

Risto Haverinen

ASMO-PÖYTÄLATURIN PROTOTYYPPI

ASMO-PÖYTÄLATURIN PROTOTYYPPI

Risto Haverinen
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma, koneautomaation suuntautumis-
vaihtoehto

Tekijä: Risto Haverinen
Opinnäytetyön nimi: ASMO-pöytälaturin prototyyppi
Työn ohjaaja: Helena Tolonen
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2015 Sivumäärä: 37 + 1 liite

Tämän opinnäytetyössä suunniteltiin ja valmistettiin ASMO-pöytälaturin prototyyppi, joka hyödyntää ASMO-laturin tekniikkaa. Prototyypin suunnittelussa huomioitiin mahdollinen sarjavalmistus tulevaisuudessa ja jatkokehitysideat.

Suunnitteluvaiheen aikana käytiin läpi pöytälaturia koskevia sähköturvallisuusmääräyksiä, muovituotteen yksityiskohtaista suunnittelua, ruiskuvalua ja 3D-tulostamista valmistusmenetelminä. SolidWorks 3D- mekaniikkasuunnitteluohjelmistolla tehtiin erilaisten latauksen kytkeytymismekanismien suunnittelu ja elementtimenetelmien opintojakson yhteydessä harjoitustyönä kuorille lujuusanalyysi.

Prototyypin testausvaiheessa kokeiltiin erilaisia mekanismiversiota. Yhdessä mekanismissa testattiin puhelimen painovoimaa kallistuessa ja mikro-USB-liittimen palautumista vetojousella. Pyöräytysmekanismissa testattiin mikro-USB-liittimen kääntymistä 180 asteella eri suuntaan ja sen lukitusta kuulan ja jousen avulla. Työntösolenoidimekanismissa testattiin lukitusväkästä ja mikro-USB-liittimen palauttamista pystyasentoon työntösolenoidilla. Uusia jatkokehitysideoita latauksen kytkeytymismekanismille saatiin eri mekanismiversioista. Parhaimmat tulokset saavutettiin painovoimamekanismin ja pyöräytysmekanismin testaamisessa.

Lujuusanalyysin pudotustestin tuloksia voi käyttää kuorien paksuuden arvioimisessa. Lujuusanalyysin tuloksien perusteella kuoren paksuuden kasvattaminen 2 mm:stä 3 mm:iin kasvatti testissä saatuja jännitysarvoja. Lisäksi lujuusanalyysissä arvioitiin mikro-USB-liittimen tappien kestävyyttä. Jatkokehityksessä koko laitteelle voi tehdä simuloinnin, jossa otetaan huomioon elektroniikkakomponentit ja niiden kiinnitykset.

Asiasanat: ASMO-laturi, prototyyppi, sähköturvallisuus, 3D-mallinnus, mekaniikkasuunnittelu

ALKULAUSE

Tämän opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen ja sopivan haastava insinööri-työksi. Haluaisin kiittää mahdollisuudesta tämän työn tekemiseen toimeksiantaja Asmo Salorantaa ja kiitän myös aktiivisesta osallistumisesta opinnäytetyön ohjaamiseen.

Lisäksi kiitän opinnäytetyön ohjaavaa opettajaa lehtori Helena Tolosta asiantuntevista neuvoista.

Oulussa 27.5.2015

Risto Haverinen

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
1 JOHDANTO	8
2 SÄHKÖTURVALLISUUS	9
2.1 Pienjännitedirektiivi	9
2.2 EMC-direktiivi	10
2.3 Konedirektiivi	10
2.4 CE-merkintä	10
2.5 ASMO-laturin toiminta ja turvallisuus	11
3 KUORIEN VALMISTUSMENETELMÄT JA MATERIAALIT	13
3.1 Materiaalit	13
3.1.1 PC-muovi	13
3.1.2 ABS-muovit ja muoviseokset	13
3.1.3 Materiaalin esivalinta	14
3.2 Valumuotit	14
3.2.1 Päästö	15
3.2.2 Ulostyöntövaihe	15
3.2.3 Pyöritykset	16
3.3 Valumuottien koneistaminen	16
3.4 Valumuottien jakotason sijainti	17
3.5 Muovituotteen yksityiskohtainen suunnittelu	17
3.5.1 Kaarevat muodot	18
3.5.2 Jäykistysrivat	18
3.5.3 Ruuvitornit	18
3.6 3D-tulostaminen valmistusmenetelmänä	19
4 ELEKTRONIIKKAKOMPONENTIT	21
4.1 Virtaliitin ja USB-latausliittimet	21
4.2 Mikro-USB-latausliitin	21
4.3 Mikrokytkin	21
4.4 Piirilevy	22

4.5 Työntösolenoidi	22
5 3D-MALLINNUS JA MEKANIKKASUUNNITTELU	23
5.1 Lähtövaatimukset	23
5.2 Eri mekanismiversioita	24
5.2.1 Painovoimamekanismi	24
5.2.2 Työntösolenoidimekanismi	24
5.2.3 Pyöräytysmekanismi	24
6 LUJUUSANALYYSI	26
6.1 Lähtötiedot	26
6.2 Tulokset	26
6.3 Johtopäätökset	27
6.4 Mikro-USB-liittimen tappien kestävyys	27
7 PROTOTYYPIN KOKOONPANO JA TESTAUS	29
7.1 Prototyypin kokoonpano	29
7.2 Prototyypin testaaminen	29
7.2.1 Painovoimamekanismin testaus	30
7.2.2 Työntösolenoidi mekanismin testaus	30
7.2.3 Pyöräytysmekanismin testaus	31
8 TULOKSET	32
8.1 Prototyypin kuoret	32
8.2 Painovoimamekanismi	32
8.3 Pyöräytysmekanismi	33
8.4 Jatkokehitysideat	33
9 YHTEENVETO	35
LÄHTEET	36
LIITTEET	
Liite 1 Lähtötietomuistio	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä suunnitellaan ja valmistetaan ASMO-laturin tekniikalla toimiva pöytämallin laturin prototyyppi. Prototyypin valmistamisen lisäksi opinnäytetyöhön kuuluvat laturin kuorien 3D-mallinnus suunnitteluvaiheessa ja osaluettelon laatiminen prototyypin osista. Prototyypin suunnitteluun sisältyy sähköturvallisuuden, sarjavalmistuksen ja valmistustekniikoiden huomioon ottaminen. Prototyypin valmistuksessa huomioidaan myös direktiivit ja CE-merkinnän saamisen vaatimukset.

Opinnäytetyö on rajattu ASMO-laturin tekniikalla toimivan langallisen pöytämallin laturin suunnittelemiseen ja prototyypin valmistamiseen. Opinnäytetyön toimeksiantaja suunnittelee laturin elektroniikan, ja opinnäytetyöntekijä huomioi ladattavan laitteen kytkemismekanismien toiminnan, elektroniikkakomponenttien ja latauskytkimen asentamisen laturin sisä- ja ulkopuolelle. Prototyypin testauksen jälkeen kerrotaan kehityskohteet ja mahdolliset ongelmat.

Haastavinta tässä opinnäytetyössä on huomioida valmistustekniikat, sähköturvallisuus, osien kokoonpantavuus ja toimeksiantajan vaatimukset latauksen kytkemismekanismissa. Suunnittelussa käytetään SolidWorks 3D- mekaniikka-suunnitteluohjelmistoa, jolla tehdään lujuusanalyysi, sekä erilaisten latauksen kytkemismekanismien ja elektroniikkakomponenttien asennusvaihtoehtojen suunnittelemisen.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on oululainen insinööri ja startup-yrittäjä Asmo Saloranta, joka on hakenut patentin valmistamilleen ASMO-laturien latauksen sammumisen keksinnölle. Keksinnössä laturin sisälle sijoitettava rele sammuttaa virran kulun itsestään, kun puhelin irrotetaan laturista. ASMO-laturi on kehitetty Oulussa Suomessa, jossa ne myös valmistetaan.

2 SÄHKÖTURVALLISUUS

ASMO-laturin prototyypin suunnittelussa otetaan huomioon sähköturvallinen suunnittelu. Suunnittelun lähtökohtana ovat valmiin ASMO-laturin materiaali, suojaeristys ja elektroniikkasuunnittelu. Siinä poistetaan päälle kaatuvien nesten, sähköiskujen ja palovaaran mahdollisesti aiheuttamat turvallisuusriskit. Suunnittelussa huomioidaan pienjännitedirektiivin (2006/95/EY), konedirektiivin (98/37/EC), EMC-direktiivin (2004/108/EY) ja CE-merkinnän vaatimukset.

Sähköturvalliset laitteet eivät aiheuta sähköiskun tai palon vaaraa. Laitteiden suunnittelussa tulee huomioida myös väärät käyttötavat. Sähköturvallisten laitteiden asennukset tehdään ammattitaidolla ja käytetään asianmukaisia tarvikkeita. Sähkölaitteistojen haltijoiden on huolehdittava oikeasta käytöstä, kunnonvalvonnasta ja kunnossapidosta, jotta laitteiden käyttö pysyy turvallisena. Sähkötyöt suunnitellaan ja toteutetaan niin, että työntekijän tapaturmariski minimoidaan. (1, s. 11.)

Sähköturvallisuussäädösten ohjeiden mukaan sähkölaitteet ja -laitteistot on rakennettava, suunniteltava, korjattava, valmistettava, huollettava ja käytettävä, niin, että ei aiheudu vaaraa kenenkään hengelle, terveydelle tai omaisuudelle. Sähkölaitteista ja -laitteistoista ei saa aiheutua sähköistä tai sähkömagneettista kohtuutonta häiriötä. Sähkölaitteiden ja -laitteistojen toiminta ei saa häiriintyä helposti sähköisesti tai sähkömagneettisesti. (1, s. 11.)

2.1 Pienjännitedirektiivi

Pienjännitedirektiiviä (2006/95/EY) sovelletaan kaikkiin sähkölaitteiden käytöstä aiheutuviin vaaroihin. Direktiiviä käytetään 50 - 1 000 V vaihtojännitteellä tai 75 - 1 000 V tasajännitteellä toimivissa toimilaitteissa, poislukien tietyt direktiivissä mainitut laitteet tai ilmiöt. Direktiivillä huolehditaan, että valmistajan edustaja varmistaa ja vakuuttaa, että valmistetut sähkölaitteet ovat direktiivin mukaisia. Direktiivin menettelyyn kuuluvat EU:n vaatimustenmukaisuusvakuutuksen ja teknisten tiedostojen laadinta ja toimenpiteet sähkölaitteiden valmistusprosessin direktiivin mukaisuudesta. Yleisin tapa osoittaa pienjännitedirektiivin noudattaminen on testauttaa laite standardien mukaisesti. Turvallisuusvaatimusten täyt-

tyminen voidaan todistaa myös osoittamismenettelyillä ja riskinarvioinneilla. (2; 3.)

2.2 EMC-direktiivi

EMC-direktiivin (2004/108/EY) mukaan turvallisten sähkölaitteiden ja sähkötarvikkeiden tulee olla myös sähkömagneettisesti yhteensopivia, niin että ne eivät aiheuta häiriötä muille sähkölaitteille. Lisäksi niiden täytyy kestää myös muiden sähkölaitteiden aiheuttamia häiriöitä. EMC-direktiiviä sovelletaan järjestelmiin, laitteisiin ja laitteistoihin, jotka mahdollisesti voivat aiheuttaa sähkömagneettisia häiriöitä tai joiden toimintaan mahdolliset häiriöt voivat vaikuttaa. EMC-direktiivin noudattaminen edellyttää, että laitteet eivät saa lähettää sovittua tasoa suurempaa häiriötä ja laitteiden tulee sietää sovitun tasoista häiriötä. (1, s. 18; 4.)

2.3 Konedirektiivi

Konedirektiivi (98/37EC) koskee liikkuvia osia ja turvakomponentteja, kuten turvareleitä ja turvarajakytkimiä sisältäviä laitteita. Direktiivi koskee koneiden turvallisuutta ja sisältää olennaiset turvallisuus- ja terveystaamukset koneille ja turvakomponenteille. (1, s. 18.)

Pienjännitedirektiivi koskee koneita silloin, kun koneessa on sähköllä toimivia osia, joista voi aiheutua EMC- tai pienjännitedirektiivin mukaisia vaaroja. Jos koneen vaarat aiheutuvat pääasiassa sähköstä, silloin toimitaan pienjännitedirektiivin mukaan. (1, s. 18.)

2.4 CE-merkintä

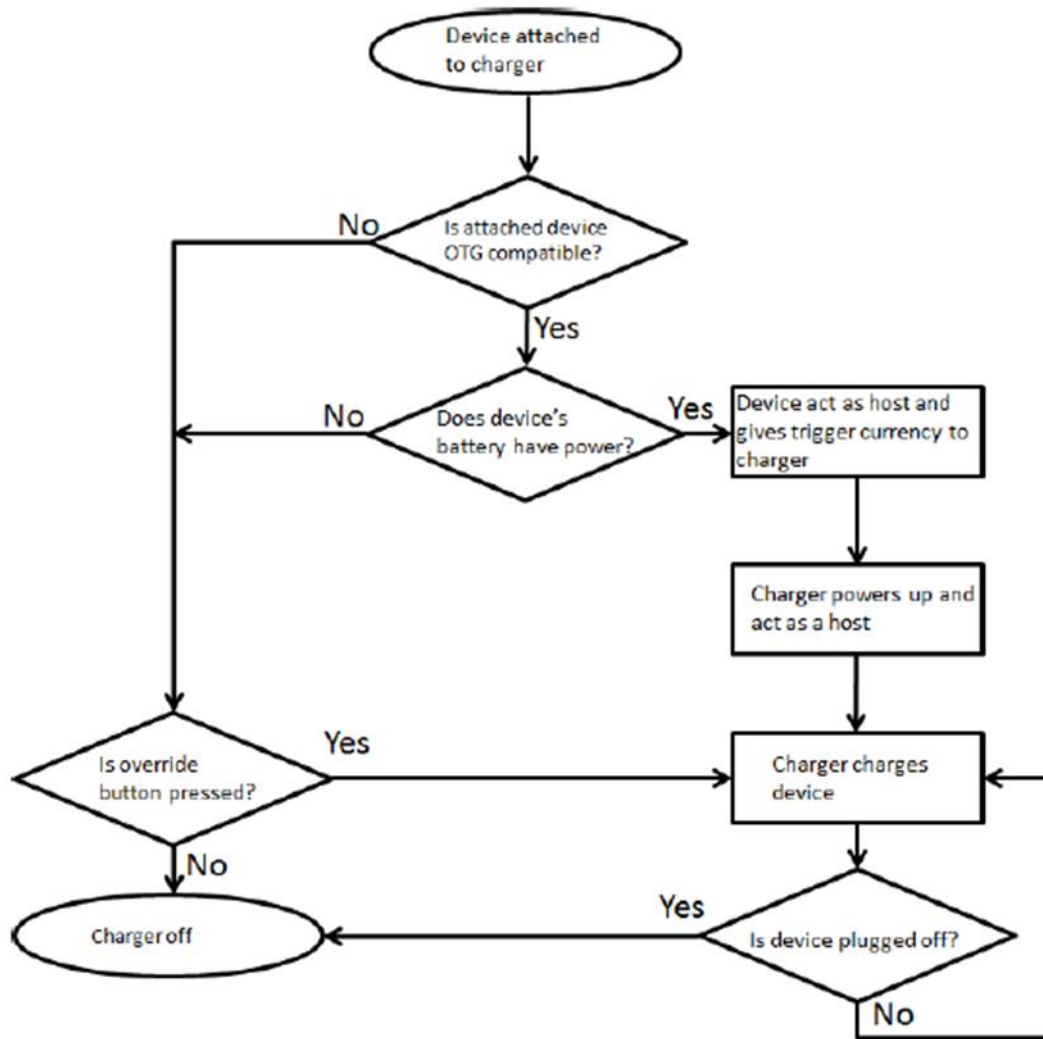
CE-merkinnällä varmistetaan tuotteiden vapaa liikkuvuus Euroopan talousalueella. Se on tarkoitettu pääsääntöisesti viranomaisia varten. Tuotemerkintä osoittaa, että valmistaja vakuuttaa tuotteen täyttävän EU-direktiivien vaatimukset ja että se on läpäissyt mahdolliset vaaditut tarkistukset. Merkintä sähkölaitteissa ei välttämättä takaa turvallisuutta tai laatua, koska myös väärinkäytökset ovat mahdollisia. Merkinnän käyttö tuotteessa edellyttää valmistajan tai maahantuojan asiakirjoja, joilla voi osoittaa EU:n säädöksiä ja direktiivien toteutu-

minen. CE-merkinnän vaatimukset ovat: valmistajan laatima tekninen tiedosto, vaatimustenmukaisuusvakuutus ja CE-merkinnän kiinnitys laitteeseen, pakkaukseen ja manuaaliin. (1, s. 19; 5.)

2.5 ASMO-laturin toiminta ja turvallisuus

ASMO-laturin tarkoitus on vähentää virrankulutusta ja parantaa samalla paloturvallisuutta. Normaalisti laturit kuluttavat sähköä myös silloin, kun ne on liitetty sähköverkkoon ja niihin ei ole kytketty ladattavaa laitetta. Virrankulutuksen voi kokeilla laturista kädellä ja siinä tuntuu lämpöä. Tämä valmiustilan virrankulutus vaihtelee tyypillisesti 300 mW - 1 W välillä. ASMO-laturi käynnistyy automaattisesti silloin, kun ladattava laite kytketään ja kytkee itsensä irti jännitelähteestä, kun ladattava laite irrotetaan laturista. Laturin sisälle sijoitettava rele sammuttaa virran kulun itsestään, kun puhelimen irrottaminen tapahtuu. (6.)

Tarkemmin laturin toiminta esitetään vuokaaviossa (kuva 1). Ensimmäiseksi ladattava laite liitetään laturiin. Jos ladattavan laitteen akussa on virtaa, ladattava laite on päällä ja laite on USB-OTG -yhteensopiva, niin ladattava laite toimii hostina syöttäen laturille herätejännitteen. Sen jälkeen laturi kytkeytyy sähköverkkoon, tunnistautuu laitteelle laturiksi ja ladattava laite kytkeytyy device-tilaan. Laturi lataa siihen liitettyä laitetta, kunnes ladattava laite irrotetaan laturista. Irrottamisen jälkeen laturi sammuu.



KUVA 1. Vuokaavio ASMO-laturin toiminnasta (7)

Jos puhelimen akku on tyhjä, kytkettävä laite on off-tilassa tai laite ei ole USB-OTG -yhteensopiva. Laturi ei silloin käynnisty ennen kuin käyttäjä painaa painiketta, joka käynnistää laturin ja laturi aloittaa lataamaan puhelinta. Laturi lataa liitettyä laitetta, kunnes ladattava laite irrotetaan laturista. Tämän jälkeen laturi sammuu. (6; 7.)

3 KUORIEN VALMISTUSMENETELMÄT JA MATERIAALIT

Puhelimien ja laturien kuorille tyypillinen valmistusmenetelmä on ruiskuvalu, kun valmistusmäärät ovat suuria eli vähintään 1 000 kappaletta. Ruiskuvalu soveltuu hyvin 10 000 - 100 000 kappaleen erille. (8, s. 275). ASMO-laturin valmistusmenetelmissä otetaan huomioon sarjavalmistuksen mahdollisuus prototyypin rakentamisen jälkeen. Ensimmäisessä ASMO-laturin prototyypistä tehdyssä 3D-mallissa pyritään ottamaan huomioon valmistusmenetelmänä käytettävän ruiskuvalun vaatimukset.

Ruiskuvalu mahdollistaa vaativien muoviosien valmistamisen ja se on merkittävä valmistustekniikka, jolla teknisestä muovista tuotetaan osia (9, s. 106). Yleinen valmistusmateriaali on matkapuhelimien kuorilla ABS ja PC, matkapuhelimien telineillä ABS, sähkökoteloilla PC ja tietokonekoteloilla ABS ja PC (9, s. 148).

3.1 Materiaalit

3.1.1 PC-muovi

PC eli polykarbonaatti on materiaalina vaikea ruiskuvalamiseen ja se on heikko väsymiskestävyydeltään, joka alenee toistuvien iskujen vaikutuksesta. Iskulujuus alenee seinämänpaksuuden kasvaessa ja se on loviherkkä ja altis jännityssäröille. Iskusitkeys on erittäin korkea -10 °C :seen asti ja korkein käyttölämpötila on $+115\text{ °C}$. (8, s. 33.)

3.1.2 ABS-muovit ja muoviseokset

ABS eli akrylinitriilibutadieenistyreeni on yksi eniten käytettyjä teknisiä muoveja erilaisissa käyttöesineissä ja laitteissa. ABS-muovin käyttöominaisuuksia voidaan parantaa seostamalla. ABS-muoviseoksilla saavutetaan parempia ominaisuuksia, kuin ABS-muovilla. ABS/PC-muoviseoksella saavutetaan parempi iskusitkeys ja lämmönkesto verrattuna ABS-muoviin, ABS/PSU-muoviseoksella saavutetaan parempi lämmönkesto ja alentumaton iskulujuus, ABS/PVC-muoviseoksella saavutetaan parempi palonkesto liittyneenä säilyneeseen isku-

lujuuteen sekä UV-säteilyn keston ja ABS/PS-HI-muoviseos on halvempi, mutta yhtä iskutukea materiaali kuin ABS. (8, s. 23.)

ABS muoville tyypillisiä positiivisia ominaisuuksia ovat helppo sulatyöstäminen, pinnoittaminen ja jatkojalostaminen liimaamalla tai hitsaamalla. ABS muovilla on hyvät lujuus, jäykkyys ja iskutukeus ominaisuuksien yhdistelmät sekä pienehkö vääntyilemättömyys ja kutistuma. ABS-muovi kestää vain keskinkertaisesti UV-säteilyä. Sillä on alhainen maksimilämpötila, heikko väsymislujuus ja huono liuotinten kestävyys. (8, s. 23.)

3.1.3 Materiaalin esivalinta

ASMO-laturin prototyypin suunnitteluun valmistusmenetelmien kannalta soveltuu paremmin ABS-muovi tai ABS-muovien seokset kuin PC-muovi. ABS-muovien etuna ovat helpot sulatyöstöominaisuudet ja hyvät mekaaniset ominaisuudet lujuus, iskutukeus ja jäykkyys. PC-muovin valmistettavuuden haittana on vaikea ruiskuvalettavuus ja lisäksi kestävyden kannalta haittana on loivherkkyys ja alttius jännityssäröilylle. Lujuusanalyysi osoittaa, että ABS-muovilla saavutetaan parempi lujuus rakenteelle kuin PC-muovilla.

3.2 Valumuotit

Valumuottien valmistaminen huomioidaan suunnitteluvaiheessa, niin että valmistettavasta ASMO-laturin pöytämällin prototyypin laturinkuorista pyritään tekemään geometrioiltaan yksinkertaiset. Tämä helpottaa prototyypin valmistamisen jälkeen jatkokehittämisessä valumuottien suunnittelua ja niiden edullista valmistamista. Valumuottien valmistusmateriaaliksi on oletuksena metalli ja prototyypin geometriassa huomioidaan valumuottien valmistaminen koneistamalla ja sen asettamat rajoitukset 3D-mallin geometriaan ja teolliseen muotoiluun.

Ruiskuvalukappaleiden taloudellisessa valmistuksessa jaksonaika on syytä saada mahdollisimman lyhyeksi. Valettavan muovimateriaalin mahdollisemman pienellä määrällä saadaan muovimassan jäähtyminen nopeammaksi sekä samalla materiaalikustannuksia pienemmäksi ja jaksonaikaa sarjavalmistuksessa lyhyemmäksi. Muovien ruiskutuslämpötilat ovat korkeita +150 - 400°C ja massan lämpötilan tulee laskea +60 - 200°C:seen, ennen kuin valettava kappale on

irrotettavissa valumuotista. (8, s. 48.) Ruiskuvalettavan kappaleen seinämän vahvuus pyritään minimoimaan lujuusanalyysillä, jossa otetaan huomioon mahdolliset jäykistysrivat.

3.2.1 Päästö

Ruiskuvalukappaleissa tulee olla päästöä $0,5^\circ$ - 1° valumuotin aukeamissuuntaan ulostyönnön helpottamiseksi. Useilla muovilajeilla on kykyä joustaa, joten vastapäästöäkin on mahdollista käyttää. Suunniteltavaan ruiskuvalukappaleeseen tulee välttää vastapäästöjä, koska ne lisäävät muottien huoltotarvetta ja lisäävät muottien valmistamisen kustannuksia (8, s. 307).

ABS eli akryliiniitriilibutadieenistyreenimuoville päästökulman tulisi olla vähintään $0,5^\circ$. Valumuotin kiillotuksen tulee olla avautumissuuntainen, jos valmistettavassa kappaleessa on syviä ulosvetoja tai syviä ripoja. Kipinätyöstetyn tai etusatun pinnan tapauksessa päästöä tulee lisätä 1° jokaista 0,025 mm:n profiilin syvyyttä kohti. (8, s. 205.)

3.2.2 Ulostyöntövaihe

Ulostyöntövaiheessa kappale poistetaan muotista ja valumuottiin rakennetaan yleensä mekaaninen ulostyöntö. Ulostyönnön onnistumisen kannalta ratkaisevaa on, että ulostyöntö tapahtuu materiaalin ja kappaleen kannalta oikealla voimalla. Jos valettavan kappaleen tarttumisvoima valumuottiin on suuri, niin se merkitsee suurta ulostyöntövoiman tarvetta. (8, s. 295.) Pehmeillä muoveilla ulostyöntöpinta-alaa valettavassa kappaleessa on oltava mahdollisimman paljon, sillä tämä jakaa ulostyöntörasitukset mahdollisimman tasaisesti kappaleeseen (8, s. 146).

Ruiskuvalukirjassa todetaan: ”Kappaleen poistamiseksi muotista tulee muovituotteessa olla suunniteltuna paikat, jotka kestävät ulostyönnön. Käytännössä tämä tarkoittaa riittävän lujia kohtia tuotteessa ja riittävää ulostyöntöpinta-alaa, jotta ruiskuvalukappale saadaan vaurioitumatta muotista. Ulostyöntökohdat tulee sopia muottivalmistajan kanssa riittävän aikaisessa vaiheessa (mielellään ennen suunnittelun aloittamista). Jos kappale on syvä, tulee käyttää suurempia päästökulmia. Alle $0,5^\circ$ päästökulmiin ei luonnollisella muotilla tule mennä ja

tällöin muottipintojen tulee olla sileitä”. (8, s. 296.) Prototyyppi valmistetaan 3D-tulostimella, joten ulostyöntökohtiin ei tarvitse kiinnittää enempää huomiota tässä vaiheessa.

3.2.3 Pyöristykset

Yleispyörityssäteen käyttö on suositeltavaa ruiskuvalukappaleen suunnittelussa. Sillä voidaan helpottaa muotin valmistusta huomattavasti. Loviherkät kohdat, holkkien juuret ja rivat ym. vaativat pyörityksen, jotta muovituotteesta saadaan kestävä. (8, s. 283.) Elektroniikkateollisuuden muovituotteissa käytetään yleisesti toleranssia SFS 4011/keski. (Taulukko 1.) Kulmapyörityksistä on hyvä tehdä yhtenäinen seinämän paksuuden osalta, jolloin valettava massa juoksee hyvin ja valettava massa jäähtyy tasaisesti aiheuttamatta kulmavirhettä seinämiin. (8, s. 302.)

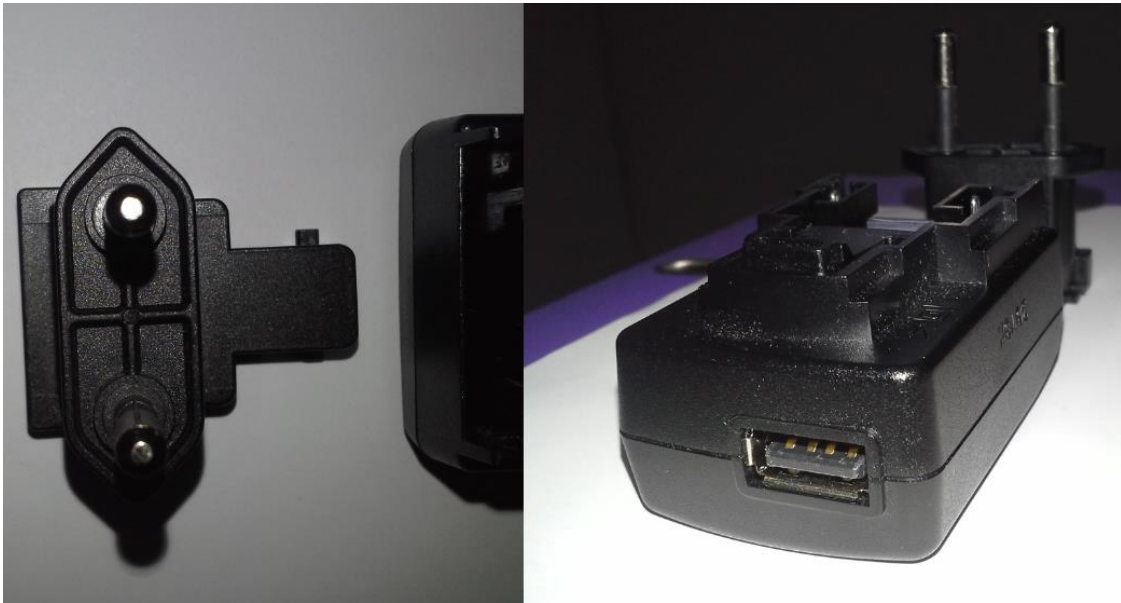
TAULUKKO 1. Standardin SFS 4011 / ISO 2768 mukaisia toleranssiarvoja muottituotteelle (8, s. 282)

SFS 4011 (ISO 2786-f) hieno, pituustoleranssi		SFS 4011 (ISO 2786-m) keski, pituustoleranssi		SFS 4011 (ISO 2786-c) karkea pituustoleranssi	
pituus (mm)	toleranssi (+/-)	pituus (mm)	toleranssi (+/-)	pituus (mm)	toleranssi (+/-)
0,5-3,0	0,05	0,5-3,0	0,1	0,5-3,0	0,2
3,0-6,0	0,05	3,0-6,0	0,1	3,0-6,0	0,3
6,0-30	0,1	6,0-30	0,2	6,0-30	0,5
30-120	0,15	30-120	0,3	30-120	0,8
120-400	0,2	120-400	0,5	120-400	1,2
400-1000	0,3	400-1000	0,8	400-1000	2
1000-2000	0,5	1000-2000	1,2	1000-2000	3
2000-4000	-	2000-4000	2	2000-4000	4

3.3 Valumuottien koneistaminen

Prototyypin 3D-mallinnuksessa huomioidaan ruiskuvalumuottien pyörityssäteiden ja päästöpinnan koneistuksessa käytettäviä jyrsimen ja sorvin teriä SECO:n tuoteluetteloiden avulla (10; 11; 12). Lisäksi mallina käytetään Samsungin matkapuhelimen Kiinassa valmistettua laturia (kuva 2) ruiskuvalukappaleen päästöpinnankulmien ja pyörityssäteiden suunnitteluun. Prototyypin valmistamisen

jälkeen teollinen muotoilija voi määrittää lopullisen muodon valmistusmenetelmien asettamissa rajoissa.



KUVA 2. Samsungin laturi

3.4 Valumuottien jakotason sijainti

ASMO-pöytäladurin prototyyppi suunnitellaan avautumaan noin puolivälistä vaakatasossa ja tätä voidaan käyttää jatkossa ruiskuvalumuottien suunnittelussa jakotason paikkana. Jakotasosta tulee suora ja laturinkuorien puoliskoista suunnilleen symmetriset. Jakotason paikka voi olla myös pohjassa, jolloin selviää yhdellä valettavalla kappaleella ja pohjalevyllä. Virtaliittimen ja USB-latausliittimien läpimenot monimutkaistavat tämän jälkeen valumuottisuunnittelua.

3.5 Muovituotteen yksityiskohtainen suunnittelu

Yleisesti ruiskuvalun seinämäpaksuudet vaihtelevat 0,1 - 6 mm:n välillä, ja käytännössä seinämän paksuudeksi valitaan 1 - 4 mm tuotteen koon mukaan (8, s.301-303). Prototyypin lujuusanalyysin paksuuksiin otetaan mallia ASMO-laturista ja vanhasta Nokia-matkapuhelimen laturista. Nokia-laturin tutkiminen antoi pari sovellettavaa ideaa omaan suunnittelutyöhöni.

3.5.1 Kaarevat muodot

Kaarevilla muodoilla vaikutetaan kappaleen jäykistämiseen ja ruiskuvalettavan kappaleen muodonmuutoksiin jäähtymisen aikana. Valmistusvaiheen aikana valettavan kappaleen paksuimmat kohdat jäähtyvät hitaasti ja voivat saada aikaan muodonmuutoksia: rakenteen kieroutumista, kaarevuutta, ym. ympäröivään rakenteeseen. Suuria tasopintoja tulisi välttää, sillä ne voivat aiheuttaa valukappaleen pintojen lommahtamisen jäähtyessä. Valukappaleen jäykkyys saavutetaan mieluummin rivoituksella kuin seinämänpaksuutta kasvattamalla. (8, s. 300.)

3.5.2 Jäykistysrivat

Ruiskuvalettavalle kappaleelle huomioidaan ASMO-laturin prototyypin suunnittelussa mahdollisen rakenteen jäykistämisen tarve ja jäykistysripojen vaatima tila. Jäykistysripoja käytettäessä jyrkiminen on ainoa edullinen koneistusvaihtoehto valumuottien valmistuksessa prototyypin sisäpuolisilla pinnoilla. Sorvaamista voi käyttää ulkopuolisille pinnoille alapuoliskossa ja mahdollisesti myös yläpuoliskossa.

Kappaleen jäykkyyttä ei voi suuresti lisätä kasvattamalla seinämän paksuutta, ja seinämän vahvuus määräytyy pääasiassa ruiskuvalun ehdoilla. Jäykistysrivotukset eivät saisi olla kovin syviä, sillä jäykistysrivat vaikuttavat valukappaleen irtoamiseen muotista ja myös kappaleen ulostyöntö vaikeutuu. Syvät jäykistysrivat nostavat myös valmistettavan valumuotin hintaa, sillä ne joudutaan valmistamaan kipinätyöstämällä erikseen. (8, s. 308.)

3.5.3 Ruuvitornit

ASMO-laturin prototyypissä käytetään kahta ruuvitornia, jotka sijoittuvat ladattavan puhelimen tai tabletin alapuolelle. Ruuvitornit mahdollistavat kuorien aukaisemisen ja kasaamisen prototyypin asennus- ja testausvaiheessa. Myöhemmin niiden sijaintia voi hyödyntää valukappaleen mekaanisen ulostyönnön tukipaikkana tai ne voi jättää rakenteesta pois kokonaan ja laturin kuoret voidaan koota valumuottien jakotason kohdalta hitsaamalla.

Ruiskuvalumuottien suunnitteluvaiheessa valettaviin kappaleisiin voidaan toteuttaa tarvittavat viisteet ja juurien imupyöritykset. Ruuvitornin ulkopuolen alahalkaisijamitta määräytyy ruuvin nimellishalkaisijan perusteella eli ruuvitornin ulkopuolen alahalkaisijamitta on kaksi kertaa ruuvin nimellishalkaisija. Ruuvitornit on tarkoitettu kestämään noin kymmenen kiinnitystä. Viisteitä ruuvitornin päässä käytetään helpottamaan ruuvin kierteelle menoa. Valumuotin suunnitteluun kuuluvan juuren imupyörityksen mittana käytetään 0,25 kertaa valukappaleen seinämän paksuus. (8, s. 316.)

3.6 3D-tulostaminen valmistusmenetelmänä

Edellä on käyty läpi ruiskuvalua valmistusmenetelmänä ASMO-laturin pöytämallin mahdollista sarjatuotantoa varten ja sen asettamia vaatimuksia sekä rajoituksia teolliselle muotoilulle ja valumuottien valmistamiselle. ASMO-laturin prototyyppi valmistetaan tulostamalla Oulun ammattikorkeakoulun 3D-tulostimella. 3D-tulostaminen on yleistynyt valmistusmenetelmä viime, vuosina ja se todennäköisesti yleistyy valmistusmenetelmänä tulevaisuudessa 3D-tulostimien- ja tulostusmateriaalien hintojen laskemisen myötä.

Vaihtoehtona ASMO-laturin pöytämallin sarjatuotantoon voi myös olla tulevaisuudessa 3D-tulostaminen. 3D-tulostimella voidaan valmistaa monimutkaisempia muotoja, joka antaa huomattavasti enemmän vapauksia muotoiluun. Mini-Factory 3 Education Edition 3D-tulostimella (kuva 3) on valmistettu esim. matkapuhelimien kuoria (13). Tulostimen hinta on 1 590 € ja tulostusmateriaalina olleen ABS-muovin tulostusnauhan kilohinta on 35 €/kg (14). Valmiista prototyypin 3D-mallista saadaan kappaleen tilavuus ja paino, joiden avulla voidaan arvioida materiaalikustannuksia. Lisäksi valmistuskustannuksiin kuuluvat hankittavan 3D-tulostimen hinnan kuolettaminen, sähkönkulutus ja työajan määrä.



KUVA 3. MiniFactory 3 Education Edition-tulostin (14)

4 ELEKTRONIIKKAKOMPONENTIT

Elektroniikkakomponenttien sijoittamisessa huomioidaan niiden mahdollisimman helppo kokoonpantavuus sarjatuotantoa ajatellen. Suunnitellut latauksen kytkentämekanismit määrittävät prototyypin komponenttien sijainnin ja latausliittimien sijoittelussa käytetään hyväksi symmetriaa.

ASMO-laturin pöytämallin prototyypin latauksen elektroniikkasuunnittelu tulee toimeksiantajalta ja prototyyppiin lisätään muutamia komponentteja. Lisäksi prototyyppiin tulee virtaliitin, mikrokytkin, työntösolenoidi, kaksi USB-latausliitintä lisälatauspaikoille ja mikro-USB-liitin, johon voi kiinnittää puhelimen tai tabletin pystyasentoon. Pystyasento mahdollistaa yhden laitteen akun lataamisen ja käyttämisen akun latauksen aikana.

4.1 Virtaliitin ja USB-latausliittimet

Virtaliitin ja USB-latausliittimet sijoitetaan prototyypin takaosaan kuorien ylä- ja alapuoliskon saumakohtaan. Virtaliitin on 90 asteen kulmassa pystyasennossa ladattavan laitteen näyttöön verrattuna ja USB-latausliittimet sijaitsevat virtaliittimen molemmilla puolilla 60 ja 45 asteen kulmissa. Liittimille valmistetaan 3D-tulostamalla asennuspedit, joilla liittimet saadaan pysymään paikoillaan prototyypin kasaamis- ja testausvaiheessa.

4.2 Mikro-USB-latausliitin

Toimeksiantaja määrittä mikro-USB-latausliittimen paikaksi aloituspalaverissa kuoren yläosan hahlon pohjan, johon puhelin kiinnitetään pystyyn latausasentoon. Mikro-USB-latausliittimen täytyy kallistua puhelinta tai tablettia latausasentoon käännettäessä ja lisäksi siinä huomioidaan latausliittimen ja ladattavan laitteen kytkemisestä tuleva rasitus.

4.3 Mikrokytkin

Akun lataaminen alkaa prototyypissä siinä vaiheessa, kun ladattava laite on työnnetty noin 15 - 20 asteen kulmaan ja mekanismi koskettaa mikrokytkintä. Toimeksiantaja antoi aloituspalaverissa 16(4)A 250VAC mikrokytkimen 55

mm:n vivulla, jota käytettiin suunnittelussa (15). Mikrokytkin kestää 100 000 sähköistä toimintoa ja 1 000 000 mekaanista kosketusta.

4.4 Piirilevy

Prototyypin piirilevyn paikan suunnittelussa käytetään toimeksiantajan ilmoittamia ASMO-laturin piirilevyn mittoja 40 x 30 x 15 mm. Sijoituspaikka piirilevylle on kuorien sisäpuoleisen pohjapinnan päällä ruuvitornin vieressä, ja sille tulostetaan asennuskiinnikkeet edellä mainituilla mitoilla.

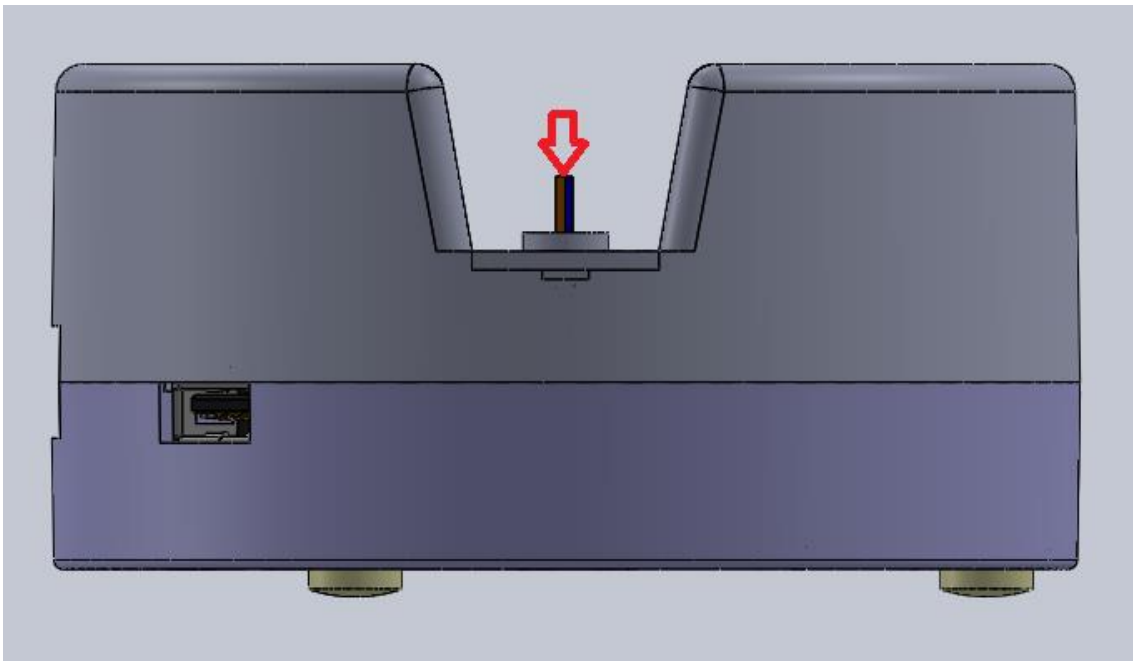
4.5 Työntösolenoidi

Prototyypin yhdessä mekanismiversiossa testataan työntösolenoidia mikro-USB-liittimen palauttamiseksi pystyasentoon. Mekanismissa on lukitus, joka kytkeytyy puhelinta kallistettaessa latausasentoon. Työntösolenoidia käytetään mikro-USB-liittimen palauttamiseen pystyasentoon, kun puhelin nostetaan pois latauksesta. Työntösolenoidilla saadaan aikaan noin 3 - 5 N voima lukituksen avaamiseksi ja vetojousi palauttaa sen jälkeen mikro-USB-liittimen pystyasentoon (16).

5 3D-MALLINNUS JA MEKANIKKASUUNNITTELU

5.1 Lähtövaatimukset

Toimeksiantaja määrittäi ASMO-pöytäladurin prototyypin kuorien muodoksi suoran ympyrälieriön. Kuorien yläosaan tulee hahlo, jossa ladattava laite asennetaan mikro-USB-liittimeen (kuva 4). Kuorien paksuudeksi valittiin 2 mm tutkimaani Nokia-matkapuhelimen laturin kuorien perusteella. Prototyypin kuorien kestävyys testattiin Oulun ammattikorkeakoulun elementtimenetelmien opintojakson harjoitustyössä pudotustestillä, josta on kohdassa 6 Lujuusanalyysi.



KUVA 4. Prototyypin kuoret, jossa mikro-USB-liittimen paikka hahlossa on merkittynä nuolella

Toimeksiantajan vaatimukset latauksen kytkeytymismekanismeille olivat aloituspalaverissa seuraavat: puhelin asennetaan aina täysin pystyssä 90 asteen kulmassa laturiin, puhelin ”kaatuu” tai sitä työnnetään taaksepäin noin 15 asteen kulmaan, jolloin katkaisija käynnistää latauksen. Esim. kun puhelin nostetaan pois laturista, mikro-USB-liitin kääntyy takaisin 90 asteen kulmaan jousen tai jonkin muun ratkaisun avulla.

5.2 Eri mekanismiversioita

Suunnittelutyön edetessä käydyissä ohjauspalavereissa käytiin toimeksiantajan kanssa läpi erilaisia ideoita latauksen kytkeytymismekanismista. Päädyimme kytkeytymismekanismin haasteellisen toteuttamisen vuoksi rakentamaan kolme erilaista versiota latauksen kytkeytymisestä ja mikro-USB-liittimen automaattisesta palautumisesta. Mekanismien eri osat suunniteltiin ruuvikiinnityksillä kasattavaksi ja purettavaksi, jotta mekanismien testaaminen voitiin suorittaa yksilöllä kuorilla. Sen lisäksi osien toimintaa voidaan tutkia myöhemmin helpommin fyysisesti.

Prototyypin testaaminen eri versiolla ja niiden yhdistelmillä antaa ideoita ASMO-pöytäladaturin jatkokehitykseen. Mekanismiversioita testattiin aluksi opinnäytetyöntekijän omalla 148,5 grammaa painavalla Samsung Galaxy Xcover 2-puhelimella.

5.2.1 Painovoimamekanismi

Ensimmäisessä versiossa latauksen kytkeytymisessä testataan ainoastaan puhelimen painoa ilman lukitusta, kun puhelin työnnetään taaksepäin latausasentoon. Mikro-USB-liittimen palautuminen tapahtuu vetojousella, kun puhelimen paino poistuu mekanismista. Palauttavasta vetojousesta tehtiin säädettävä, jolloin voidaan testata erilaisia jousikuormia.

5.2.2 Työntösolenoidimekanismi

Toisessa versiossa testataan lukitusväkästä, jolla puhelin lukittuu noin 15 asteen kulmaan taaksepäin työnnettäessä. Lukitusväkäsen avautumien tapahtuu työntösolenoidin voimalla, joka saa herätejännitteen puhelimen irrottamisen seurauksena. Lukitusvoimaa testausvaiheessa voi pienentää hiomalla lukitusväkäsen kärkeä lyhyemmäksi tai pitkää sivua ohuemmaksi.

5.2.3 Pyöräytysmekanismi

Kolmannessa versiossa voi kääntää mikro-USB-liitintä pyöräyttämällä 180 astetta eri asentoon. Tämä on sen vuoksi, että osassa ladattavista laitteista mikro-USB-liitin on eri asennossa ja kääntäminen mahdollistaa kosketusnäytön käyt-

tämisen lataamisen aikana. Lukitusmekanismina on kuula, jousi ja kuulapeti. Puhelin lukittuu noin 15 asteen kulmaan latausasentoon ja mikro-USB-liittimen palauttaminen tapahtuu käsin puhelimen irrotusvaiheessa. Lukitusmekanismiin voi myöhemmin soveltaa palauttamista vetojousella.

6 LUJUUSANALYYSI

6.1 Lähtötiedot

Lujuusanalyysi suoritettiin pudotustestinä Solid Works -FEM-laskentaohjelmalla elementtimenetelmien opintojakson yhteydessä. Pudotuskorkeutena testissä oli 1 000 mm, joka on verrattavissa pöydältä putoamiseen. Testattavina kuoren paksuuksina oli 2 mm ja 3 mm ja Plot Set-asetuksena testissä oli 1 ja 25. Prototyypin kuorien maksimi leveys on 104,7 mm ja korkeus 59 mm. Testattavan rakenteen paino oli 2 mm:n kuoren paksuudella 73,6 g.

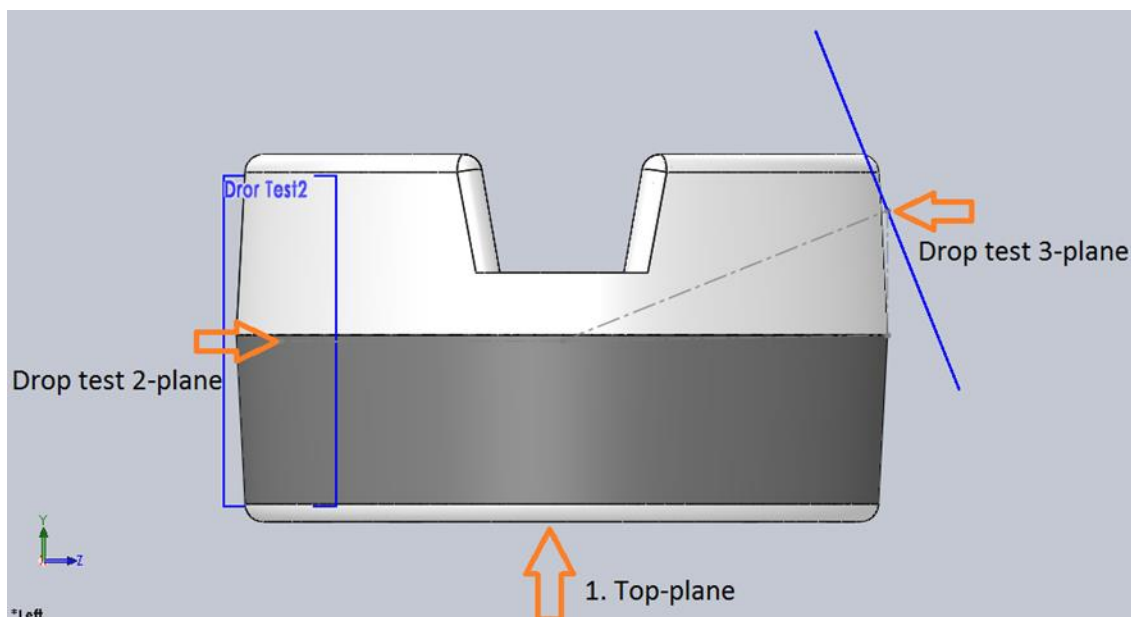
Pudotustestissä käytettiin ABS-muovia ja Model Type oli Plasticity von Mises. Solid Worksin tutorial-osion pudotustestiharjoituksen perusteella valittiin Plot Set arvoksi 1 ja testattiin myös ohjelman automaattisesti tarjoamalla Plot Set-arvolla 25, jolla pudotustestin jännitykset nousivat suuremmiksi. Elementtiverkko harjoitustyössä oli Curvature based mesh ja elementtien maksimikoko oli 10 mm ja minimikoko 3,3 mm.

6.2 Tulokset

Pudotustestin tulokset ovat esitettyinä taulukossa 2 ja kuvassa 5 on esitettyinä pudotuskohdat. Suurin Von Mises jännitys oli 8,0 MPa 2 mm:n kuoren paksuudella Plot Set 1 asetuksella pudotettaessa testattava kappale suoraan alaspäin Top-Planelle ja 3 mm:n kuoren paksuudella suurin jännitys oli 9,6 MPa myös Top-Planelle pudottaessa. Siirtymä pysyi lähes samana 0,43 - 0,47 mm:ssä kaikilla kolmella pudotuskohdalla ja 2 mm:n ja 3 mm:n kuoren paksuuksilla.

TAULUKKO 2. Lujuusanalyysin tulokset

PUDOTUSTESTIN TULOKSET				
Kuoren paksuus	Tiputuskohdan sijainti	Von Mises MPa(1 Plot set)	Von Mises MPa (25 Plot set)	Max siirtymä (mm)
2 mm	Top-Plane	8,0	11,6	0,47
2 mm	Drop test 2-Plane	2,6	11,6	0,44
2 mm	Drop test 3-Plane	6,5	47,7	0,43
3 mm	Top-Plane	9,6	10,5	0,47
3 mm	Drop test 2-Plane	6,5	16,4	0,44
3 mm	Drop test 3-Plane	7,6	56,4	0,42



KUVA 5. Pudotuskohdat lujuusanalyysissä

6.3 Johtopäätökset

Tuloksista (taulukko 2) voidaan päätellä, että kuoren paksuuden kasvattaminen nostaa pudotustestissä saatuja jännitysarvoja. Jos kuorien rakennetta on syytä jäykistää, on suositeltavampaa käyttää jäykistysripoja kuin kasvattaa kuorien paksuutta. Maksimisiirtymissä ei tapahtunut merkittäviä muutoksia. Tarkemmat tulokset testissä saadaan käymällä läpi kaikki 25 Plot set-asetusta, mutta prototyypivaiheessa riittävät tämän testin tulokset. ABS-muovin vetolujuus on 24 - 60 MPa ja taivutuslujuus 41 - 69 MPa (17, s. 904).

Pudotustestin tuloksista voi arvioida mahdollisten jäykistysripojen tarvetta kuorille. Suurin vaara pöytälatuurin putoamisesta tulee elektroniikkakomponenttien särkymisestä. Jatkokehityksessä koko laitteelle voi tehdä simuloinnin, jossa otetaan huomioon elektroniikkakomponentit ja niiden kiinnitykset.

6.4 Mikro-USB-liittimen tappien kestävyys

Elementtimenetelmien harjoitustyössä ei ollut mukana mikro-USB-liittimen tappien lujuusanalyysiä, joten arvioin sen erikseen. Pyöräytysmekanismin tai painovoimamekanismin yksi 2 mm halkaisijaltaan oleva valamalla valmistettu tappi kestää noin 160 N kuorman. Pinta-ala on 3,14 mm² ja taivutuslujuutena käytin

arvoa 50 MPa (N/mm²). Yhden millimetrin halkaisijan leventämisellä saadaan tappi kestävään 2,25 kertaa enemmän kuormaa ja kahden millimetrin leventämisellä neljä kertaa enemmän. Tarkempia lujuuslaskentoja kannattaa tehdä vasta jatkokehitysvaiheessa. Tulostamalla tehdyssä kappaleessa taivutuslujuuteen vaikuttaa tulostamisen suunta (18) ja se on syytä arvioida kokonaan uudeen jatkokehityksessä.

7 PROTOTYYPIN KOKOONPANO JA TESTAUS

ASMO-pöytälaturin prototyypin kuoret ja mekaniikkaosat valmistettiin Oulun ammattikorkeakoulun FDM-tekniikalla toimivalla Fortus 400m-3D-tulostimella. Tulostusmateriaalina oli musta ABSm30-muovi ja se on 25–70 prosenttia normaalia ABS-muovia lujempaa. Kerrospaksuutena tulostamisessa käytettiin 0,127 mm. (19.)

Prototyypin osien kokonaistulostusaika oli 22 tuntia ja suurimman osan yläkuoren 11 tuntia. Materiaalimenekki kaikille osille oli yhteensä 156 cm³. Yläkuoreen meni tulostusmateriaalina ollutta ABSm30-muovia 54 cm³ ja tukimateriaalia 26,5 cm³. Molempien materiaalien hinta oli 0,5 €/cm³ ja konetyön hintana oli 12 €/h. (18.)

Alakuoren materiaalimenekki on ylä- ja alakuoren painosuhteen perusteella $\frac{3}{4}$ eli noin 57 cm³. Prototyypissä käytettiin yläkuoressa kahta kantta, joihin tuli kaksi eri mekanismia mikro-USB-liittimille. Kansien tilavuuksiksi tuli noin 8 cm³ molemmille ja pienemmille mekaniikkaosille jää loput 2,5 cm³. Näistä pystyy arvioimaan 3D-tulostuskustannuksia koneajan ja materiaalimenekin perusteella.

7.1 Prototyypin kokoonpano

Prototyyppiä kokoonpantaessa käytettiin apuna neulaviiloja, liimaa, hiomapapereita, ruuveja ja mattopuukkoa osien sovittamisessa ja kiinnittämisessä. Mikro-USB-liittimet kasattiin liimaamalla kuoriin ja ruuvitornien vapaareikiä joutui laajentamaan neulaviilalla. Lukitusväkäsen kiinnityshahloa joutui myös laajentamaan mattopuukolla suunniteltujen tulostusmittojen pienen epätarkkuuden seurauksena. Suurimmaksi osaksi 3D-mallinnusvaiheessa suoritettu mitoitus onnistui riittävän hyvin ja lähes kaikki mekanismien toiminnot pääsi testaamaan.

7.2 Prototyypin testaaminen

Liimojen kuivamisen ja osien sovittamisen jälkeen aloitettiin testausvaihe mekaniikki kerrallaan. Testausvaiheessa joutui korjaamaan liimaamalla kolme osaa, seurauksena suunnitteluvaiheen liian pienistä materiaali paksuuksista. Lisäksi

osien lujuuteen vaikutti myös, missä asennossa osat oli 3D-tulostettu. Eniten kuormitusta testausvaiheessa saavat osat käännettiin niiden lujuuden kannalta edullisimpaan asentoon. Ladattavaa laitetta kiinnitettäessä mikro-USB-liittimeen tulee liittimen kuorien tappeihin suurin rasitus, ja lisäksi mikro-kytkintä liikuttavaan osaan tulee kuormitusta.

7.2.1 Painovoimamekanismin testaus

Painovoimamekanismin testaamisessa käytin kahta vetojoustta. Ensimmäinen jousi oli liian jäykkä, joten se ei toiminut suunnitellusti. Vetojousen alkuvoimasta ja jousivakiosta ei löytynyt valmistajan tietoja. Tein vetojouselle oman testin, jossa vetojouseen oli kiinnitetty työntömitta. Testistä sain jouselle venymäksi 12 mm, ja työntömitan paino oli valmistajan ilmoittama 150 g. Jousivakioksi tulee näillä arvoilla 0,125 N/mm.

Toinen vetojousi oli internetistä tilattu E01800141500S, jonka alkuvoima on 0,26 N ja jousivakio 0,01 N/mm (20). Vetojousen jousivakio oli alhaisin, minkä löysin internetistä hakemalla. Vetojousi toimi säätämisen jälkeen, niin kuin oli suunniteltukin. Testauksessa olleen puhelimen paino piti ladattavan laitteen laatusasennossa ja irrottamisen jälkeen mikro-USB-liitin palautui takaisin 90 asteen kulmaan.

7.2.2 Työntösolenoidi mekanismin testaus

Lukitusväkäsen kiinnityshahlon laajentamisen jälkeen lukitusväkäsellä sai lukitua testilaitteena olleen puhelimen 15 asteen kulmaan. Työntösolenoidilla tapahtuva lukituksen irrottamisen testaaminen ei onnistunut liian suuren lukitusvoiman vuoksi. Yritin pienentää lukitusvoimaa hiomalla lukitusväkäsen 1,5 mm paksua alapintaa ohuemmaksi. Seurauksena oli seuraavassa testausvaiheessa lukitusväkäsen murtuminen juuresta eikä korjaaminen liimaamalla tuottanut pitävää liitosta, joten testaaminen jäi tähän. Mekanismi todennäköisesti olisi sarjatuotantovaiheessa liian monimutkainen ja kallis valmistaa, joten en käyttänyt siihen enempää aikaa.

7.2.3 Pyöräytysmekanismin testaus

Pyöräytysmekanismi toimi 180 asteen kääntämisen suhteen aivan kuten olin suunnitellut. Lukitusmekanismeissa oleva jousi työntää ääriasennoissa mikro-USB-liitintä 1 mm:n ylös ja mikro-USB-liitimessä olevaa ladattavaa laitetta voi silloin kallistaa latausasentoon. Mikro-USB-liittimen kääntäminen 180 asteella onnistuu, kun lukitusmekanismin jouta painaa 1 mm:n alaspäin ja samalla kääntää liitintä.

Lukitusmekanismin kuulapedin suunnittelu ei onnistunut. Suunniteltu kuulannousemisliike 1 mm ylöspäin ladattavaa laitetta kallistettaessa latausasentoon, oli liian suuri. Hiomalla kuulapetiä matalammaksi sen sai toimimaan auttavasti. Käännettäessä ladattavaa laitetta latausasentoon joutui voimaa edelleen käyttämään liian paljon ja kuulapedin geometrian joutuu muotoilemaan uudelleen.

8 TULOKSET

8.1 Prototyypin kuoret

ASMO-laturin prototyypin kuorien geometriasta tuli yksinkertainen valumuottien valmistamista ajatellen. Prototyypin kuorien päästökulma on 1 aste ja nurkkapyöristykset 1 mm alakuoressa ja yläkuoressa 3 mm. Elementtimenetelmien harjoitustyöstä saadussa palautteessa selvisi se, että 3D-mallissa seinämän paksuus nurkissa vaihtelee välillä 2,4 - 2,7 mm. Seinämän paksuuden vaihtelu johtuu mallinnuksessa käytetystä samasta pyöristyssäteestä kuorien ulko- ja sisänurkissa. Paksumpi seinämän vahvuus ruiskuvalukappaleessa hidastaa jäähtymistä ja voi aiheuttaa muodonmuutoksia.

Alakuoren sisänurkan pyöristys on suositeltavaa olla mahdollisimman pieni, jotta komponenteille saadaan enemmän tilaa kuoren pohjalle. Jotta saavutetaan vakio seinämänpaksuus 2 mm, tulee alakuoressa sisäpuolella käyttää 1 mm nurkkapyöristystä ulkopuolen nurkkapyöristyksen ollessa 3 mm. Vastaavasti pyöristyssäteiden arvot yläkuorelle ovat sisäpuolella 3 mm ja ulkopuolella 5 mm.

Valumuottia koneistettaessa ei pitäisi tulla ongelmia, koska terälle tulee työstettäessä maksimissaan 33 mm syvyyttä. Nurkkapyöristykset yläkuoren valumuottien valmistuksessa on helpompi koneistaa 3,5 mm:n terällä, koska 3 mm:n terän pienemmän säteen johdosta koneistaminen ei ole niin sujuvaa. 3,5 mm:n terällä saadaan aikaan jouhevammat liikkeet. Virta- ja latausliittimien aukot kannattaa koneistaa suorakulmioksi valumuottien valmistusta ajatellen. (21.)

8.2 Painovoimamekanismi

Painovoimamekanismissa vetojousi palautti mikro-USB-liittimen pystyyn testattavana olleen puhelimen irrotuksen jälkeen. Mikrokytkimen jousivoima ei ollut mukana tässä testissä. Latauksen kytkeytymisen jatkokehityksessä voi käyttää piezo-elementtiä (22), jos vetojousen ja mikrokytkimen jousivoimat ovat yhdessä liian suuret.

Mikrokytkimen jousivoima palautti mikro-USB-liittimen takaisin pystyasentoon kallistamisen jälkeen silloin, kun testattava puhelin oli kiinni liittimessä. Mikrokytkimen sijaintia muuttamalla kauemmaksi kohdasta, jossa mikro-USB-liittimen kuori koskettaa mikrokytkimen 55 mm pitkään vipuun, vähentää mikrokytkimen jousivoimaa oleellisesti.

8.3 Pyöräytysmekanismi

Pyöräytysmekanismin 180 asteen kääntö toimi hyvin, ja siihen voi yhdistää vetojousi palautuksen. Kääntämisen jälkeen mikro-USB-liitin lukittui paikalleen mekaniismissa olevan puristusjousen avulla. Mekanismin kallistaminen latausasentoon onnistui myös suunnittelun mukaisesti ilman kuulapetiä ja kuulaa.

8.4 Jatkokehitysideat

Latauksen kytkeytymismekanismin jatkokehitysideaksi muodostui testausvaiheen aikana pyöräytysmekanismin yläosan uusi versio ilman kuulaa ja kuulapetiä. Siihen lisättyä mikrokytkimen sijainnin muuttaminen siten, että mikrokytkimen jousivoimaa vähennetään, se riittää toimimaan palautusjousena.

Virtaliittimen ja USB-latausliittimien kiinnittämiseen ja läpimenoihin jäi selvästi aihetta jatkokehittämiseksi. USB-latausliittimien sijoittaminen jatkossa ylä- ja alakuoren liitoksen puoliväliin on tiivistämisen ja kiinnittämisen kannalta parempi vaihtoehto kuin nykyinen sijainti alakuoren yläosassa. Mikro-USB-liittimen ja yläkuoren välinen liitos on todennäköisesti helposti tiivistettävissä kumilla molemmissa testatuissa mekanismeissa.

3D-tulostettuja kuoria ja elektroniikkakomponentteja voi käyttää ASMO-laturin tekniikan toiminnan testaamiseen. Liittimet voidaan kiinnittää liimaamalla testaamisen ajaksi. Itse rakennettujen Micro-USB-liittimien, virtaliittimen ja USB-latausliittimien toiminta kannattaa tarkistaa.

Kuorien nurkkapyörityksiä on mahdollista kasvattaa yläosan 3 mm:stä ylöspäin ja päästökulmaa voi kasvattaa prototyypin 1 asteen kulmasta suuremmaksi. Tablettia voi tukea kumityynyillä alareunasta, jos mikro-USB-liitin ja kiinnityshahlon seinämä ei tue ladattavaa laitetta selkäpuolelta tarpeeksi. Lisäksi kiinni-

tyshahloon voi asentaa kumityynyn tukemaan ladattavaa laitetta selkäpuolelta ja kumityynyn kohdalle voi myös miettiä latauksen kytkeytymismekanismin sijaintipaikkaa.

9 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä suunniteltiin ja valmistettiin ASMO-laturin tekniikalla toimiva pöytämallin laturin prototyyppi. Prototyypissä testattiin erilaisia latauksen kytkeytymismekanismeja toimeksiantajan antamien haastavien vaatimusten saavuttamiseksi. Eri mekanismeista syntyi jatkokehitysidea latauksen kytkeytymiselle. Lähtötietomuistiossa oleva osaluettelo jää pois opinnäytetyöstä, koska prototyyppi jää odottamaan jatkokehitystä eikä lopullisia osia voi tietää tässä vaiheessa.

Ongelmia pyöräytysmekanismeissa voi jatkossa aiheuttaa tappien eri tasossa oleminen. Tämänhetkisellä geometrialla mekanismi kallistuu pienellä voimalla taaksepäin, silloin kun jousi painaa mikro-USB-liittimen yläasentoon. Liitin liikkuu pyöräytysasentoon painamalla 1 mm:n alaspäin ja tässä asennossa ladattavaa laitetta kallistettaessa suurella voimalla latausasentoon voidaan aiheuttaa mekanismin alempaan tappiin ylimääräistä kuormitusta.

Prototyypillä voi myös testata erikokoisten puhelimien ja laitteiden kytkemistä, sekä niiden pysymistä paikallaan mikro-USB-liittimen ja lataushahlon seinämän tukemana. Lisäksi prototyypillä voi alustavasti testata ASMO-laturin tekniikkaa elektroniikkasuunnittelijoiden työnä.

Opinnäytetyön aihe oli sopivan laaja ja monipuolinen. Suurin haaste oli saada ideoita latauksen kytkeytymismekanismin rakentamiseen. Toivottavasti opinnäytetyöstä ja prototyypin mekanismiratkaisusta on mahdollisimman paljon hyötyä toimeksiantajalle pöytälaturin jatkokehittämisessä.

LÄHTEET

1. Nurmi, Veli-Pekka - Simonen, Seppo 2003. Sähköturvallisuuden varmistaminen. Helsinki: Otatieto.
2. LVD-Sähköturvallisuus. 2014. Tukes. Saatavissa: <http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkolaitteet1/Sahkolaitteiden-vaatimukset/LVD-sahkoturvallisuus/>. Hakupäivä 12.5.2015.
3. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/95/EY tietyllä jännitealueella toimivia sähkölaitteita koskevan jäsenvaltioiden lainsäädännön lähentämisestä. 2006. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:374:0010:0019:fi:PDF>. Hakupäivä 12.5.2015.
4. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2004/108/EC sähkömagneettisesta yhteensopivuudesta. 15.12.2004. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:390:0024:0037:en:PDF>. Hakupäivä 12.5.2015.
5. Koneen maahantuonti. 2012. Työsuojeluhallinto. Saatavissa: <http://www.tyosuojelu.fi/fi/koneenmaahantuonti>. Hakupäivä 20.5.2015.
6. Mikä on Asmo-laturi?. 2015. ASMO-laturi. Saatavissa: <http://www.asmocharger.com/>. Hakupäivä 15.4.2015.
7. Sisäinen lähde. Asmo Saloranta 2015. Google Drive materiaalit
8. Järvelä, Pentti - Syrjälä, Kai - Vastela, Martti 2000. Ruiskuvalu. Tampere: Plastdata Oy.
9. Järvinen, Pasi. 2000. Muovin suomalainen käsikirja. Porvoo: Muovifakta Oy

10. Sorvaus, Tuoteluettelo ja tekninen opas .2008. Seco Tools Oy. Saatavissa:
https://www.secotools.com/CorpWeb/Service_Support/machining_navigator/FI/Final_LR_FI_Turning.pdf. Hakupäivä 12.5.2015.
11. Jyrsintä 2, Tuoteluettelo ja tekninen opas .2008. Seco Tools Oy. Saatavissa:
https://www.secotools.com/CorpWeb/Service_Support/machining_navigator/FI/Final_LR_FI_Milling2.pdf. Hakupäivä 12.5.2015.
12. Varsijyrsimet, Tuoteluettelo ja tekninen opas .2008. Seco Tools Oy. Saatavissa:
http://www.secotools.com/CorpWeb/Service_Support/machining_navigator/FI/Final_LR_FI_Jabro.pdf. Hakupäivä 12.5.2015.
13. Suomalaisyritys 3D-tulosti suoja-kuoren Jolla-puhelimelle. 2013. Taskumuro. Saatavissa: <http://taskumuro.com/suomalaisyritys-3d-tulosti-suoja-kuoren-jolla-puhelimelle>. Hakupäivä 12.5.2015.
14. MiniFactory® 3 Education Edition aloituspaketti. 2015. MiniFactory. Saatavissa: <http://www.minifactory.fi/verkkokauppa/minifactory-3d-tulostin/minifactory-3-education-edition-aloituspaketti/>. Hakupäivä 12.5.2015.
15. Mikrokytkin nro 3 vipu 55 mm. 2015. SP-Elektroniikka. Saatavissa: <http://www.spelektroniikka.fi/tuotteet/kytkimet-katkaisimet-mikrokytkimet-microswitches/mikrokytkin-nro2-vipu-55-mm-164a-250vac-1-x-vaihto-109489>. Hakupäivä 12.5.2015.
16. Size144C small push and pull solenoid. 2015. SP-Elektroniikka. Saatavissa: <http://www.spelektroniikka.fi/kuvat/m144c.pdf>. Hakupäivä 12.5.2015.
17. Valtanen, Esko 2013. Tekniikan taulukkirja. Mikkeli: Genesis-Kirjat Oy.
18. Hinkula, Henry 2015. Projektisuunnittelija, pikamallipalvelut Oulun ammattikorkeakoulu. Keskustelu 18.5.2015.

19. Pikamallipalvelut. 2015. Oulun ammattikorkeakoulu. Saatavissa:
<http://www.oamk.fi/fi/palvelut-ja-yhteistyö/asiantuntijapalvelut/prototyypipalvelut/pikamallipalvelut/>. Hakupäivä 18.5.2015.
20. Vetojouset. 2015. Sodemann. Saatavissa:
<http://www.jouset.com/verkkokauppa/vetojouset>. Hakupäivä 26.5.2015.
21. Tuononen, Tomi 2015. Re: Kysymys opinnäytetyöhön liittyen koneistettavuudesta. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Oamk, laboratoriomestari. 29.4.2015.
22. Piezo element. 2015. Farnell element14. Saatavissa
<http://fi.farnell.com/multicomp/mcft-20t-6-5a1-96/piezo-element/dp/1801059>.
Hakupäivä 27.5.2015.
- .
- .

LÄHTÖTIETOMUISTIO		
Työn tiedot	Tekijä ¹ Risto Haverinen KOTISN9	Tilaaja ² Asmocharger
	Tilaajan yhteystiedot Asmo Saloranta [REDACTED]	
	Työn nimi ³ Pöytämallisen kännykkälaturin suunnitteleminen	
	Työn kuvaus ⁴ ASMO-laturin tekniikalla toimivan pöytämallin laturin suunnitteleminen sekä prototyypin valmistaminen.	
	Työn tavoitteet ⁵ 3D mallinnus sekä osaluettelo ja toimiva prototyyppi	
	Tavoiteaikataulu ⁶ Prototyyppiin oltava valmis 31.5.2015	
	Päätös ja aikataulu ⁷ / / Tekijän allekirjoitus	17/2/2015 Tilaajan allekirjoitus <i>Asmo Saloranta</i>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Tekijän nimi, puhelinnumero ja sähköpostiosoite. 2. Työn teettävän yrityksen virallinen nimi. 3. Sen henkilön nimi ja yhteystiedot, joka yrityksessä valvoo työn suoritusta. 4. Työn nimi voi olla tiensä vastaisessa työssä, jota myöhemmin tarkennetaan. 5. Työ kuvataan lyhyesti. Siinä esitetään muun muassa työn laatu, lähtökohdat ja työssä ratkaistavat ongelmat. 6. Esitetään projektin tavoiteaikataulu. Siinä, kun työssä on välitavoitteita, myös ne mainitaan aikataulussa. Tavoiteaikataulun ja oppilaitoksen yleisaikataulun perusteella tekijä laatii oman aikataulunsa. 7. Lähtötietomuihisto päivätään ja sen allekirjoittavat tekijä ja tilaajan yhteysthenkilös. 		