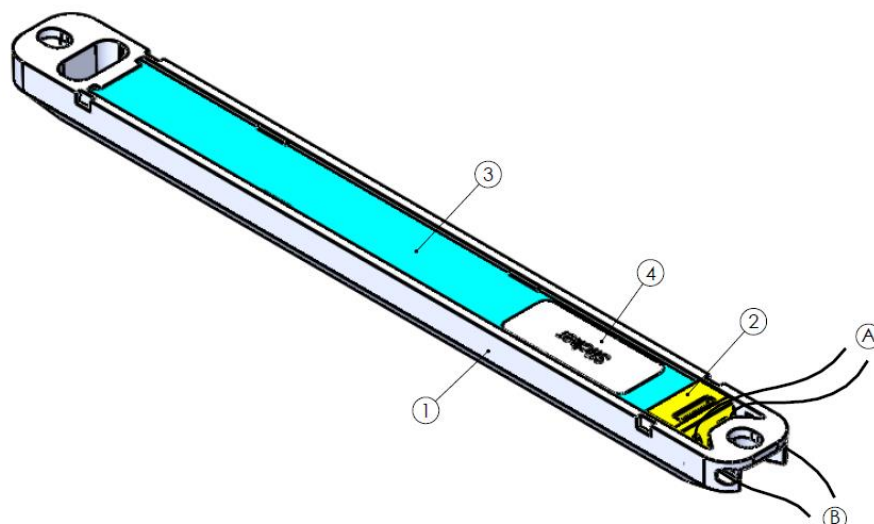
Kun tuotteen mekaniikan toimivuutta oltiin saatu todennettua riittävästi pikamalleilla, tehtiin valaisimen ruiskuvaluosista tarjouskysely muottivalmistajille. Tarjouskyselyn avulla saatiin parannusehdotuksia kappaleisiin, jotta ne olisi helpompi valmistaa ruiskuvalamalla. Rungosta jouduttiin poistamaan tiivisteelle tarkoitettu ura, koska sitä ei ollut mahdollista saada halutunlaiseksi uran ympärille tulevien snap-liitosten takia. Kuviossa 15 havainnollistetaan miten ruiskuvalumuoteissa yksityiskohtien tekoon käytettävät luistit eivät olisi pystyneet liikkumaan pois muotista kyseisen uran kanssa. Lisäksi kuviossa 16 näkyvien rungon sisäpuolelle tulevien piirilevyn snap-liitoksien sijoittelu muutettiin niin, että ne eivät olisi reunoilla vastakkain toisiinsa nähden, jotta luisteille jäisi enemmän tilaa vapautua rungon sisältä.



KUVIO 15. Ongelma luistien kanssa

6.7 Lopullinen tuote

Uuden tuotteen rakennetta saatiin yksinkertaistettua selvästi verrattuna vanhaan tuotteeseen. Alkuperäisessä tuotteessa erillisiä osia oli yhteensä seitsemän, kun taas uudessa tuotteessa osia on neljä eli niiden määrä väheni lähes puolella. Vaikka osien määrä väheni, saatiin valaisimeen onnistuneesti sisällytettyä vaaditut ominaisuudet.



KUVIO 16. Valaisimen rakenne kokoonpantuna

Kuviosta 16 nähdään lopullinen valaisin kasattuna, jossa piirilevy (kuvio 16, osa 3) on painettu sille tarkoitettuihin snap-liitoksiin ja se on lukittu paikoilleen päätykappaleella (kuvio 16, osa 2). Kuviossa myös havainnollistetaan johtimien vaihtoehdot asennustavat kokoonpanovaiheessa. Vaihtoehdossa A johtimet tulevat suoraan ulos rungosta päätykappaleen jälkeen. Kun taas vaihtoehdossa B johtimet tulevat rungon (kuvio 16, osa 1) päädyn reikien kautta. Tyypittarra (kuvio 16, osa 4) liimataan piirilevyn pohjaan.

Merkittävimmät hyödyt saatiin tuotteen kokoonpanoon, josta saatiin poistettua hitaat työvaiheet eli massaaminen, liimaaminen sekä johtojen juottaminen. Myöskään erillistä jiggiä ei tarvita missään kokoonpanon vaiheessa. Uuden valaisimen kokoonpanosta tuli erittäin yksinkertainen snap-liitoksien ansiosta. Kokoonpano aloitetaan kytkemällä johtimet piirilevyn liittimeen, jos johtimet halutaan kulkemaan päädyn reikien kautta, tulee ne vetää piirilevylle reikien läpi ennen kytkemistä. Tämän jälkeen piirilevy painetaan käsin rungon snap-liitoksiin paikoilleen ja johtimet asetellaan niille tarkoitettuihin syvennyksiin. Päätykappale painetaan piirilevyn päätyyn johtimien päälle sille tarkoitettuun kohtaan, jolloin johtimet jäävät tiukasti rungon ja päätykappaleen väliin. Puristus toimii johtimien vedonpoistona ja rungon tiivistyksenä.

Ruiskuvalurungosta saatiin suunniteltua täyttämään haluttu IP54-tiiveysluokka ilman vanhassa tuotteessa olleita liimauksia tai massauksia. Uuden valaisimen kokoonpanossa ei tarvita erillisiä työkaluja kuin johtosarjan johtojen liittämiseen piirilevyn liittimeen, joka korvasi vanhassa piirilevyssä olleen johtimien juottamisen. Ruiskuvalurungossa johdot on mahdollista kytkeä päädyn reikien tai pohjan kautta, aiemmin tätä ominaisuutta varten vanhasta valaisimesta valmistettiin kahta eri versiota, jotta asiakas sai asennettua valaisimen halutulla tavalla.

Uusi valaisin (kuvio 17) näyttää myös huomattavasti viimeistelymmältä kuin vanha tuote. Lisäosana valaisimeen suunniteltiin rungon päälle painettava kuori, jolla saadaan peitettyä rungon sivuille pääsevä valo ja peitettyä ruuvien kannat. Eri värisillä kuorilla saadaan helposti muutettua valaisimen väri asiakkaan haluamaksi. Lopullinen tuote täytti hyvin sille asetetut tavoitteet ja muotoilijan palautteen ansiosta valaisimesta saatiin tehtyä merkittävästi tyylikkäämpi verrattuna aikaisempiin malleihin.



KUVIO 17. Renderöity räjäytyskuva uuden valaisimen osista ja piirilevystä

7 RATIONALISOINTIPROSESSIN LUOMINEN

7.1 Prosessin tavoitteet

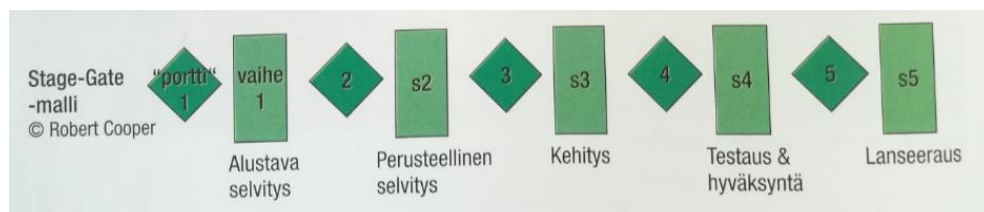
Prosessin tavoitteena oli saada valittua ohjatusti tuotteet, jotka olisi hyödyllistä rationalisoida esimerkiksi kustannussäästöjen vuoksi. Yrityksellä oli tuotannossa käytössä prosessi, jolla tarkasteltiin tuotteiden rationalisointitarpeita heidän näkökulmastaan. Tässä työssä keskityttiin tuotteiden uudelleensuunnittelurationalisointiin.

7.2 Prosessin suunnittelu

Prosessin suunnittelussa tavoitteena oli karsia epäedulliset tuotteet mahdollisimman alkuvaiheessa, jotta säästyttäisiin ylimääräiseltä työltä. Rationalisointiprosessikaavio pyrittiin jakamaan selkeisiin vaiheisiin, jotta sen etenemisen seuranta olisi vaivatonta ja yrityksen osastojen vastualueet saataisiin rajattua tehokkaasti. Prosessin kuvaamiseen käytettiin Microsoft Visio -ohjelmistoa, joka on tarkoitettu erilaisten kaavioiden tekoon.

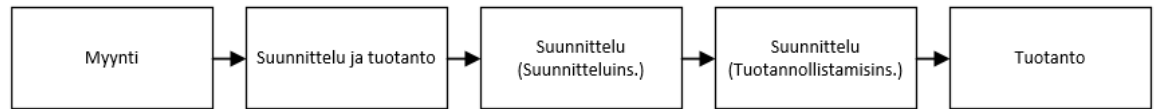
7.2.1 Prosessin etenemismalli

Rationalisointiprosessi etenee vaakasuunnassa vasemmalta oikealle Robert Cooperin kehittämän Stage-Gate-mallin mukaisesti, jossa päätöksiä ("porttien") kautta edetään seuraaviin vaiheisiin kuvion 18 mukaisesti. Mallin avulla prosessin edistymistä pystytään seuraamaan järjestelmällisesti ja mahdolliset virheet tai ongelmat havaitaan hyvissä ajoin. (Tekes 2000, 18 – 19.)



KUVIO 18. Stage-Gate-malli (Tekes 2000, 18)

Pystysuunnassa ylhäältä alaspäin rationalisointiprosessi etenee prosessiin osallistuvien yrityksen osastojen mukaan. Kuviossa 19 on selkeytetty miten prosessi etenee prosessikaavion pystysarakkeissa yrityksen osastojen sisällä.



Kuvio 19. Prosessin eteneminen osastoittain

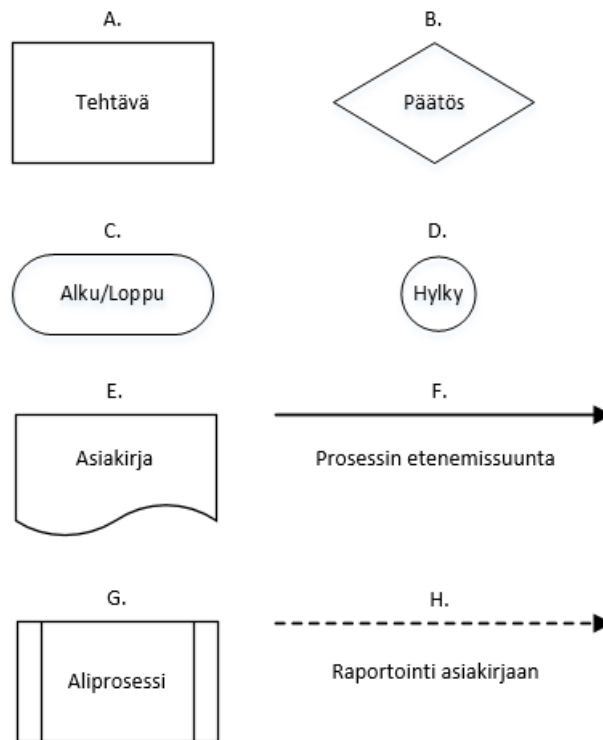
7.2.2 Kustannusten arviointi

Prosessin alussa tämän hetkiset kustannukset määritellään, jotta pystytään prosessin edetessä arvioimaan onko tuotteen rationalisoinnin loppuun vieminen kustannussäästöjen perusteella kannattavaa. Mahdollisia kustannussäästöjen kohteita voivat olla esimerkiksi osien vähentäminen, kokoonpanon tehostaminen, valmistusmenetelmän muuttaminen tai tukikustannuksien vähentäminen (Ulrich & Eppinger. 2012, 257).

Tukikustannukset sisältyvät tuotteen yleiskustannuksiin ja niihin lukeutuvat mm. materiaalien käsittely, laadunvalvonta, osien ostaminen, toimituskustannukset ja työkalujen ylläpito. Yleiskustannukset voidaan jakaa tukikustannuksiin ja epäsuoriin kustannuksiin. Epäsuorat kustannukset ovat pakollisia kustannuksia, joita ei pystytä osoittamaan tietylle tuotteelle, kuten esimerkiksi tilojen ylläpitokustannukset. Koska epäsuoria kustannuksia ei suoraan yhdistetä tietyn tuotteen kustannuksiin, niitä ei oteta huomioon, vaan ainoastaan tukikustannussäästöjä tarkkaillaan. (Ulrich & Eppinger. 2012, 259.)

7.2.3 Muodot ja viivat prosessikaaviossa

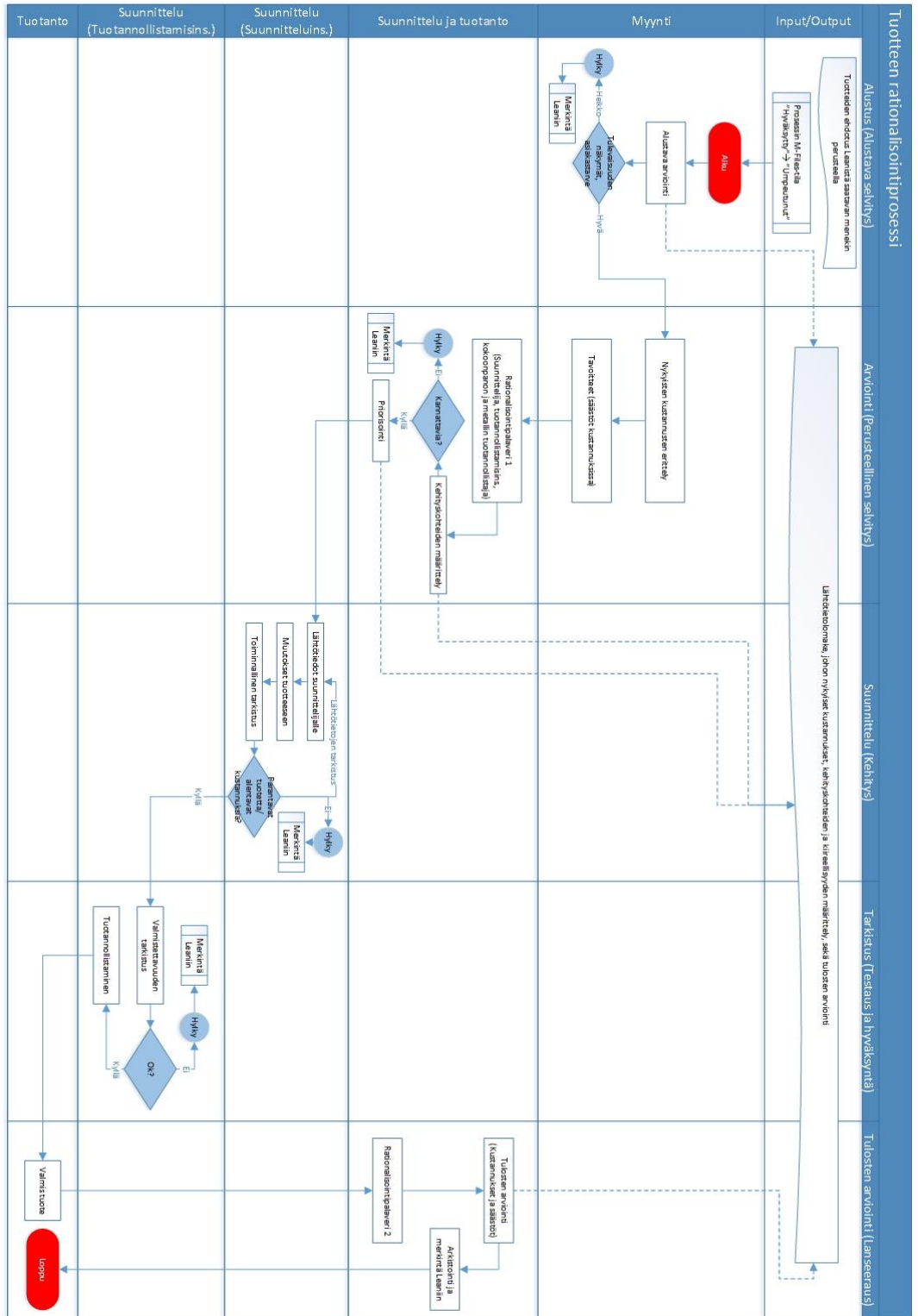
Erilaisilla muodoilla kuvataan prosessin eri vaiheita ja muotojen perusteella on helppoa esimerkiksi etsiä kohdat, joissa tehdään päätös prosessin etenemisestä. Kuviosta 20 nähdään prosessikaaviossa käytetyt muodot ja viivat sekä niiden määritelmät lyhyesti.



Kuvio 20. Prosessikaaviossa käytetyt muodot ja viivat

Lisäksi prosessikaavion vaiheita jaetaan osiin pysty- ja vaakasuuntaisilla viivoilla, joita kutsutaan ”swimlaneiksi”. Pystysuuntaiset viivat jakavat prosessin järkeviin vaiheisiin, jotka nimetään kaavion ylälaitaan. Tämän työn prosessikaaviossa hyödynnettiin aiemmin mainittua Stage-Gate-mallia. Vaakasuuntaisilla viivoilla jaetaan prosessin vastualueita yrityksen osastojen mukaan, jotka nähtiin kuviossa 19. Molemmilla viivoilla helpotetaan prosessin seuraamista ja etenemistä.


Rationalisointiprosessikaavio on esitetty kuviossa 21.



KUVIO 21. Tuotteen rationalisointiprosessikaavion ensimmäinen versio

7.2.4 Lähtötietolomake

Prosessin tueksi luotiin lähtötietolomake, johon prosessiin osallistuvat kirjaavat ylös määriteltyjä tietoja rationalisointiprosessin aikana. Lomake on esitettyinä kuviossa 22. Lomakkeen avulla saadaan koottua tarpeelliset tiedot yhteen, jotta niitä voidaan tarkastella prosessin eri vaiheissa. Lomake arkistoidaan suoritettuna prosessin jälkeen, jotta lomakkeeseen kirjattuja asioita saadaan tarkasteltua tarvittaessa jälkikäteen. Lähtötietolomake tehtiin Word-tekstinkäsittelyohjelmalla.

			
RATIONALISOINTIPROSESSIN LÄHTÖTIETOLOMAKE			
YLEISTÄ			
Nimike:		pvm:	
A. ALUSTAVAT TIEDOT (MYynti TäYttÄÄ)			
Välittömät ainekustannukset:		Välittömät työkustannukset:	
Kustannustavoite:			
Menekki viimeisen 24 kuukauden aikana (kpl):			
Tulevat tilaukset:			
B. KEHITYSKOHOETEET (RATIONALISOINTIPALAVERI 1)			
Kokoonpano:	<input type="checkbox"/> Ei tarvetta	<input type="checkbox"/> Kyllä:	
Valmistusmenetelmät:	<input type="checkbox"/> Ei tarvetta	<input type="checkbox"/> Kyllä:	
Mahdollinen yleistuote:	<input type="checkbox"/> Ei	<input type="checkbox"/> Kyllä	
Muutosten kiirellisyys:	<input type="checkbox"/> Mahdollisimman pian	<input type="checkbox"/> 2-3kk sisällä	<input type="checkbox"/> Resurssien sallissa
C. TULOStEN ARVIOINTI (RATIONALISOINTIPALAVERI 2)			
Rationalisoidun tuotteen kustannukset			
Välittömät ainekustannukset:		Välittömät työkustannukset:	
Takaisinmaksuajan arvio:			
Toiminnallisuus:			<input type="checkbox"/> OK
Tehdyt muutokset:			<input type="checkbox"/> OK
HYVÄKSYNTÄ			pvm:
Suunnittelija:		Tuotannollistamisinsinööri:	
Projektipäällikkö:			
01.04.2018 JAV			

KUVIO 22. Rationalisointiprosessin lähtötietolomake

7.3 Prosessin vaiheet

Kuvion 21 rationalisointiprosessikaaviosta nähdään koko prosessin eri vaiheet. Seuraavissa kappaleissa käydään yksityiskohtaisemmin läpi prosessin eteneminen alusta loppuun.

7.3.1 Tiedot prosessia varten

Prosessin ohjaamiseksi yrityksen Lean-toiminnanohjausjärjestelmään määritettiin ohjaus, joka valaisimien viimeisen kahden vuoden menekin perusteella luo listan rationalisointiprosessiin ohjattavista nimikkeistä. Tuotteella tulee olla riittävä menekki, jotta se valitaan prosessiin.

Prosessiin rajattiin valaisinnimikkeet Lean-järjestelmästä. Teknowaren järjestelmässä nimikkeiden tyypit ovat lajiteltu valaisimiin, levyosiin, ostosiin ja puolivalmisteisiin. Näistä valaisimet ovat varsinaisia lopullisia tuotteita ja muut nimikkeet löytyvät pääasiassa niiden rakenteiden alta.

Prosessin jatkuvuuden takaamiseksi se käynnistetään M-Files-tiedonhallintajärjestelmän avulla määritellyn ajan välein, jolloin myynti aloittaa prosessin alusta ja käy läpi Lean-tietojen perusteella ehdotetut tuotteet rationalisointiprosessiin. Toimenpide toteutetaan M-Filesin tilasiirtymien kautta. Loppuunviety rationalisointiprosessi asetetaan hyväksyty-tilaan, joka määritellyn ajan kuluttua muuttuu umpeutunut-tilaan ja tällöin prosessin aloituksen vastuuhenkilölle tulee ilmoitus, että rationalisointiprosessi tulee käynnistää.

7.3.2 Prosessin aloittaminen

Prosessin käynnistyttyä myynti tekee Lean-tiedon perusteella valikoiduille tuotteille alustavan arvioinnin, jonka perusteella prosessia jatketaan tai se hylätään. Alustavassa arvioinnissa otetaan huomioon tuotteen tulevaisuuden näkymät, asiakastarve, myyntipotentiaali ja aiempi menekki. Jos tuotetta pidetään potentiaalisena rationalisoinnin kohteena prosessia jatketaan. Jos tuotetta ei pidetä kannattavana rationalisoinnin kohteena

Lean-järjestelmään laitetaan merkintä, että se on ollut rationalisointiprosessissa tietyssä päivämääränä ja se suljetaan pois leanin rationalisointiprosessista seuraavaksi viideksi vuodeksi. Viiden vuoden jälkeen tuotteen on mahdollista päästä uudelleen arvioitavaksi prosessiin, jos menekikriteerit sillä edelleen täyttyvät.

7.3.3 Prosessin eteneminen

Prosessin edetessä seuraavaan vaiheeseen myynti kirjaa lähtötietolomakkeeseen tarvittavat tiedot. Tämän jälkeen pidetään rationalisointipalaveri 1, jossa suunnittelu ja tuotanto yhteistyössä käyvät läpi rationalisoitavaa tuotetta ja määrittelevät sille mahdollisia kehityskohteita. Palaverin tulokset kirjataan lähtötietolomakkeeseen, jonka perusteella prosessin seuraavassa vaiheessa suunnittelija lähtee toteuttamaan muutoksia rationalisoitavaan tuotteeseen.

Muutoksien toteuttamisen jälkeen suunnittelija varmistaa muutosten toimivuuden sekä vielä arvioi niiden vaikutuksen tuotteen kustannuksiin. Prosessin edetessä seuraavaan vaiheeseen tuotannollistamisinsinööri varmistaa tuotteen valmistettavuuden, jotta tuote voidaan tuotannollistaa ja lopulta edetä tuotantoon.

Prosessin lopuksi pidetään rationalisointipalaveri 2, jossa käydään läpi tehdyt muutokset ja niiden lopulliset vaikutukset tuotteen kustannuksiin, jotka kirjataan ylös lähtötietolomakkeeseen. Palaverin lopuksi osallistujat kuittaavat lähtötietolomakkeen hyväksytyksi omalta osaltaan ja se arkistoidaan sille määrättyyn sijaintiin verkkolevyllä. Lisäksi rationalisoitu tuote merkataan Lean-järjestelmään prosessin käyneeksi, jotta se voidaan sulkea pois tulevista rationalisointiprosesseista.

8 YHTEENVETO

Uuden valaisimen suunnittelu ja rationalisointiprosessin luominen oli haastava ja mielenkiintoinen prosessi. Pääosassa opinnäytetyötä oli tuotteen 3d-mallinnus ja sen mekaanisten ratkaisujen suunnittelu sekä toteutus valitun valmistusmenetelmän mahdollisuudet ja rajoitteet huomioon ottaen. Rationalisointiprosessi kehitettiin tuotteen suunnittelun jälkeen, jolloin olin ehtinyt tutustumaan yrityksen käyttämiin järjestelmiin ja tapoihin tuotesuunnittelussa ja pystyin hyödyntämään omia kokemuksiani prosessia suunniteltaessa.

Opinnäytetyön päätavoitteena oli suunnitella korvaava tuote vanhalle pulpettivalolle, joka ratkaisisi sen valmistuksessa ja kokoonpanossa ilmenneet haasteet. Uudesta tuotteesta syntyi toimiva ja kustannustehokas valaisin, joka täytti sille asetetut tavoitteet erinomaisesti. Toisena tavoitteena oli kehittää tuotteiden rationalisoinnin ohjaamiselle hallittu prosessi. Rationalisointiprosessikaaviosta ja sen lähtötietolomakkeesta saatiin tehtyä toimiva yhdistelmä, jolla prosessia pystytään ohjaamaan ja seuraamaan.

Haasteita työn tekemiseen toivat vähäinen kokemukseni tuotesuunnittelusta sekä uusien järjestelmien ja ohjelmistojen käytön opettelu opinnäytetyön aikana. Kuitenkin opinnäytetyötä tehdessäni pääsin käytännössä oppimaan, mitä asioita tuotteen ja prosessin suunnittelussa tulee ottaa huomioon ja etsimään ratkaisuja erilaisiin ongelmiin. Kaiken kaikkiaan opinnäytetyötäni tehdessäni sain arvokasta kokemusta erittäin monesta alaani liittyvästä asiasta, kuten tuotesuunnittelusta, prosessin suunnittelusta ja erilaisten valmistusmenetelmien tarjoamista mahdollisuuksista. Myös työni tulokset täyttivät niille asetetut tavoitteet hyvin.

LÄHTEET

Järvelä, P., Syrjälä, K. & Vastela, M. 2000. Ruiskuvalu. Tampere: Plastdata Oy.

Kurri, V., Malén, T., Sandell, R. & Virtanen, M. 2002. Muovitekniikan perusteet. Helsinki: Hakapaino Oy.

Michelsen, K. 2001. Työ, tuottavuus, tehokkuus: rationalisointi suomalaisessa yhteiskunnassa. Helsinki: Rationalisoinnin seniorikilta ry.

Nykänen, S. 2018a. Muovituotteen suunnittelun kokonaisprosessi [viitattu 2.4.2014]. Tampereen teknillinen yliopisto. Saatavissa: http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/castingdesign_overallprocess_FI.pdf

Nykänen, S. 2018b. Polykarbonaatti (PC) [viitattu 4.3.2018]. Tampereen teknillinen yliopisto. Saatavissa: http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/plastics_PC_FI.pdf

Nykänen, S. 2018c. Ruiskuvalu [viitattu 25.2.2018]. Tampereen teknillinen yliopisto. Saatavissa: <http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/ruiskuvaluprosessi.pdf>

Rationalisointiliitto ry. 1979. Rationalisoinnin käsikirja. Helsinki: Rationalisointiliitto ry.

Sorsa, J. 2015. Materiaalitekniikka. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Tekes. 2000. Tuotekehityksen tehostaminen valmistavassa teollisuudessa 1996 – 1999. Helsinki: Paino Center Oy.

Teknoware Oy. 2017a. Teknopower Group [viitattu 2.9.2017]. Saatavissa: <http://www.teknoware.com/fi/yrityksemme/teknopower>

Teknoware Oy. 2017b. Yrityksemme [viitattu 2.9.2017]. Saatavissa: <http://www.teknoware.com/fi/yrityksemme>

Ulrich, T. & Eppinger, D. 2012. Product Design and Development. New York: McGraw-Hill.

Välimää, V., Kankkunen, M., Lagerroos, O. & Lehtinen, M. 1994.

Tuotekehitys: asiakastarpeesta tuotteeksi. Helsinki: Painatuskeskus Oy.