

Ville Törmäkangas

**XYZ-LIIKUTTELIJA ERILAISILLE ESIKÄSITTELY- JA  
LAADUNVARMISTUSLAITTEILLE**

**XYZ-LIIKUTTELIJA ERILAISILLE ESIKÄSITTELY- JA  
LAADUNVARMISTUSLAITTEILLE**

Ville Törmäkangas  
Opinnäytetyö  
Kevät 2016  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma, tuotantotalous

---

Tekijä: Ville Törmäkangas  
Opinnäytetyön nimi: XYZ-liikuttelija erilaisille esikäsittely- ja pintakäsittelymenetelmille  
Työn ohjaaja: Pentti Huhtanen  
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2016 Sivumäärä: 29 + 21 liitettä

---

Tässä opinnäytetyössä suunniteltiin XYZ-liikuttelija Tantec PlasmaTEC-X -plasmakäsittelylaitetta varten. Työn tilaaja on Oulun ammattikorkeakoulun tiloissa toimiva PrinLab. Työn tavoitteena oli suunnitella kustannustehokas ja kompakti liikuttelija, josta tehtäisiin 3D-mallit, työpiirustukset ja kokoonpanopiirustus. Liikuttelija toteutettaisiin fyysisenä laitteena.

Työssä tutustuttiin painettavaan elektroniikkaan ja plasmakäsittelyyn. Painettavasta elektroniikasta pyrittiin opiskelemaan ja tutkimaan vain perusteet. Plasmakäsittelyä tutkimalla pyrittiin ymmärtämään, mitä on plasma ja millaisia erilaisia plasmakäsittelymenetelmiä käytetään. Näihin asioihin perehtyminen helpotti suunnittelutyön räätälöintiä plasmakäsittelyyn. Suunnittelu jaettiin eri vaiheisiin, kuten liikuttelijamallin valintaan, valmiiden komponenttien valintaan ja rakennosien suunnitteluun. Suunnittelutyössä pyrittiin käyttämään mahdollisimman paljon valmiita komponentteja, kuten lineaariyksiköitä ja alumiiniprofiileja. Valmiiden komponenttien käytöllä pyrittiin pitämään suunnittelutyön määrä mahdollisimman pienenä ja voitiin varmistua osien laadukkuudesta. Valmiiden komponenttien lisäksi suunniteltiin muita rakennosia, kuten sivukappaleita ja kiinnikkeitä. Suunnittelutyökaluna toimi 3D-CAD-ohjelmisto Solidworks. Sen avulla liikuttelijasta tehtiin 3D-mallit, työpiirustukset ja kokoonpanopiirustus

Työn tuloksena saatiin tilaajan antamien vaatimusten mukaan suunniteltu liikuttelija, työpiirustukset ja kokoonpanopiirustus. Työtä ei saatu toteutettua fyysisenä laitteena rahoitus- ja aikatauluongelmien vuoksi. Laite kokoonpannaan myöhemmin PrinLabin toimesta.

---

Asiasanat: lineaariliike, plasmakäsittely, Solidworks, painettu elektroniikka

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	5
2 PAINETTAVA ELEKTRONIIKKA	6
3 PLASMAKÄSITTELY	7
3.1 Plasma	7
3.2 Plasmaprosessit	8
3.2.1 Alipaineplasma	8
3.2.2 Koronakäsittely	9
3.2.3 Normaalipaineplasma	10
3.3 PlasmaTEC-X	12
4 SUUNNITTELU	14
4.1 Liikuttelijan malli	14
4.2 Lineaariliike	14
4.2.1 Kuulajohde	15
4.2.2 Lineaariyksiköt	17
4.3 Runkorakenne	18
4.3.1 Alumiiniprofiilit	18
4.4 Kiinnike	19
4.4.1 Muut osat	20
4.5 Kokoonpano	21
4.6 Kustannukset	22
5 YHTEENVETO	23
LÄHTEET	25
LIITTEET	28

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä suunnitellaan PrinLabille ZYX-liikuttelija esikäsitteily- ja laadunvarmistuslaitteita varten. Pintakäsittelymenetelmänä käytetään plasmakäsittelyä. Plasmakäsittelyn tarkoituksena on valmistella muovikalvoja jatkokäsittelyä varten. Plasmakäsittelylaite on täysin uusi laite Prinlabille. Sen toimitti Tantec joulukuussa 2015.

Työn tavoitteena on suunnitella liikuttelija, tehdä siitä 3D-malli, kokoonpanopiirustus ja työpiirustukset. Näiden tuotosten perusteella liikuttelija voidaan valmistaa. Liikuttelijaan täytyy suunnitella kiinnike plasmakäsittelylaitetta varten, jotta laite olisi myös yhteensopiva PrinLabin R2R-painokoneen kanssa. Kiinnityksen täytyy olla mahdollisimman yksinkertainen, jotta plasmakäsittelylaitteen siirto laitteesta toiseen olisi mahdollisimman sujuvaa. Liikuttelija suunnitellaan toimimaan sähkömoottoreiden avulla, mutta moottorien valinta rajattiin pois tästä opinnäytetyöstä. Tavoitteena on saada liikuttelija toteutettua niin, että sitä voidaan liikuttaa käsivoimin ja tarvittaessa lisätä moottorit.

PrinLab on painetun elektroniikan laboratorio. Laboratoriossa pyritään kehittämään ja parantamaan painetun elektroniikan sovellutuksia (1). PrinLab toimii Oulun ammattikorkeakoulun tiloissa Kotkantien kampuksella. PrinLab on osa palkittua kansainvälistä PrintoCent-pilottitehdaskokeilua, johon kuuluu yli 40 alan yritystä (2).

## 2 PAINETTAVA ELEKTRONIIKKA

Painettavalla elektroniikalla pyritään luomaan kasvualustaa uusille tekniikan innovaatioille ja teollisuuden aloille. Massatuotettavalla painettavalla elektroniikalla pyritään vastaamaan yhteiskunnan kasvavaan tekniikan ja elektroniikan tarpeeseen. (3.)

Painettavalla elektroniikalla tarkoitetaan pääosin pinnoittamalla tai painamalla tehtyjä elektroniikkakomponentteja ja elektronisia järjestelmiä. Painoprosessissa käytetään yleisesti orgaanisia tai epäorgaanisia materiaaleja. (3.)

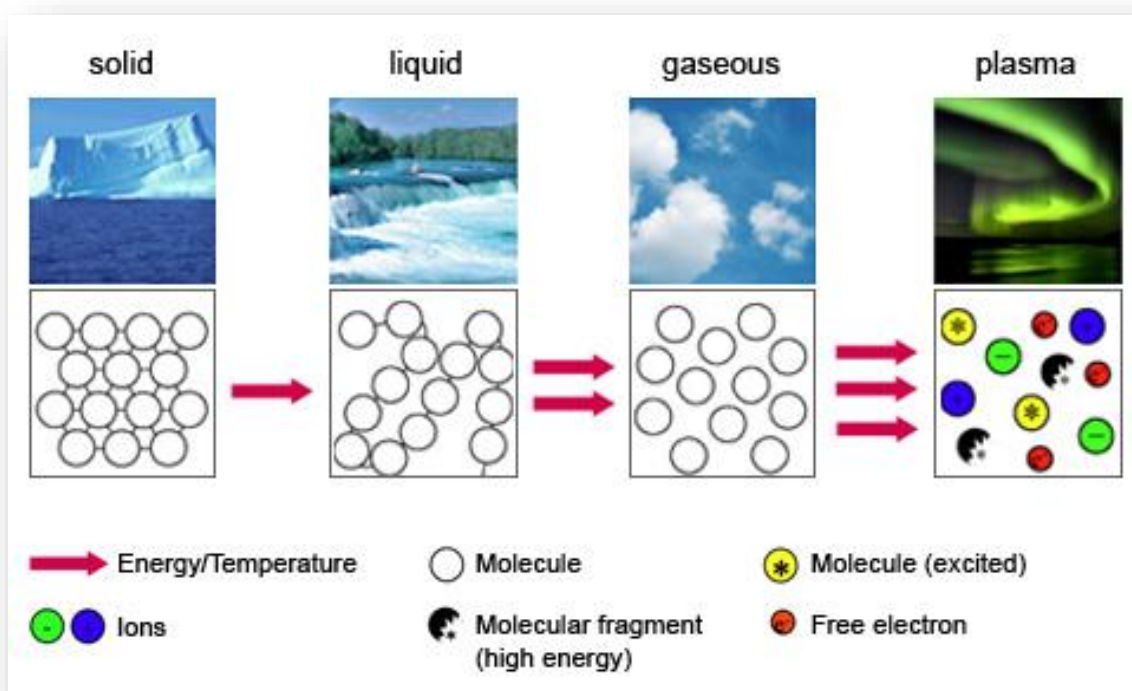
Painotekniikalla tehdään yleisesti sensoreita, yksinkertaisia komponentteja ja piirejä laajoilla pinta-aloilla, ohuita ja joustavia tuotteita, pakkauksia, kooditeknologioita, painettuja orgaanisia valoa emittoivia diodeja ja orgaanisia aurinkokennoja. Painettava teknologia mahdollistaa ohuiden, keveiden ja joustavien rakenteiden valmistamisen. (4, s. 2.) Painettavan teknologian hyötyjä ovat

- laitteiden alhaiset hankinta- ja käyttökulut
- pieni materiaalihukan määrä
- tuotannon nopea läpimenoaika, erityisesti R2R-painokoneella
- lisääntyvät käyttömahdollisuudet erilaisissa sovelluksissa joustavien alustojen vuoksi
- kevyiden tuotteiden lisäämät käyttökohteiden mahdollisuudet
- asentamisen yksinkertaisuus
- vähäinen huollon tarve
- erittäin pienien ja suurien komponenttien valmistusmahdollisuus
- ympäristöystävällisyys. (3.)

### 3 PLASMAKÄSITTELY

#### 3.1 Plasma

Plasmaa on kuvattu aineen neljänneksi olomuodoksi. Plasma on sähköisesti varautunutta kaasua. Se on varautunut vapaasti liikkuvilla positiivisilla ja negatiivisilla elektroneilla. Tämä on seurausta siitä, että annettu lisäenergia irrottaa kaasun ytimeistä negatiivisia elektroneita. Kuvassa 1 on esitetty energian vaikutusta aineen olomuotoihin. Plasmaa voidaan kuvailla osittain ionisoiduksi kaasuksi. Plasma on siis sekoitus neutraaleja atomeita, ionisoituneita atomeita, elektroneita, molekyyli-ioneita, ja molekyyliä virittyneessä sekä perustilassa. Negatiiviset ja positiiviset varaukset tasapainottavat toisiaan, joten suuri osa varauksista on sähköisesti neutraaleja. (5.)



KUVA 1. Energian ja lämmön vaikutus aineen eri olomuotoihin (6)

Plasman korkea sähkönjohtavuus on peräisin plasmassa olevista varautuneista partikkeleista. Plasmassa on paljon sisäistä energiaa, joka on peräisin sen si-

sältämistä, elektroneista, molekyyleistä, neutraaleista kaasuatomeista, positiivisista ioneista ja UV-valosta. UV-valo sisältää kiihtyneitä kaasumolekyyliä ja -atomeita. Kun nämä kaikki molekyylit, atomit ja ionit yhdistyvät ja kohtaavat tietyn pinnan, syntyy plasmakäsittely. (5.)

### **3.2 Plasmaprosessit**

Plasmakäsittelyssä käytetään erilaisia prosesseja. Plasmaprosessit voidaan jakotella neljään kategoriaan, joista kolmea käytetään plasmakäsittelyssä. Neljäs plasmaprosessi on korkeapaineplasma. Sitä käytetään hyväksi pääasiassa vain kaasupurkauslamppuissa. (7.)

#### **3.2.1 Alipaineplasma**

Alipaineplasma saadaan aikaseksi tehokkaiden pumppujen avulla alipainekammiossa. Alipaineessa hiukkasten määrä suhteessa tilavuuteen laskee pienemmäksi kuin ilmankehän paineessa. Tämän ansiosta partikkeleiden vapaa liike kasvaa ja törmäysten määrä vähenee, joten plasmalla on taipumus liikkua vapaammin ympäristössään. (7.)

Alipaineplasmalla on kolme erilaista vaikutustapaa:

- mikrohiekkapuhallus, jolla on erittäin hieno hiekkapuhallusta muistuttava vaikutus, jonka avulla pinta puhdistuu
- kemikaalinen reaktio, jossa ionisoitunut kaasu reagoi pinnan kanssa
- UV-säteily, joka hajottaa ketjujen hiiliyhdisteitä (8).

Alipaineplasmalla on useita erilaisia käyttömahdollisuuksia. Näitä ovat esimerkiksi erilaisten pintojen muokkaus ja puhdistus, teflonin ja piin etsaaminen sekä muovipintojen plasma-aktivointi. Alipaineplasmaa ei voida käyttää suorassa linjassa tai tarkasti tiettyyn pisteeseen kohdennettuna. Alipainekammioon asetetut kappaleet saavat plasmakäsittelyn tasaisesti ympäriinsä (7; 8). Kuvassa 2 on yksi Dienerin valmistama alipaineplasmakammiotyyppi.





*KUVA 2. Diener Zepto alipaineplasmakammio (9)*

### **3.2.2 Koronakäsittely**

Korona on näkyvä sähköpurkaus. Se toteutuu, kun korkeajännitettä johdetaan pienihalkaisijalle elektrodille sen ollessa lähellä maadoitettua pintaa. Korona aiheuttaa osittaista ionisointia sitä ympäröivään tilaan. (10.)

Koronakäsittelyä käytetään kasvattamaan materiaalien pintajännityksiä. Koronapurkaus katkaisee materiaalin pinnalta molekyyliäsidoksia. Katkenneet sidokset voivat sitoutua vapaisiin molekyyliin ja muihin partikkeleihin, jotka sijaitsevat koronapurkauksen ympäristössä. Tämän tuloksena materiaalin pinnalle syntyy lisää poolisia ryhmiä, joilla on suuri kemiallinen vetovoima esimerkiksi musteita, pinnoitteita ja liimoja kohtaan. Koronakäsittelyllä parannetaan siis pintaenergiaa ja sen kautta tartuntaa. (10.)

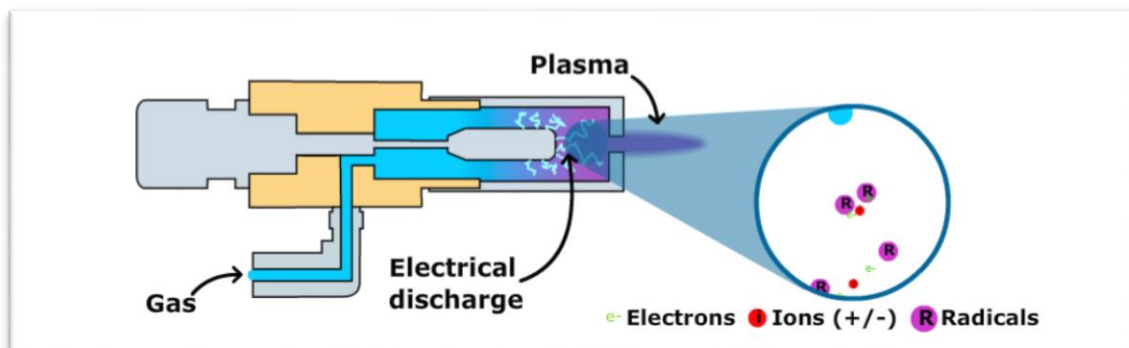
Koronakäsittelyä käytetään useilla eri teollisuudenaloilla erilaisten materiaalien pintakäsittelyyn. Käsiteltävät materiaalit ovat pääasiassa muoveja ja kumeja. Käsittelyn jälkeen materiaaleja on helpompi pinnoittaa, liimata tai niiden pintaan voidaan printata. Kuvassa 3 käytetään koronakäsittelyä linsseihin. (10.)



KUVA 3. Linssien koronakäsittelyä (10)

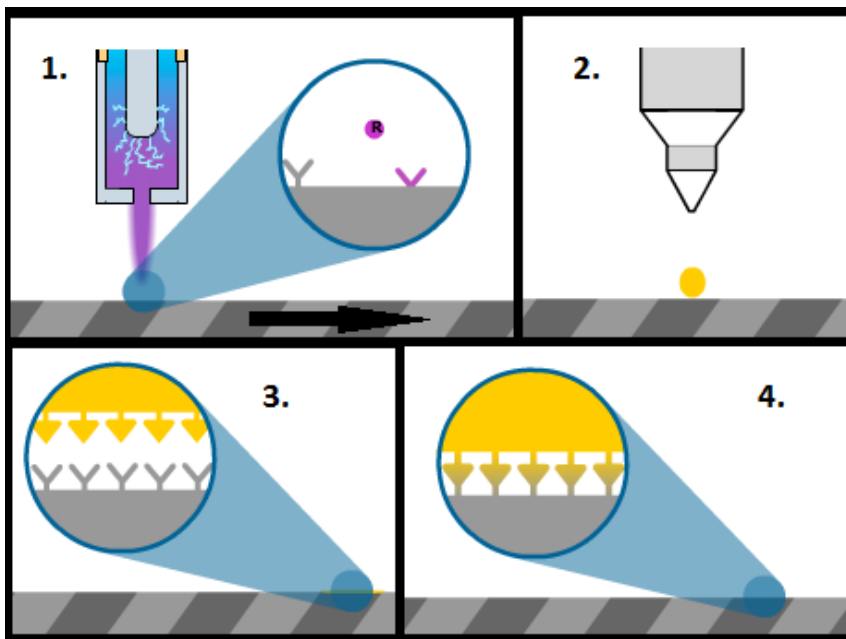
### 3.2.3 Normaalipaineplasma

Normaalipaineplasma on normaalissa ilmanpaineessa tehtyä plasmakäsittelyä. Se ei nouse lämpötilaltaan yhtä korkeaksi kuin koronakäsittely. Kuvassa 4 on kuvattu, miten normaalipaineplasmaa muodostetaan. Kaasua syötetään jatkuvalla tahdilla sähkövaraukseen, minkä vuoksi kaasu ionisoituu. Tämän jälkeen syntynyt plasma ohjataan kappaleen pintaan. Syntynyt plasma on lämpötilaltaan niin alhaista, ettei lämpö kerkeä suurilla käsittelynopeuksilla vaikuttamaan lämpöherkkiin polymeereihin. Sen vuoksi niiden käsittely on mahdollista. (11.)



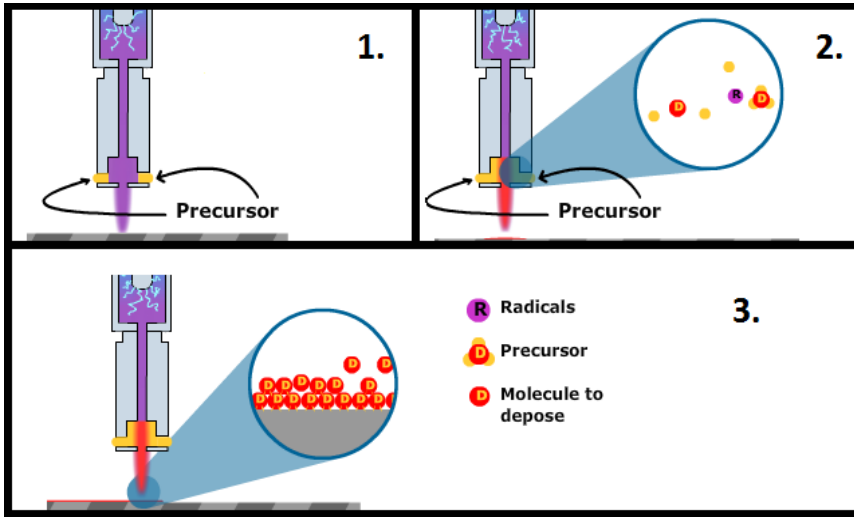
KUVA 4. Normaaliplasman muodostuminen (11)

Normaalipaineplasma vaikuttaa pintaan vettyvyyttä parantavasti, puhdistavasti tai materiaalia pinnoittamalla (11). Kuvassa 5 on selvennetty, miten tämä tapahtuu. Kuvan kohdassa 1 pintaa käsitellään plasmalla jolloin radikaalit eli atomit tai molekyylit joilla on pariton määrä elektroneja uloimmalla kuorella, tarttuvat pintaan ja muuttavat pintajännitystä. Kohdassa 2 pinnalle pudotetaan pinnoitusmateriaalia, esimerkiksi maalia. Kohdassa 3 ja 4 nähdään, kuinka radikaalien synnyttämä paremmin vettyvä pinta vetää puoleensa siihen pudotettua materiaalia.



*KUVA 5. Normaalipaineplasman vaikutus pintaan (11)*

Normaalipaineplasmaa voidaan käyttää myös ohutkalvopäälylytykseen. Tässä prosessissa plasman kanssa reagoi kemiallinen prekursori eli esiaine. Prekursori luovuttaa molekyylejä, joilla pinnoitetaan kohdemateriaalia. Kuvassa 6 on havainnoitu ohutkalvopinnoitusta. Prekursori valitaan pinnoitettavan materiaalin perusteella (12).



KUVA 6. Ohutkalvopinnoituksen peruseriaate (11)

### 3.3 PlasmaTEC-X

PrinLabille toimitettu plasmakäsittelylaite on Tantecin valmistama PlasmaTEC-X. Laite näkyy kuvassa 7. Tämä laite käyttää normaalipaineplasmaa. Se tuottaa korkeajännitteisen plasmapurkauksen ilmankehän paineessa. Laite sisältää viisi plasmasuutinta ja jokaiselle suuttimelle oman plasmageneraattorin. Laitetta ohjataan PLASMAremote-ohjaustaulusta. Plasmatec-X on helppokäyttöinen, koska AirTEC-järjestelmä säättää automaattisesti ilman syöttöä suuttimille. Liitteessä 2 on listattu plasmakäsittelylaitteen tekniset tiedot.



*KUVA 7. Tantec PlasmaTEC-X yhdellä suuttimella*

## 4 SUUNNITTELU

Liikuttelijan suunnittelu aloitettiin lähtötietojen pohjalta. Valmiin tuotteen täytyy liikutella PrinLabille toimitettua plasmakäsittelylaitetta. Sillä käsitellään pääasiassa 250 x 250 mm kokoisia muovikalvoja. Lähtötiedoissa määrättiin liikkeen miniminopeudeksi 1 m/min. Liikuttelijassa täytyisi olla kiinnike plasmakäsittelylaitetta varten. Kiinnikkeen tulisi olla yhteensopiva PrinLabin R2R-painokoneen kanssa. Toivomuksena oli myös tehdä laitteesta mahdollisimman pieni ja kustannustehokas.

### 4.1 Liikuttelijan malli

Liikuttelijan liikemallista ja toiminnasta täytyi päättää ennen varsinaisen suunnittelun aloittamista. Liikuttelijoita voi toteuttaa useilla eri tavoilla. Näitä tutkittiin ennen, kuin aloitettiin tarkempaa suunnittelua. Liikuttelijamallin valinnassa suurena tekijänä oli tilankäyttö. PrinLab halusi liikuttelijan olevan kooltaan mahdollisimman pieni. Tämä toive rajasi toteutustapoja huomattavasti.

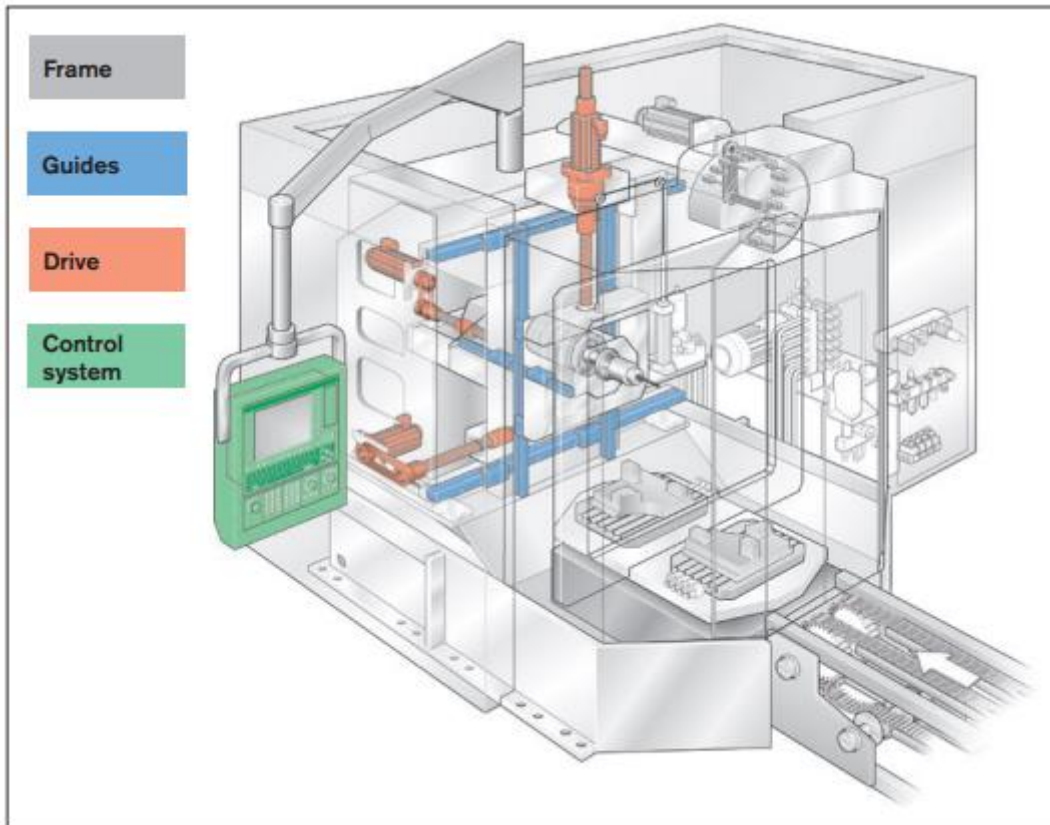
Liikuttelijan malliksi valittiin toteutus, jossa vain pöytätaaso ei liiku ollenkaan. Ainoastaan rakenne, johon plasmakäsittelylaite kiinnitetään, on liikkuva. Pöytätasoon asetetut liikkeet rajattiin pois, koska ne olisivat kasvattaneet laitteen kokoa huomattavasti enemmän kuin pelkän rakenteen liikkeet.

X- ja y-suuntaiset liikkeet päätettiin toteuttaa lineaariyksiköillä ja kuulajohteilla. Z-suunnan liike toteutetaan yksinkertaisella mekaanisella liitoksella, jossa on korkeussäätö. Z-suunnan liike ei ole jatkuvaa, joten se päätettiin olla toteuttamatta lineaariyksiköllä tai -johteella.

### 4.2 Lineaariliike

Lineaariliike toteutetaan koneissa yleensä samalla elementtimenetelmällä. Esimerkiksi kolmeakseliseen lineaariliikkeeseen tarvitaan runko, lineaarijohteet, käyttölaitteet ja ohjausjärjestelmä. Runko voidaan toteuttaa alumiiniprofiileilla tai muilla rakenneprofiileilla. Rungon tarkoituksena on toimia alustana muille komponenteille. Johteilla toteutetaan liikkeen ohjaus lineaariliikkeeksi tai pyöriväksi

liikkeeksi. Käyttölaitteet muuntavat sähkö-, hydraulikka- tai pneumatiikkaenergian mekaaniseksi energiaksi. Elektromeekaanisilla käyttölaitteilla voidaan yhdistää voimansiirto käyttölaitteeseen. Ohjausjärjestelmällä ohjataan käyttölaitteita ja määrätään niille nopeudet, kiihtyvyydet ja liikkeiden suunnat. Kuvassa 8 on kuvattu esimerkkinä lineaariliikkeillä toimiva kone ja sen elementit. (13, s. 2 - 4)

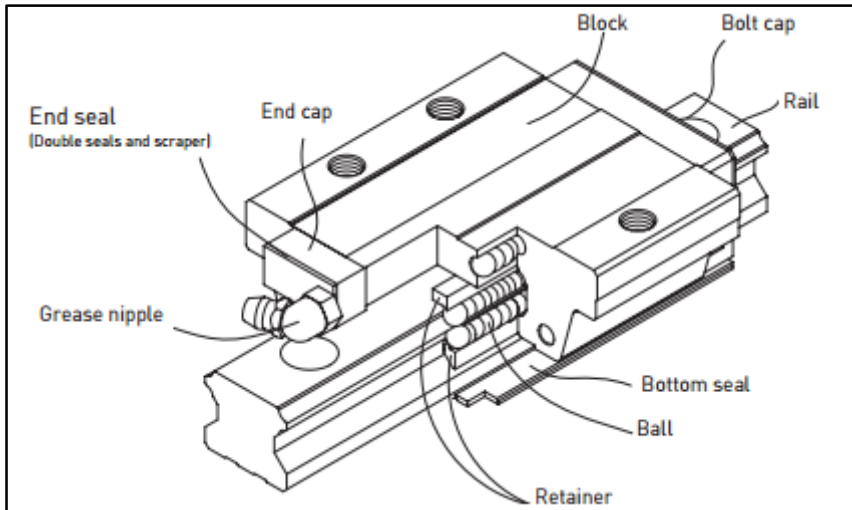


*KUVA 8. Tyypillisillä lineaarikomponenteilla toteutettu kone (13, s. 4)*

#### **4.2.1 Kuulajohde**

Johteet voidaan luokitella kahteen perusjohdetyyppiin, liuku- ja vierintäjohteisiin. Liukujohteissa kiinteä runko ja kelkka ovat suorassa kosketuksessa. Vierintäjohteissa kelkan ja rungon välissä on vierintäelimiä. Liukujohteita käytetään pääasiassa vain työstökonesovelluksissa valmistuksen hankaluuden vuoksi. Vierintäjohteilla on normaalikäytössä paremmat käyttöominaisuudet kuin liukujohteilla. Liukujohteet ovat ylivoimaisia kuormituskyvyn ja tarkkuuden suhteen, jos suunnittelu ja valmistus suoritetaan huolellisesti.

Kuulajohteet ovat yksi vierintäjohteiden tyyppi. Kuulajohteen vierintäelimet koskettavat johdetta pistemäisesti, joten kuulajohteen kuormituskyky on suhteellisen pieni. Kuulajohteet pyritään suunnittelemaan siten, että mahdollisimman suuri määrä kuulia kantaa samanaikaisesti kuormaa, jotta kuormituskyky kasvaa. (14, s. 81; 15, s. 62 - 64). Kuvassa 9 näkyy Hiwin HG -kuulajohteen osaleikkaus.



KUVA 9. Hiwin HG -kuulajohteen osaleikkaus (15, s. 22)

Tähän työhön valittiin Hiwinin valmistama HG-kuulajohde 20 mm leveällä johdeella ja 500 mm pitkänä. Johteen päällä liikkuvaan kelkkaan valittiin kiinnitys ylhäältäpäin. HG -kuulajohdetyyppi on suunniteltu pitkäikäiseksi, tarkaksi ja pehmeäliikkeiseksi. Sillä on tasavertaiset kuormitusluokitukset säteis- ja sivuttaissuunnissa (16, s. 22). Tarkat tekniset tiedot löytyvät liitteestä 3.

Kuulajohde toimii x-suunnassa yhdessä lineaariyksikön kanssa. Kuulajohde valittiin lineaariyksikön lisäksi, jotta rakenteesta tulisi jäykempi. Johteen kriittisimmän momentin  $M_r$  kestävyyttä tarkasteltiin kaavalla 1 (17, s. 13)

$$M = r \times (m \times g)$$

KAAVA 1

$M$  = voiman momentti (Nm)

$r$  = voiman vaikutussuoran etäisyys akselista (m)

$m$  = massa (kg)

$g$  = painovoima ( $m/s^2$ )



Johteeseen kohdistuva voiman momentti on

$$M = 0,224m \times 18kg \times 9,81m/s^2 = 37Nm.$$

Saatus arvo voidaan verrata liitteessä 3 annettuun sallittuun momentin  $M_r$  arvoon 200 Nm. Laskettu kohdistuvan momentin arvo 37 Nm on siis huomattavasti pienempi kuin 200 Nm, joten voidaan todeta, että lineaarijohde kestää siihen kohdistuvan momentin.

#### 4.2.2 Lineaariyksiköt

Lineaariyksiköitä käytetään pääasiassa kahdella eri käyttölaitteella, kuularuuvilla tai hammashihnalla. Kuularuuvi on yleisempi tarkkuutensa vuoksi. Kuularuuvilla saadaan muunnettua pyörimisliike suoraviivaiseksi liikkeeksi. Ruuvin tuottama liike otetaan käyttöön yleensä niin, että toimilaitte pyörittää ruuvia ja lineaariliike otetaan mutterin aksiaaliliikkeestä. (18, s. 55 - 62)

Lineaariyksiköiksi valikoitui Hiwinin KK-sarjan yksiköt 60 mm leveällä kelkalla. Ne toimivat kuularuuvin ja sen päällä liukuvan kelkan yhdistelmällä. KK-sarjan lineaariyksiköt ovat jäykkiä, tarkkoja, kompakteja ja helppoja asentaa. (15.) Kuvassa 10 on KK-sarjan lineaariyksikkö. Tarkat tekniset tiedot löytyvät liitteestä 4.



KUVA 10. Hiwin KK-sarjan lineaariyksikkö (15)

X-suuntaan valittiin 500 mm pitkä yksikkö ja y-suuntaan 400 mm pitkä yksikkö. Molemmissa on kuularuuvit 5 mm nousulla. Molemmat lineaariyksiköt valittiin toimivaksi yhdellä kelkalla, koska ne kestävät suuria vääntömomenteja. Alun perin liikuttelijaan suunniteltiin kahdella kelkalla toimivat yksiköt, mutta niiden iskunpituudet olivat liian lyhyet kokoonsa nähden, joten päädyttiin yksikelkkaisiin vaihtoehtoihin.

Kaavalla 1 laskettua arvoa voidaan käyttää myös pidemmän lineaariyksikön tarkasteluun. Lineaariyksikön sallituksi momentiksi on listattu liitteessä 4 419 Nm. Kun tätä verrataan laskettuun kohdistuvan momentin arvoon 37 Nm, voidaan todeta, että lineaariyksikkö kestää sille kohdistuvan momentin. Voidaan myös olettaa toisen lineaariyksikön kestävän sille kohdistuvan momentin, koska momentin etäisyys ja massa ovat pienempiä, mutta sallitun momentin arvo pysyy samana.

### **4.3 Runkorakenne**

Runkorakenteen tarkempi suunnittelu aloitettiin, kun lineaariyksiköt ja -johteet oli valittu. Suunnittelutyökaluna toimi 3D-CAD-ohjelmisto Solidworks.

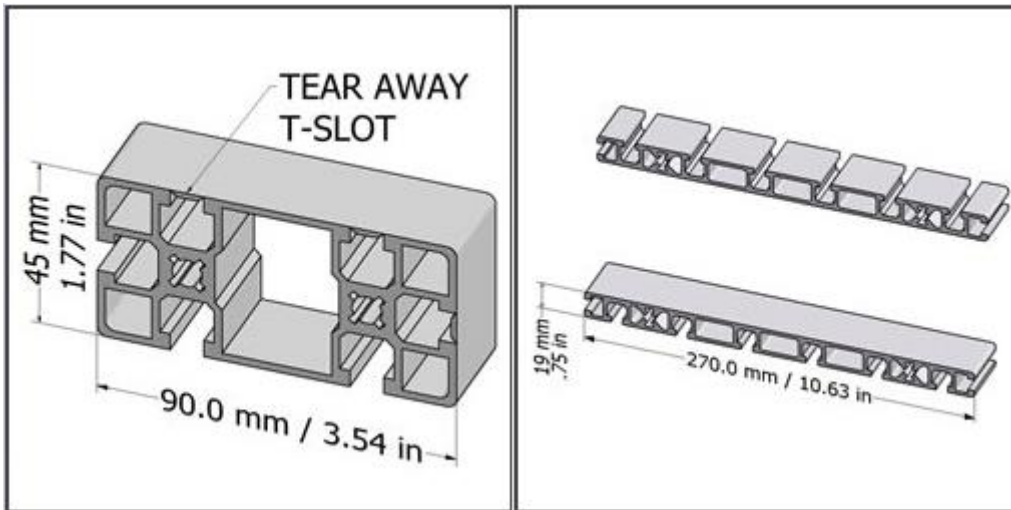
Pääasialliseksi runkomateriaaliksi valittiin alumiini sen kestävyden, koneistettavuuden ja keveyden vuoksi. Runkorakenne koostuu alumiiniprofiileista ja sivukappaleista. Sivukappaleet valmistetaan 10 mm paksusta alumiinilevystä, johon tehdään reiät alumiiniprofiilin ja lineaarikomponenttien kiinnityksiä varten. Myöskin lyhempää 400 mm lineaariyksikköä varten sivukappaleisiin täytyi tehdä reiät, jotta lineaariyksikkö mahtuu niiden väliin. Sivukappaleiden piirustukset löytyvät liitteestä 5 ja 6.

#### **4.3.1 Alumiiniprofiilit**

Alumiiniprofiileita käytetään niiden helppouden vuoksi. Valmiit alumiiniprofiilit on suunniteltu kestäviksi ja modulaarisiksi asennuksen helpottamiseksi. Ne ovat kiinnitettävissä standardisoitujen komponenttien avulla.

Tässä työssä valittiin käytettäväksi Minitecin alumiiniprofiileita. Profiileista valittiin käyttöön kaksi erilaista mallia. Profiilit näkyvät kuvassa 11. Litteämpi, mutta

leveämpi 270 x 19-profiili valittiin pöytäprofiiliksi 350 mm mittaisena. Näitä profiileja tarvittiin pöytään kaksi. Profiiliin on hyvin helppo kiinnittää erilaisia komponentteja ja käsiteltäviä kalvoja sen urituksen avulla. Runkoprofiiliksi, johon kiinnitettiin lineaariyksiköt ja -johde valittiin 45 x 90 2G. Tässä profiilissa oli tarpeeksi korkeutta, jottei liikuttelijalle ollut tarvetta suunnitella erillisiä jalkoja joiden varassa se olisi pysynyt pystyssä.



KUVA 11. Valitut alumiiniprofiilit (19)

Huonona puolena alumiiniprofiileissa oli alkuoletukseen nähden se, etteivät uritukset sopineetkaan lineaariyksiköiden pohjan kiinnityskohtien reikien kanssa yhteen. Tämän takia profiileihin täytyi suunnitella rei'itykset ja profiiliin sisäiset kiinnityskappaleet, jotta lineaariyksiköt saatiin kiinnitettyä tarpeeksi useasta kohdasta. Kappaleiden piirustukset ovat liitteissä 7 - 11.

#### 4.4 Kiinnike

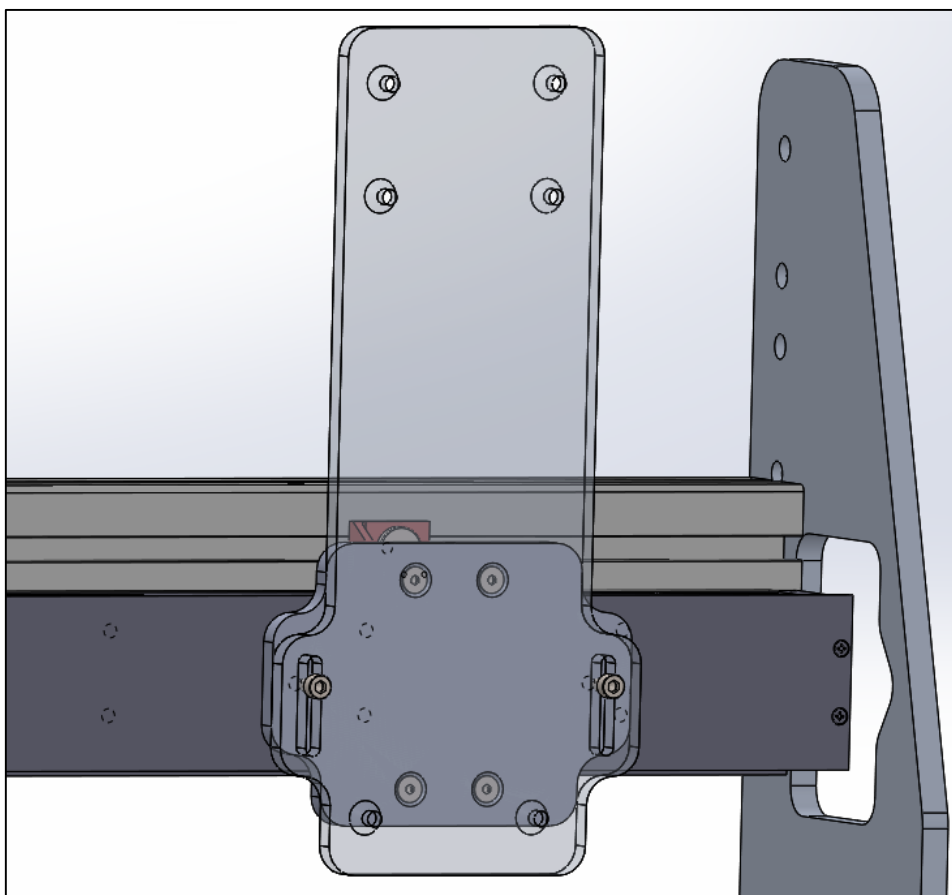
Kiinnike pyrittiin suunnittelemaan mahdollisimman helppokäyttöiseksi. Kiinnike koostuu kahdesta osasta. Toinen osista on kiinnitettyä plasmakäsittelylaitteeseen ja toinen y-suunnan lineaariyksikköön. Kappaleet ovat kiinnitettyinä toisiinsa kahdella M5-ruuvilla. Plasmakäsittelylaitteessa kiinni olevassa kiinnikkeessä on 30 mm ura, missä ruuvi pääsee liikkumaan z-suunnan säätöä varten. Kuvassa 12. näkyvät kiinnikkeet yhdessä. Piirustukset kiinnikkeistä löytyvät liitteistä 12 ja 13. Kiinnikkeiden materiaaliksi valittiin alumiini.

#### 4.4.1 Muut osat

Runkorakenteiden lisäksi liikuttelijaan täytyi suunnitella väliaikaiset lukiteosat estämään valitun akselin suhteen tapahtuvaa liikettä. Lukiteosat ovat käytössä niin kauan kunnes moottorit lisätään liikuttelijaan ja tarve liikkeiden lukitukseen poistuu.

Lukiteosat kiinnitetään lineaariyksiköiden kelkkojen takapuolilla oleviin kierrereikiin. Molempien lukiteosien säädettävät ruuvit ovat sormiruuveja, jotta käyttö olisi nopeaa, eikä ahtaissa paikoissa tarvitsisi käyttää työkaluja. X-suunnassa tapahtuvaa liikettä estävä lukiteosa tulee kiristettäväksi lineaariyksikön runkoa vasten. y-suunnan lukiteosan sormiruuvi tulee kiinnitettäväksi neliömutteriin, joka on alumiiniprofiilin T-urassa. Osien piirustukset löytyvät liitteistä 14 ja 15.

Osat tullaan valmistamaan 3D-tulostamalla polyamidi 2200 -materiaalista. 3D-tulostus valittiin valmistusmenetelmäksi, koska se oli järkevämpi vaihtoehto kuin koneistaminen näin pienissä ja monimutkaisissa kappaleissa.



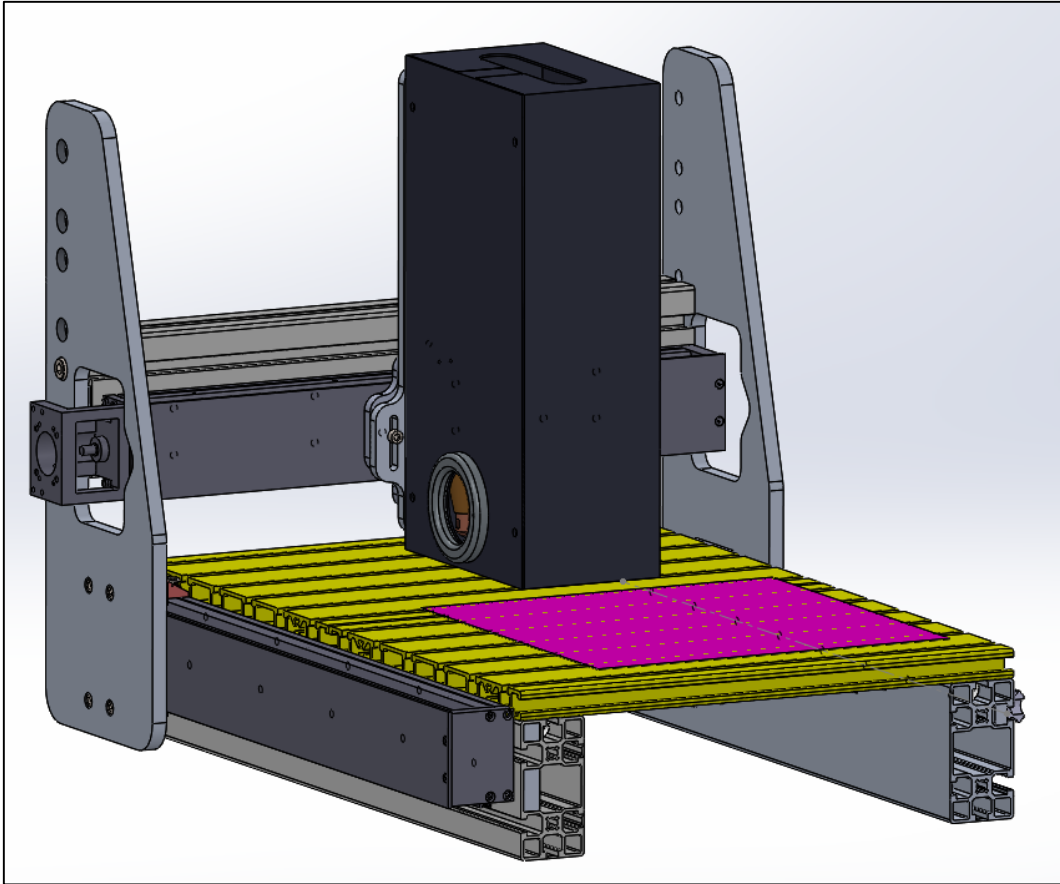
*KUVA 12. Kiinnikekappaleet yhdessä, toinen muutettuna läpinäkyväksi.*

#### **4.5 Kokoonpano**

Kokoonpano aloitettiin jo ennen kuin kaikkia osia oli suunniteltu loppuun asti. Kun osia aletaan yhdistelemään, nähdään, ettei alkuperäiset suunnitellut komponentin välttämättä sovikaan paikoilleen, vaan niitä täytyy muokata. Näin kävi sivukappaleiden kanssa. Kun y-suunnan lineaariyksikkö lisättiin kokoonpanoon, huomattiin, ettei se sovi sivukappaleiden väliin. Tästä syystä sivukappaleisiin täytyi suunnitella aukot lineaariyksikköä varten.

Kokoonpanoa tehtäessä käytettiin hyväksi SolidWorksin törmäystarkasteluominaisuutta. Se havaitsee osien päällekkäisyydet ja mahdolliset törmäyskohdat. Sivukappaleiden aukot tehtiin aluksi liian pienenä, jolloin kiinnikkeen ruuvit osuivat sivukappaleisiin, mutta törmäystarkastelun avulla tämä huomattiin ja sivukappaleet osattiin korjata. Kyseisellä ominaisuudella käytiin läpi myös kaikki ruuvien ja reikien sovitukset ja varmistuttiin, että ne sopivat yhteen.

Kokoonpano tarkastettiin epäkohtien varalta ja siihen lisättiin vielä kuvassa 13 pinkillä näkyvä 250 x 250 mm kalvon kokoa vastaava osa, jotta voitiin varmistua siitä, että liikkeiden pituudet riittävät kalvon kokonaisvaltaiseen käsittelyyn. Kokoonpanopiirustus ja osaluettelo löytyvät liitteistä 19 ja 20.



*KUVA 13. Kokoonpano*

#### **4.6 Kustannukset**

Kustannuksista selvitettiin vain valmiiden komponenttien hinnat. Tarjouksia kysyttiin useilta eri lineaarikomponentteja ja alumiiniprofiileita toimittavilta yrityksiltä. Yrityksistä ainoastaan yksi vastasi tarjouspyyntöön. Tarjous löytyy liitteestä 21. Koneistettavista ja 3D -tulostettavista osista tarjouksia ei kysely, koska huomattiin sitä ennen, ettei suunniteltua laitetta rakenneta valmiiksi koneeksi opinnäytetyön aikana.

## 5 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä suunniteltiin PrinLabille kolmeakselinen liikuttelija Tantec PlasmaTEC-X -plasmakäsittelylaitetta varten. Plasmakäsittelylaite on uusi laite PrinLabille. Se tarvitsee tarkkaa käsittelyä varten laitteen, jolla sitä voidaan liikuttaa kolmella eri liikeakselilla. Sillä käsitellään pääasiassa 250 x 250 mm muovikalvoja. Tavoitteena työssä oli saada suunniteltua valmis liikuttelija, joka voitaisiin ottaa käyttöön heti työn valmistuttua.

Työ aloitettiin tutustumalla painettavaan elektroniikkaan ja plasmakäsittelyyn. Kaikki tämä tuli uutena ja mielenkiintoisena asiana. Plasmakäsittelylaitteessa käytettävän normaalipaineplasman toiminnan ymmärtäminen oli palkitsevaa ja täysin kone- ja tuotantotekniikan koulutuksesta poikkeavaa tietoa.

Liikuttelijan suunnitteluvaiheessa tutkittiin erilaisia toteutustapoja, joita on kymmeniä. Näistä valittiin yksi, jonka pohjalle liikuttelijaa lähdettiin rakentamaan. Työssä pyrittiin käyttämään mahdollisimman valmiita komponentteja, jotta voitaisiin varmistua osien laadukkuudesta ja säästää samalla suunnittelutyöhön kuluvaa aikaa. Valmiiden komponenttien valinnan jälkeen aloitettiin kokoonpano, jonka yhteydessä suunniteltiin muita liikuttelijan toiminnan kannalta pakollisia rakenneosia.

Haastavinta työssä oli suunnitella täysin uusia osia. Aikaisempi kokemus 3D-mallintamisesta ja suunnittelusta oli hyvin pitkälti valmiiden piirustusten muuttamista 3D-malleiksi. Yllätyksenä tuli, kuinka vaikeaa on suunnitella osia ilman valmiita ideoita tai piirustuksia.

Lopputuloksena saatiin suunniteltua valmis liikuttelija, joka täyttää kaikki aluksi annetut vaatimukset. Liikuttelijan osista ja kokoonpanosta tehtiin piirustukset tulevaa kasaamista varten. Työn toteutus fyysisenä jäi tekemättä rahoitus- ja aikatauluongelmien vuoksi. Liikuttelija on kuitenkin tarkoitus rakentaa ja ottaa käyttöön tulevaisuudessa.

Olen tyytyväinen työn tuloksiin, vaikka liikuttelijaa ei voitukaan toteuttaa fyysisenä opinnäytetyön toteutuksen aikana. Työ oli paljon haastavampi, kuin aluksi

oletin. Suunnitteluvaiheessa opin 3D-mallintamisesta erittäin paljon, kun jouduin suunnittelemaan osia, jotka valmistettaisiin ja asennettaisiin todelliseen laitteeseen.



## LÄHTEET

1. PrinLab - A development laboratory for printed electronics. 2015. Oulu university of applied sciences. Saatavissa: <http://www.oamk.fi/hankkeet/prinlab/> Hakupäivä 6.1.2016.
2. PrintoCent – Boosting the industrialisation and commercialization of printed intelligence. 2015. PrintoCent. Saatavissa: <http://www.printocent.net/index.html> Hakupäivä 6.1.2016.
3. Printable Electronics – What is Printable Electronics? 2016. Centre for Process Innovation Limited. Saatavissa: <http://www.uk-cpi.com/printable-electronics/what-is-printable-electronics/> Hakupäivä 10.1.2016
4. Määttä, Harri. Painettava teknologia. RFIDLab Finland Roadshow, Oulu 27.11.2012. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Saatavissa: <http://www.rfidlab.fi/index.php?q=system/files/system/files/OAMK.pdf> Hakupäivä.10.1.2016
5. The basics of plasma treatment. Tantec. Saatavissa: <http://www.tantec.com/the-basics-of-plasma-treatment.html> Hakupäivä 18.1.2016.
6. Plasma – The fourth state of matter. Plasmatreat. Saatavissa <http://www.plasmatreat.com/plasma-technology/what-is-plasma.html> Hakupäivä 18.1.2016.
7. What kinds of plasma processes are the? Plasmatreat. Saatavissa <http://www.plasmatreat.com/plasma-technology/plasma-processes.html> Hakupäivä 18.1.2016.
8. Plasma systems – Low pressure plasma 2015. Diener electoric. Saatavissa <http://www.plasma.de/en/plasmasystems/lowpressureplasma.html> Hakupäivä 19.1.2016.
9. Diener electornic. Low cost plasma system Zepto. 2015. Saatavissa <http://plasma.de/en/plasmasystems/zepto.html> Hakupäivä 23.3.2016.

10. Applications – Corona treatment and surface modification. Dyne technology. Saatavissa <http://www.dynetechology.co.uk/applications/corona/> Hakupäivä 19.1.2016.
11. What is plasma? 2016. AcXys Technologies. Saatavissa: <http://www.acxys.com/plasma-technology.html>. Hakupäivä 19.1.2016
12. Thin film deposition. 2016. AcXys Technologies. Saatavissa <http://www.acxys.com/plasma-technology/plasma-effects/thin-film-coating.html> Hakupäivä 19.1.2016.
13. Linear motion technology handbook. Rexroth Bosch Group 2007. Saatavissa [https://md.boschrexroth.com/modules/BRMV2PDFDownload-internet.dll/r310en2017\\_handbook\\_lt\\_en\\_\\_2006-07.pdf?db=brmv2&lvid=114718&mvid=11973&clid=1&sid=6AC0BD443643E50ED62E35415568E756.borex-tc&sch=M&id=11973,1,114718](https://md.boschrexroth.com/modules/BRMV2PDFDownload-internet.dll/r310en2017_handbook_lt_en__2006-07.pdf?db=brmv2&lvid=114718&mvid=11973&clid=1&sid=6AC0BD443643E50ED62E35415568E756.borex-tc&sch=M&id=11973,1,114718) Hakupäivä 29.2.2016.
14. Blom, Seppo - Fonselius, Jaakko – Kalliokoski, Juha – Laitinen, Esko – Laveri, Harri – Pekkola, Kari – Sampo, Arto – Suosara, Eero – Suosara, Karri 1991. Koneautomaatio - Mekanisointilaitteet. 1.-2. painos. Helsinki: Valtion painatuskeskus
15. Linear guideways – HG series catalog. Hiwin. Saatavissa <http://motioncontrolsystems.hiwin.com/Asset/HG-Series-Catalog.pdf> Hakupäivä 29.2.2016.
16. Airila, Mauri 1993. Mekatroniikka. 2. korjattu painos. Espoo: TKK Offset.
17. Single axis robots. Hiwin. Saatavissa <http://www.hiwin.com/single-axis-robots.html> Hakupäivä 15.4.2016.
18. Mäkelä, Mikko - Soinen, Lauri - Tuomola, Seppo - Öistämö, Juhani. 2012. Tekniikan kaavasto. 10. painos. Hämeenlinna, Kariston kirjapaino Oy.
19. T-slotted structural aluminium profiles. Minitec. 2009. Saatavissa [http://www.minitecframing.com/Products/Aluminum\\_Profiles/structural\\_aluminum\\_profiles.html](http://www.minitecframing.com/Products/Aluminum_Profiles/structural_aluminum_profiles.html) Hakupäivä 15.4.2016.

20. Atmospheric Plasma - Plasma Generator. Tantec. <http://www.tantec.com/atmospheric-plasma-improved-features.html> Hakupäivä 3.5.2016.

21. Industrial robots - KK-series. Hiwin. Saatavissa <http://motioncontrolsystems.hiwin.com/Asset/KK---Series-Catalog.pdf> Hakupäivä 3.5.2016.

## LIITTEET

Liite 1 Lähtötietomuistio

Liite 2 Plasmatec-X

Liite 3 Kuulajohde Hiwin HGR20R500C+RC ja kelkka Hiwin  
HGW20CAZ0C+SH/SE

Liite 4 Lineaariyksikkö Hiwin KK6005C-500A1-F0CS0 JA KK6005C-400A1-  
F0CS0

Liite 5 Sivukappale liukujohde

Liite 6 Sivukappale lineaariyksikkö

Liite 7 Suorakulmakiinnike lineaariyksikölle 540mm

Liite 8 Suorakulmakiinnike liukujohteelle 540mm

Liite 9 Neliökiinnike lineaariyksikölle 540mm

Liite 10 Suorakulmakiinnike lineaariyksikölle 428mm

Liite 11 Neliökiinnike lineaariyksikölle 428mm

Liite 12 Plasmakäsittelylaitteen kiinnike

Liite 13 Plasmakäsittelylaitteen kiinnikkeen vastakappale

Liite 14 Lukiteosa

Liite 15 Lukiteosa 2

Liite 16 Alumiiniprofiili pöytätaso 350X270X19

Liite 17 Alumiiniprofiili lineaariyksikölle 45X90 2G 580MM

Liite 18 Alumiiniprofiili lineaariyksikölle 45X90 2G 428MM

Liite 19 Kokoonpanopiirustus

Liite 20 Osaluettelo

Liite 21 Tarjous

## LÄHTÖTIETOMUISTIO

## LÄHTÖTIETOMUISTIO

Työn tiedot	Tekijä <sup>1</sup> Ville Törmäkangas, [redacted] 040-[redacted]	Tilaaja <sup>2</sup> PrinLab
	Tilaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot <sup>3</sup> Jari Mäkelä [redacted]@uamk.fi 040-[redacted]	
	Työn nimi <sup>4</sup> XYZ-liikuttelija erilaisille esikäsittely tai laadunvarmistus laitteille	
	Työn kuvaus <sup>5</sup> Pöytä (XY)250x250mm ja Z 100mm	
	Työn tavoitteet <sup>6</sup> Työn tarkoituksena olisi löytää kustannustehokas tapa toteuttaa liikuttelija, joko käyttämällä valmiita komponentteja tai suunnitella räätälöity laite. Tarvittavien kiinnityskomponenttien suunnittelu	
	Tavoiteaikataulu <sup>7</sup> Maaliskuun loppuun mennessä	
	Päiväys ja allekirjoitukset <sup>8</sup> 5, 10, 2015 Tekijän allekirjoitus [redacted] Tilaajan allekirjoitus [redacted]	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tekijän nimi, puhelinnumero ja sähköpostiosoite.</li> <li>2. Työn teettävän yrityksen virallinen nimi.</li> <li>3. Sen henkilön nimi ja yhteystiedot, joka yrityksessä valvoo työn suoritusta.</li> <li>4. Työn nimi voi olla tässä vaiheessa työnimi, jota myöhemmin tarkennetaan.</li> <li>5. Työ kuvataan lyhyesti. Siinä esitetään muun muassa työn tausta, lähtötilanne ja työssä ratkaistavat ongelmat.</li> <li>6. Esitetään lyhyesti ja selvästi työn tavoitteet.</li> <li>7. Esitetään projektin tavoiteaikataulu. Silloin, kun työllä on välitavoitteita, myös ne merkitään aikatauluun. Tavoiteaikataulun ja oppilaitoksen yleisaikataulun perusteella tekijä laatii oman aikataulunsa.</li> </ol>		

## PLASMATEC-X (20).

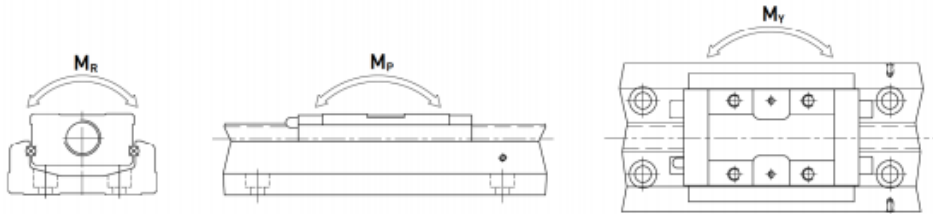
Technical Specifications	PlasmaTEC-X Generator	PlasmaREMOTE	PlasmaTEC-X Nozzle
Mains Voltage and Frequency	100-250VAC – 50/60Hz (Universal power Input)	N/A	N/A
Output Voltage/Power	550VA	N/A	425watt
Ramp up time	10 ms	N/A	N/A
Shut down time	< 1 ms	N/A	N/A
Control interface	M12 (8 pole)	M12 (4 pole)	N/A
Dimensions (WxLxH)mm	150x470x198	125x169x167	OD30x206mm
Weight in kg	6,1	2,0	1,1 (w. 2 mtr hose)
Treatment width in mm	N/A	N/A	8-14mm
Compressed air supply	5-6 bar, dry and clean	N/A	N/A
Compressed air connection	OD8mm Quick connection	N/A	N/A
Air consumption	N/A	N/A	33 ltr/min
Units per PlasmaREMOTE	N/A	1-8 PlasmaTEC-X generators	N/A
Regulation compliance	CE- RoHS - WEEE	CE- RoHS - WEEE	CE- RoHS - WEE





LINEAARIYKSIKKÖ HIWIN KK6005C-500A1-F0CS0 + KK6005C-400A1-F0CS0 (21, s. 13 - 15).

**1.4 Specifications**



Model No.		Ballscrew				Guideway															
		Nominal Diameter (mm)	Lead (mm)	Basic Dynamic Load (N)	Basic Static Load (N)	Basic Dynamic Load Rating (N)		Basic Static Load Rating (N)		Static Rated Moment											
						Block A	Block S	Block A	Block S	Allowable Static Moment M <sub>x</sub> (N-m) (pitching)				Allowable Static Moment M <sub>y</sub> (N-m) (yawing)				Allowable Static Moment M <sub>z</sub> (N-m) (rolling)			
										Block A1	Block A2	Block S1	Block S2	Block A1	Block A2	Block S1	Block S2	Block A1	Block A2	Block S1	Block S2
KK4001	Precision	8	1	735	1538	3920	-	6468	-	33	182	-	-	33	182	-	-	81	162	-	-
	Normal			676	1284																
KK5002	Precision	8	2	2136	3489	8007	-	12916	-	116	545	-	-	116	545	-	-	222	444	-	-
	Normal			1813	2910																
KK6005	Precision	12	5	3744	6243	13230	7173	21462	11574	152	760	72	367	152	760	72	367	419	838	241	482
	Normal			3377	5625																
KK6010	Precision	12	10	2410	3743	13230	7173	21462	11574	152	760	72	367	152	760	72	367	419	838	241	482
	Normal			2107	3234																

**1.5 Accuracy Grade**

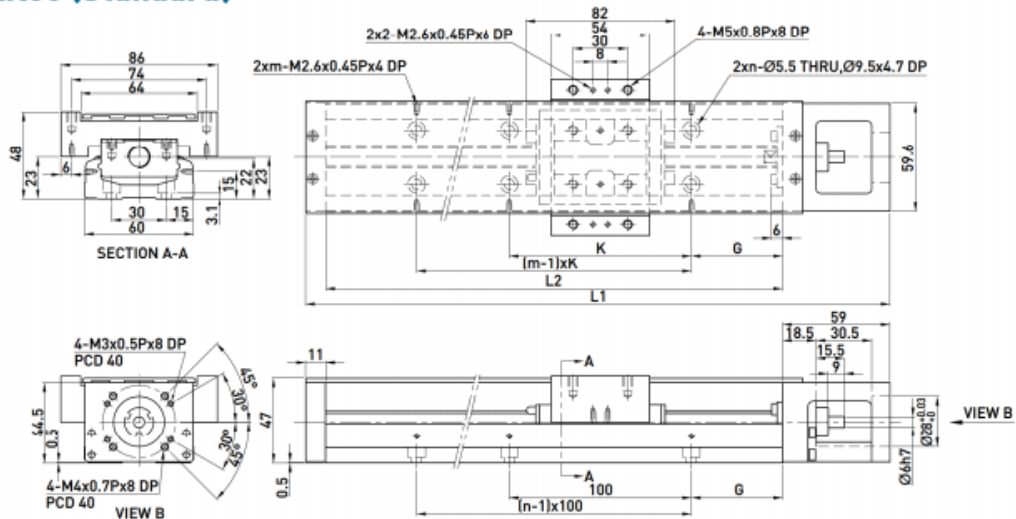
Unit : mm

Model	Rail Length	Repeatability		Accuracy		Running Parallelism		Starting Torque(N-cm)	
		Precision	Normal	Precision	Normal	Precision	Normal	Precision	Normal
KK40	100	±0.003	±0.01	0.020	-	0.010	-	1.2	0.8
	150								
	200								
KK50	150	±0.003	±0.01	0.020	-	0.010	-	4	2
	200								
	250								
	300								
KK60	150	±0.003	±0.01	0.020	-	0.010	-	15	7
	200								
	300								
	400								
	500								
	600								

### 1.6 Maximum Speed Limit

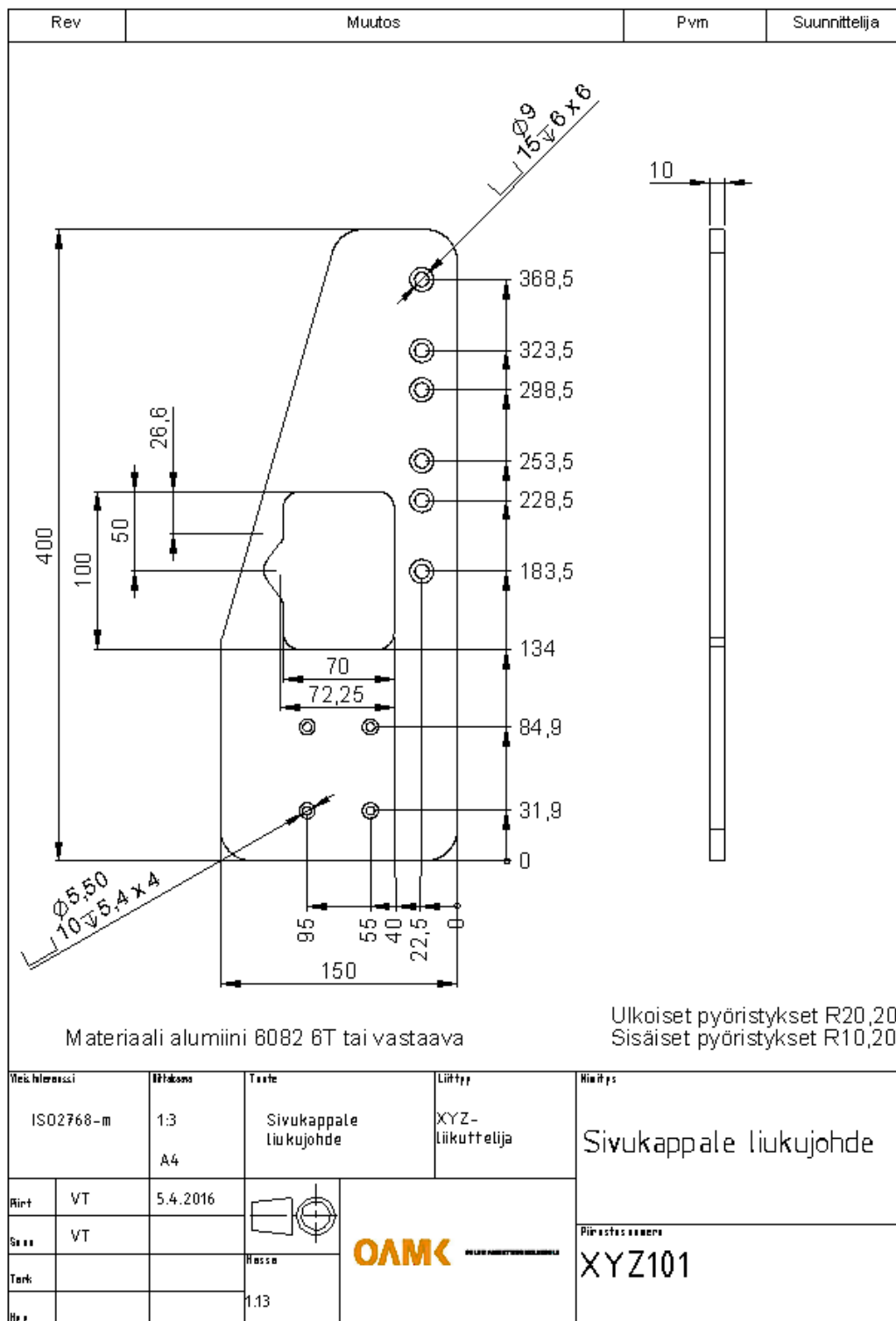
Model	Ball screw Lead (mm)	Rail Length (mm)	Speed (mm/sec)	
			Precision	Normal
KK40	01	100	190	190
		150	190	190
		200	190	190
KK50	02	150	270	270
		200	270	270
		250	270	270
		300	270	270
KK60	05	150	550	390
		200	550	390
		300	550	390
		400	550	390
		500	550	390
		600	340	340
	10	150	1100	790
		200	1100	790
		300	1100	790
		400	1100	790
		500	1100	790
		600	670	670

#### KK60 (Standard)

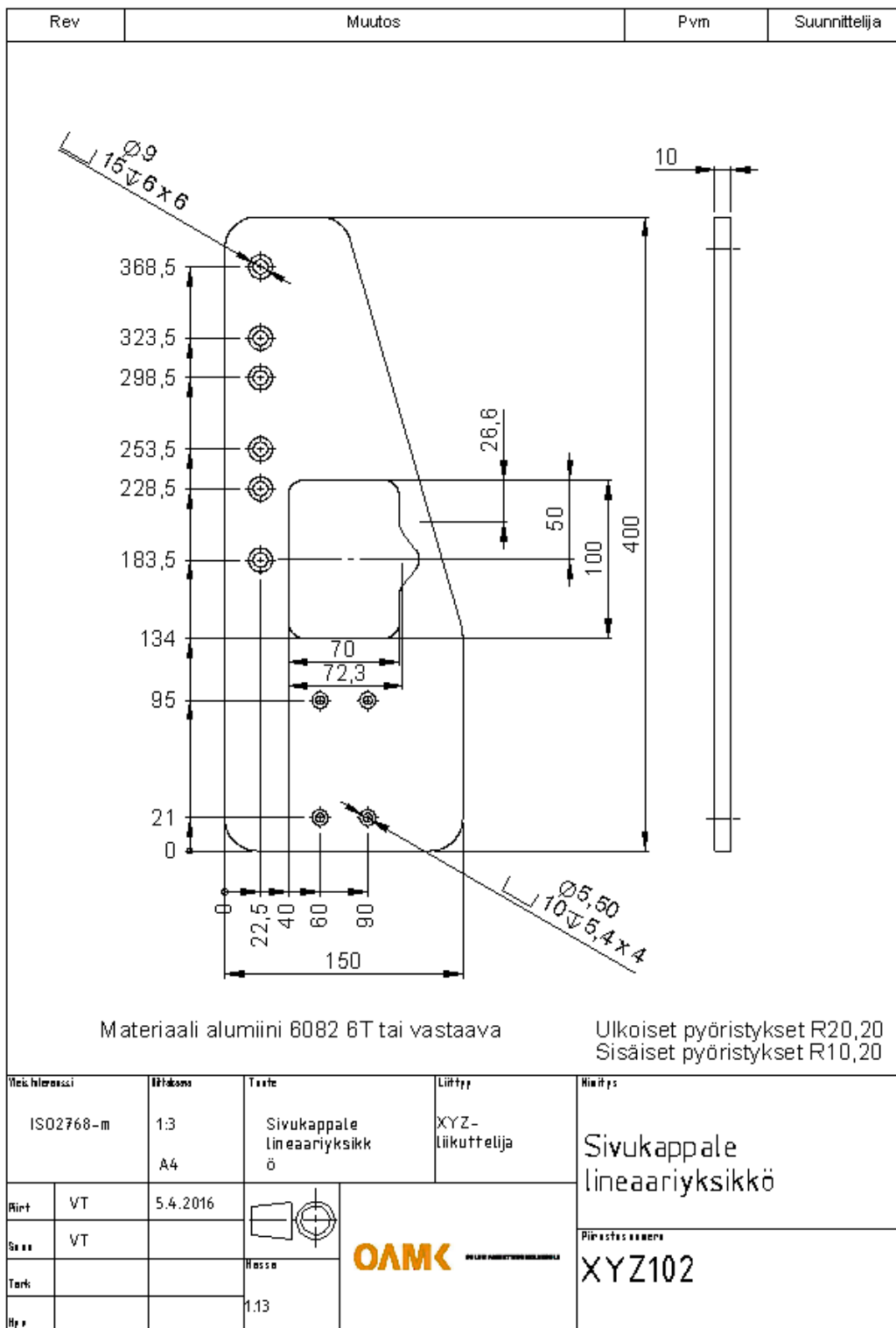


Rail Length L2 (mm)	Total Length L1 (mm)	Maximum Stroke (mm)		G (mm)	K (mm)	n	m	Mass (kg)	
		A1 Block	A2 Block					A1 Block	A2 Block
150	220	60	-	25	100	2	2	1.7	-
200	270	110	-	50	100	2	2	2.1	-
300	370	210	135	50	200	3	2	2.7	3.0
400	470	310	235	50	100	4	4	3.3	3.6
500	570	410	335	50	200	5	3	3.9	4.2
600	670	510	435	50	100	6	6	4.6	5.0

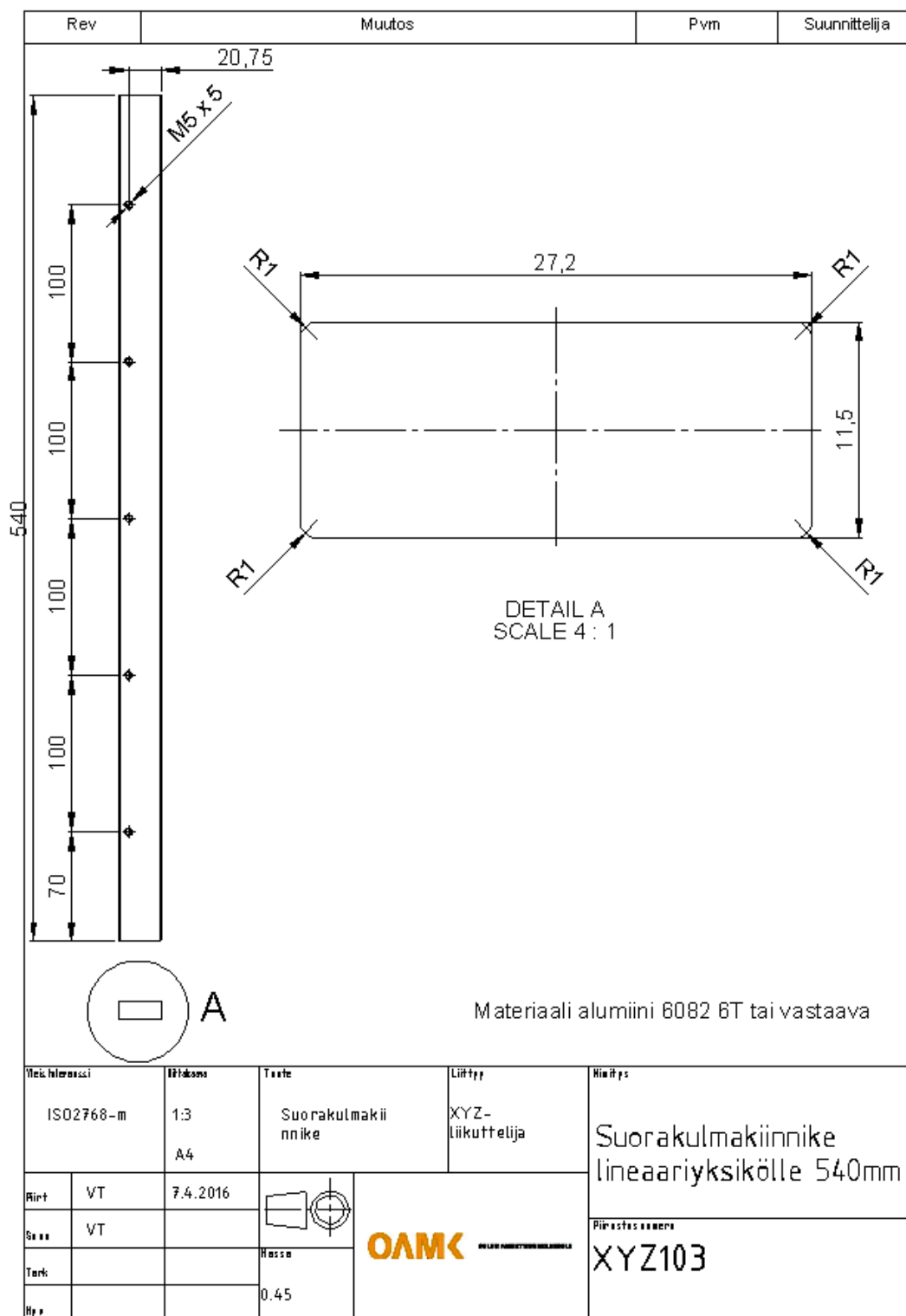
# SIVUKAPPALE LIUKUJOHDE



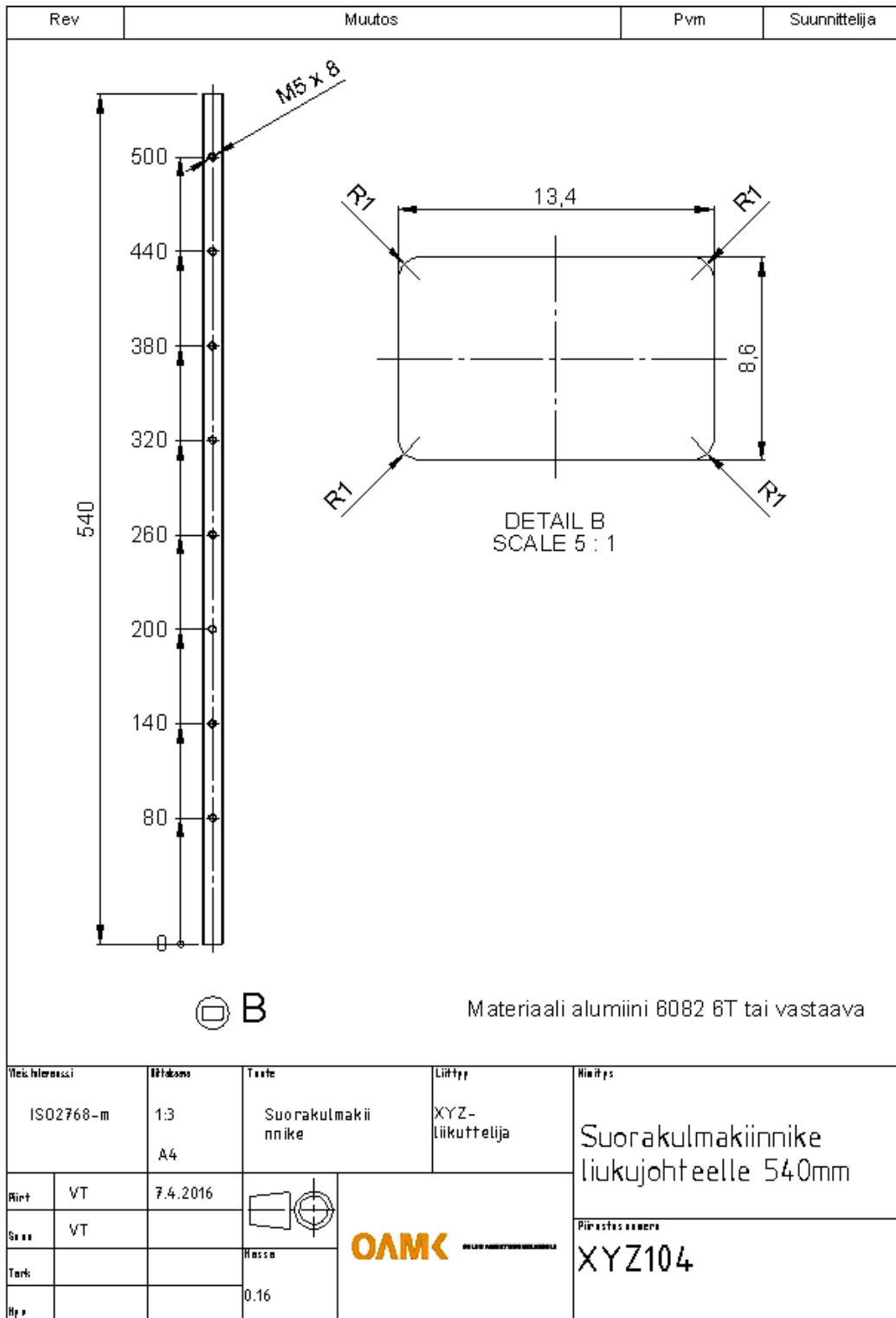
# SIVUKAPPALE LINEAARIYKSIKKÖ



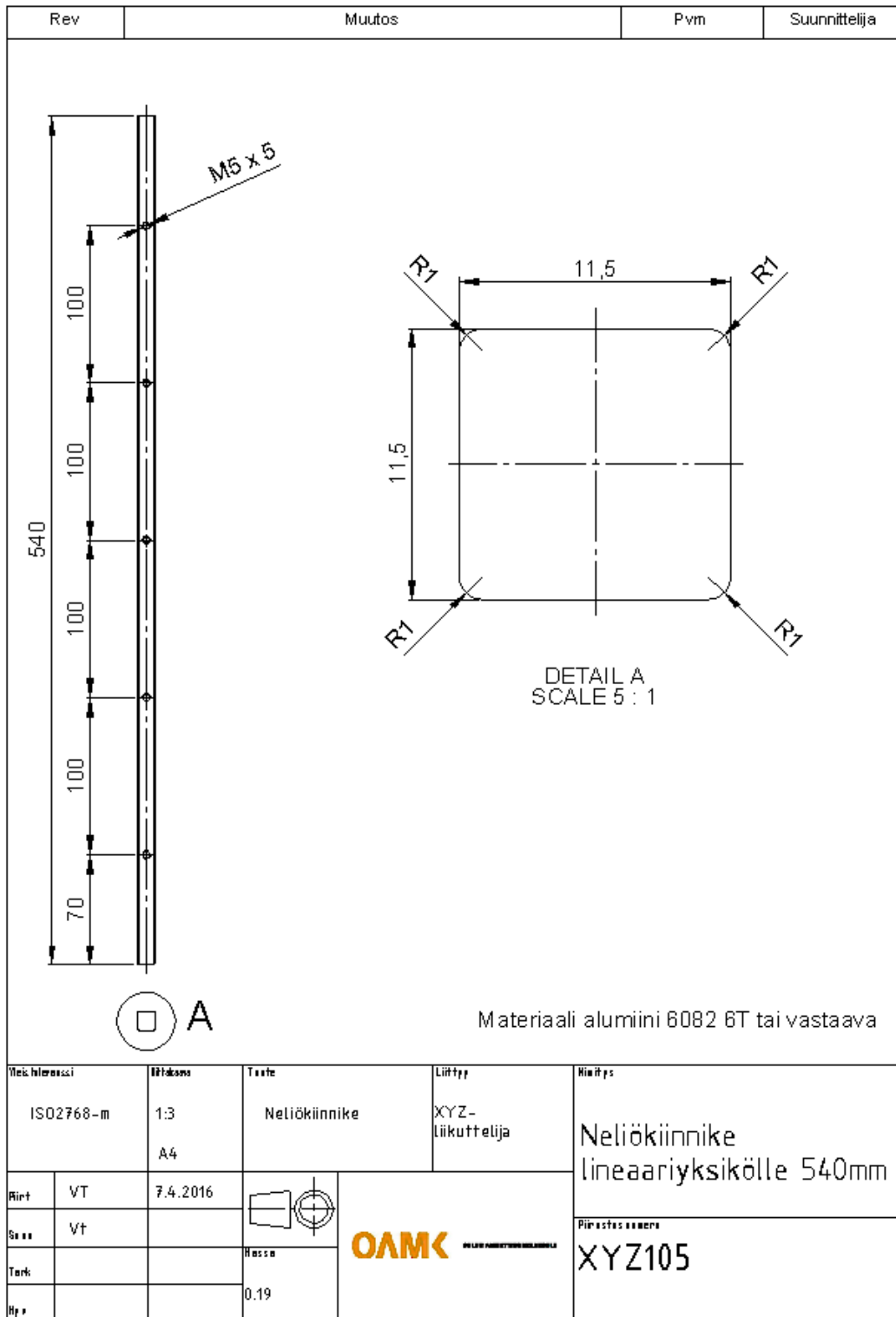
# SUORAKULMAKIINNIKE LINEAARIYKSIKÖLLE 540 MM



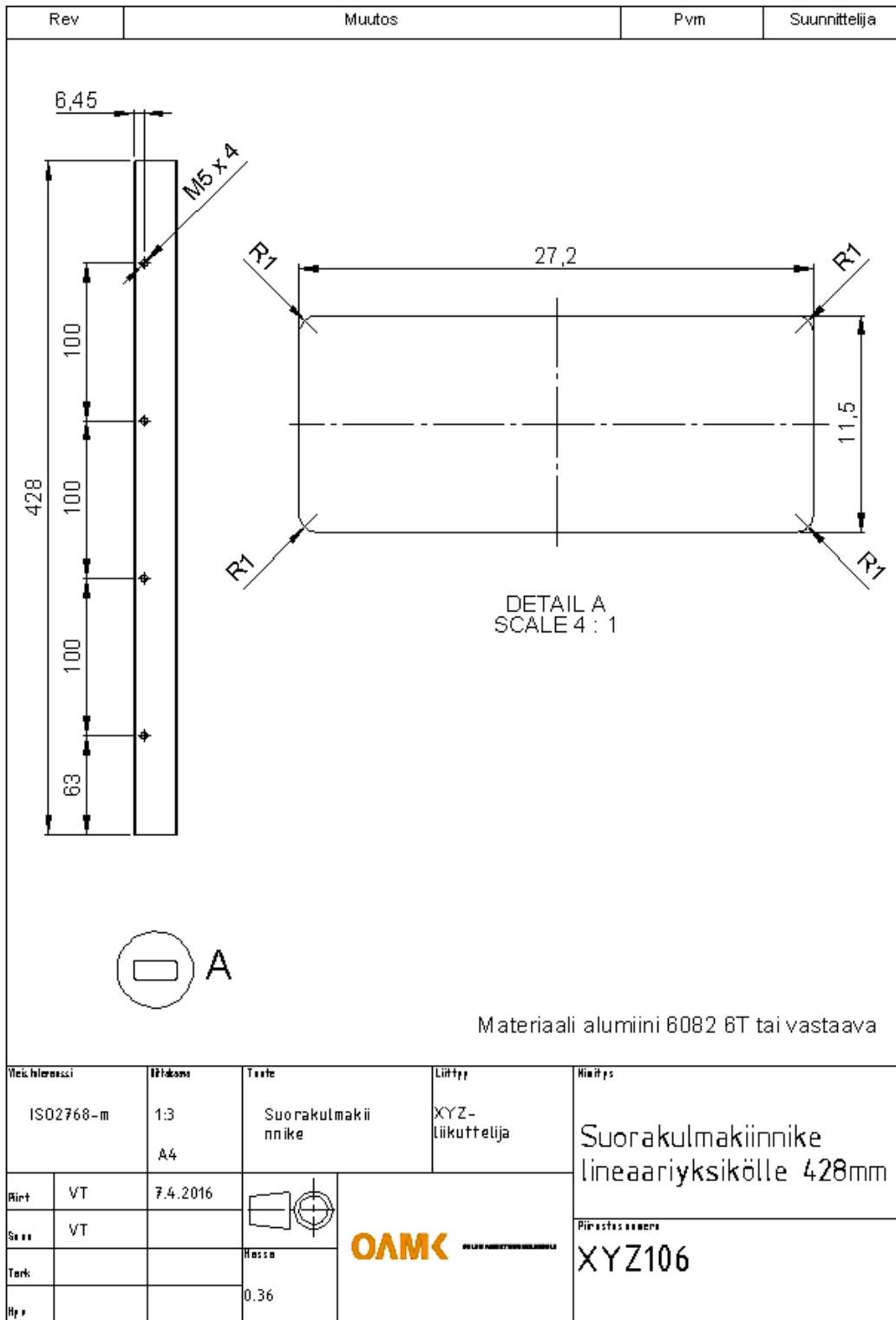
SUORAKULMAKIINNIKE LIUKUJOHTEELLE 540 MM



# NELIÖKIINNIKE LINEAARIYKSIKÖLLE 540 MM


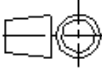


# SUORAKULMAKIINNIKE LINEAARIYKSIKÖLLE 428 MM

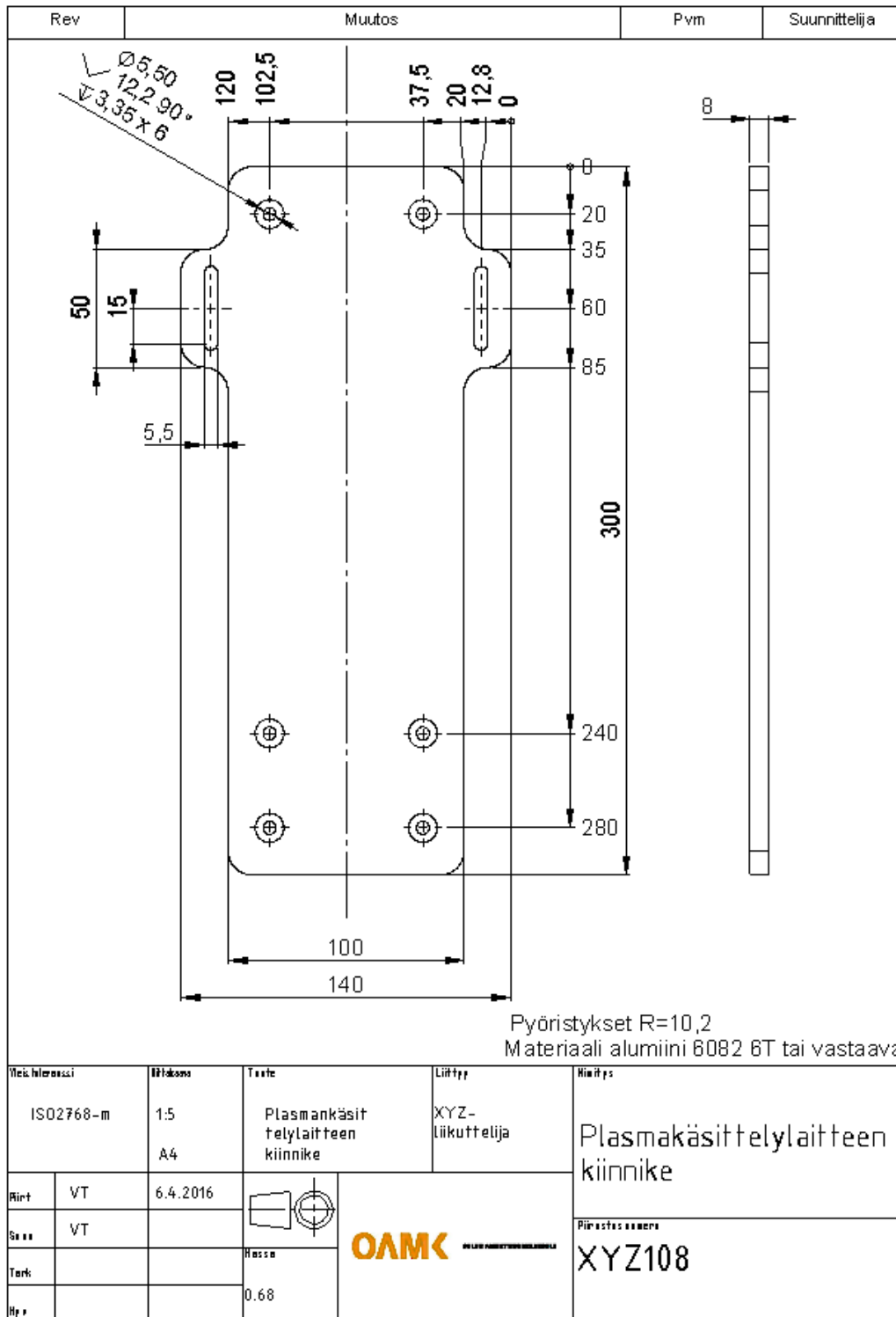




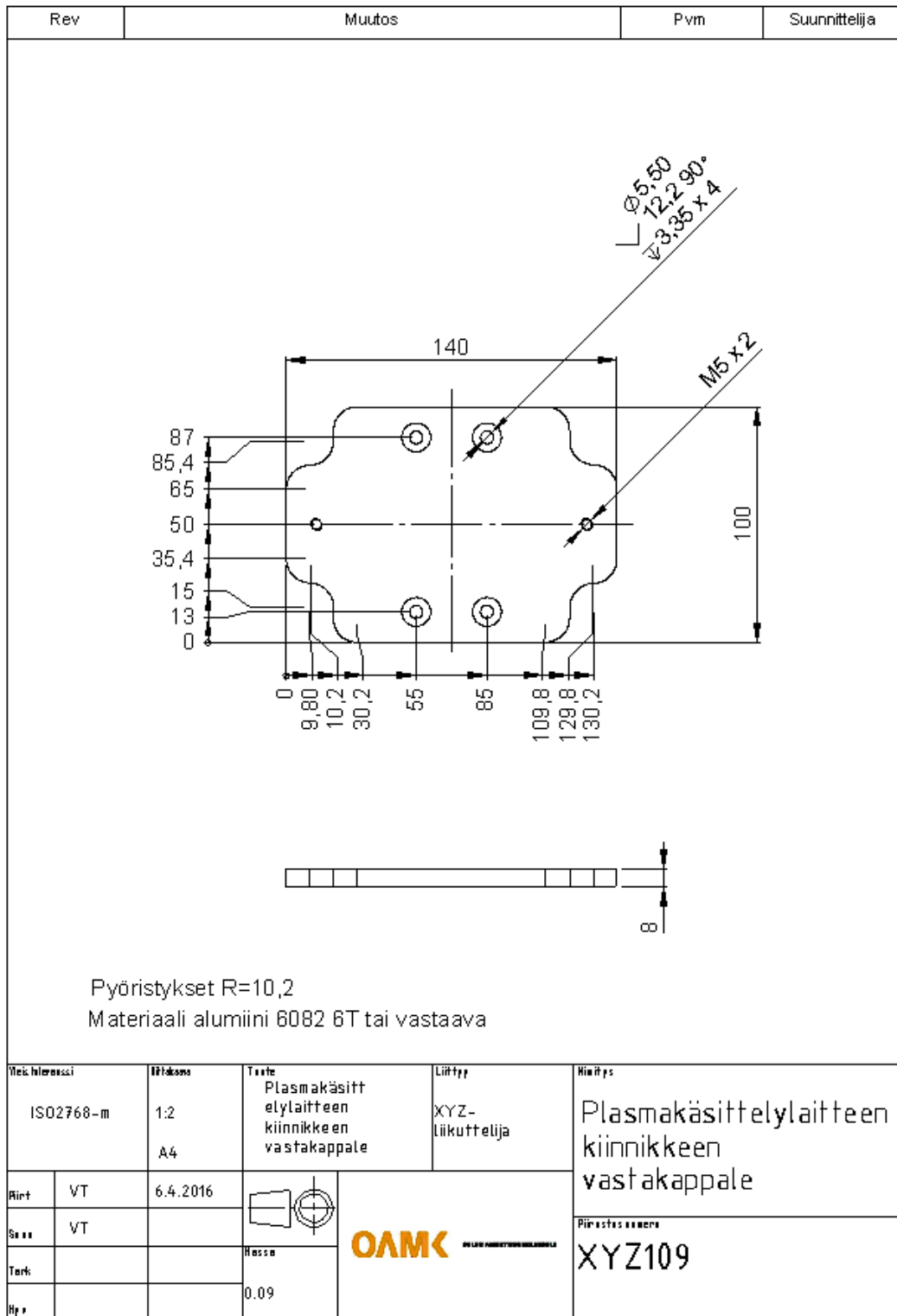
## NELIÖKIINNIKE LINEAARIYKSIKÖLLE 428 MM

Rev	Muutos		Pvm	Suunnittelija
Materiaali alumiini 6082 6T tai vastaava				
Viite Internetissä	Mittakaava	Tuote	Liittyy	Nimitys
ISO2768-m	1:3 A4	Neliökiinnike	XYZ- liikuttelija	Neliökiinnike lineaariyksikölle 428mm
Piirtäjä	VT	7.4.2016		Päästös numero <b>XYZ107</b>
Suunn.	VT			
Tark.				
Hj. p.				
				
		Massa		
		0.15		

## PLASMAKÄSITTELYLAITTEEN KIINNIKE



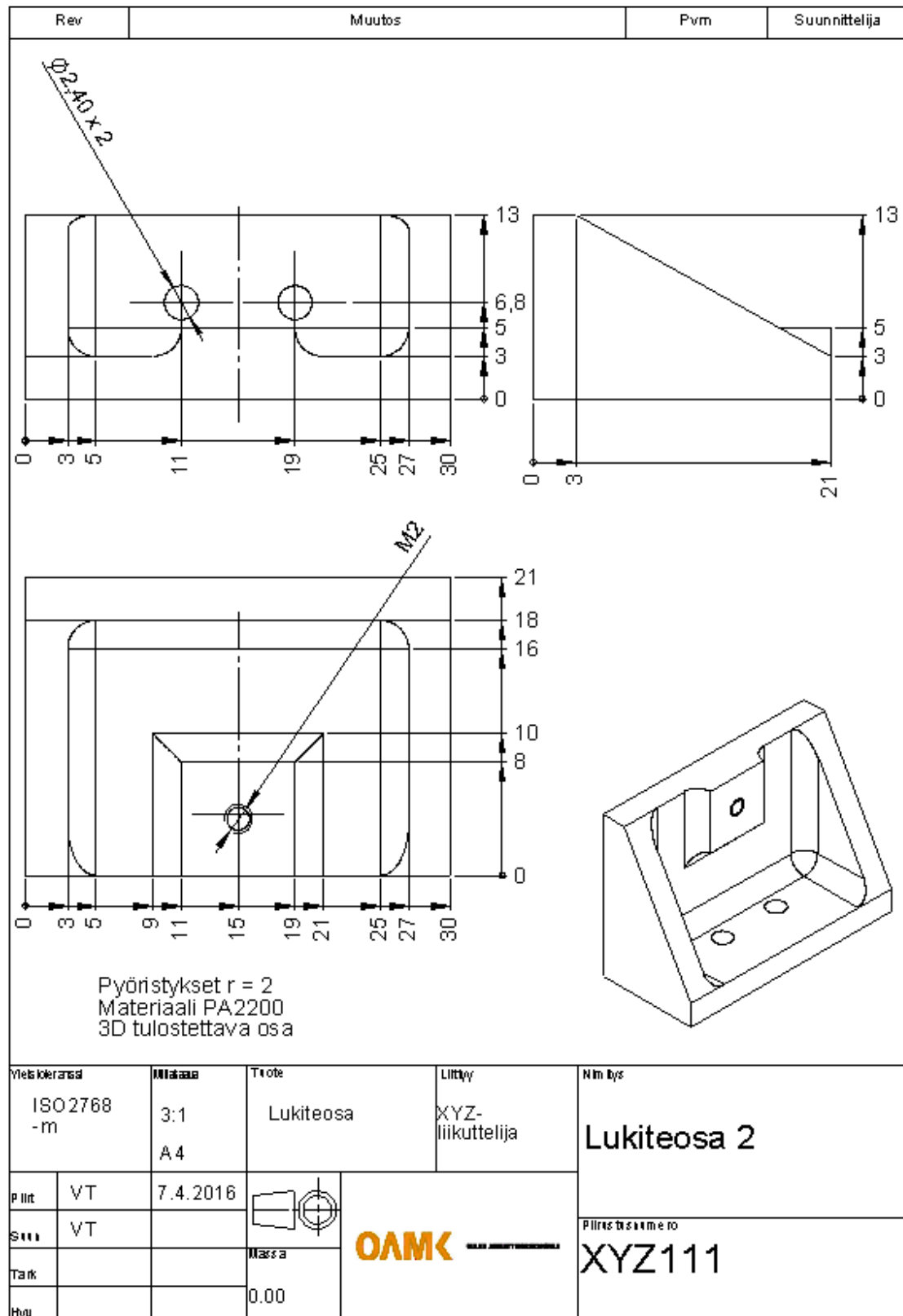
# PLASMAKÄSITTELYLAITTEEN KIINNIKKEEN VASTAKAPPALE



LUKITEOSA

Rev	Muutos		Pvm	Suunnittelija
<p>Pyöristykset r = 2                  Materiaali PA2200                  3D tulostettava osa</p>				
Tekijä/ohjeesta		Lukiteosa		Nimitys
IS02768-m		1.1 A4		Lukiteosa
Liittyy		XYZ- liikuttelija		
Hiirt	VT	7.4.2016		
Suunn	VT			
Tarkk				
Hyväks				
Pinnustus numero		XYZ110		

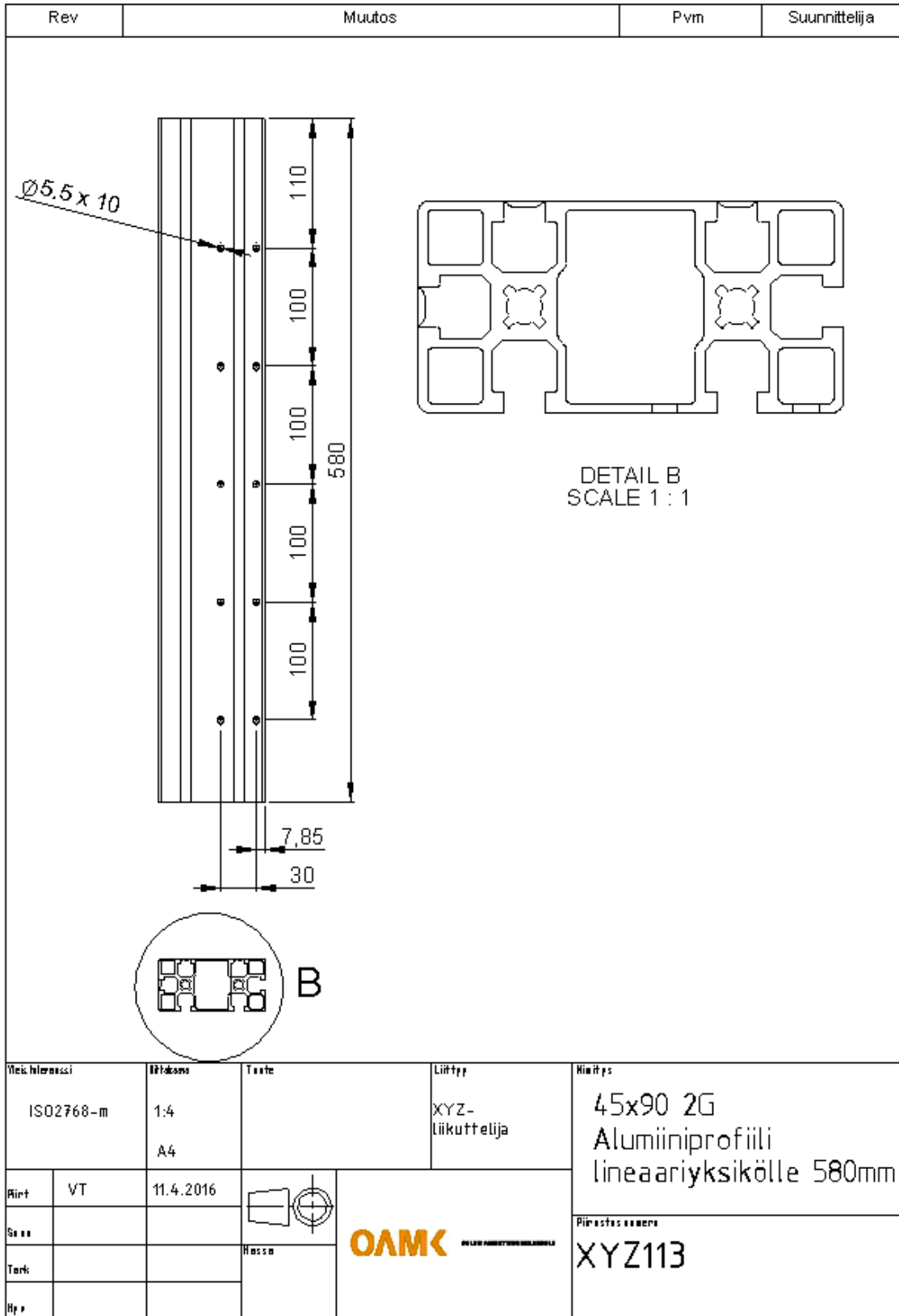
## LUKITEOSA 2



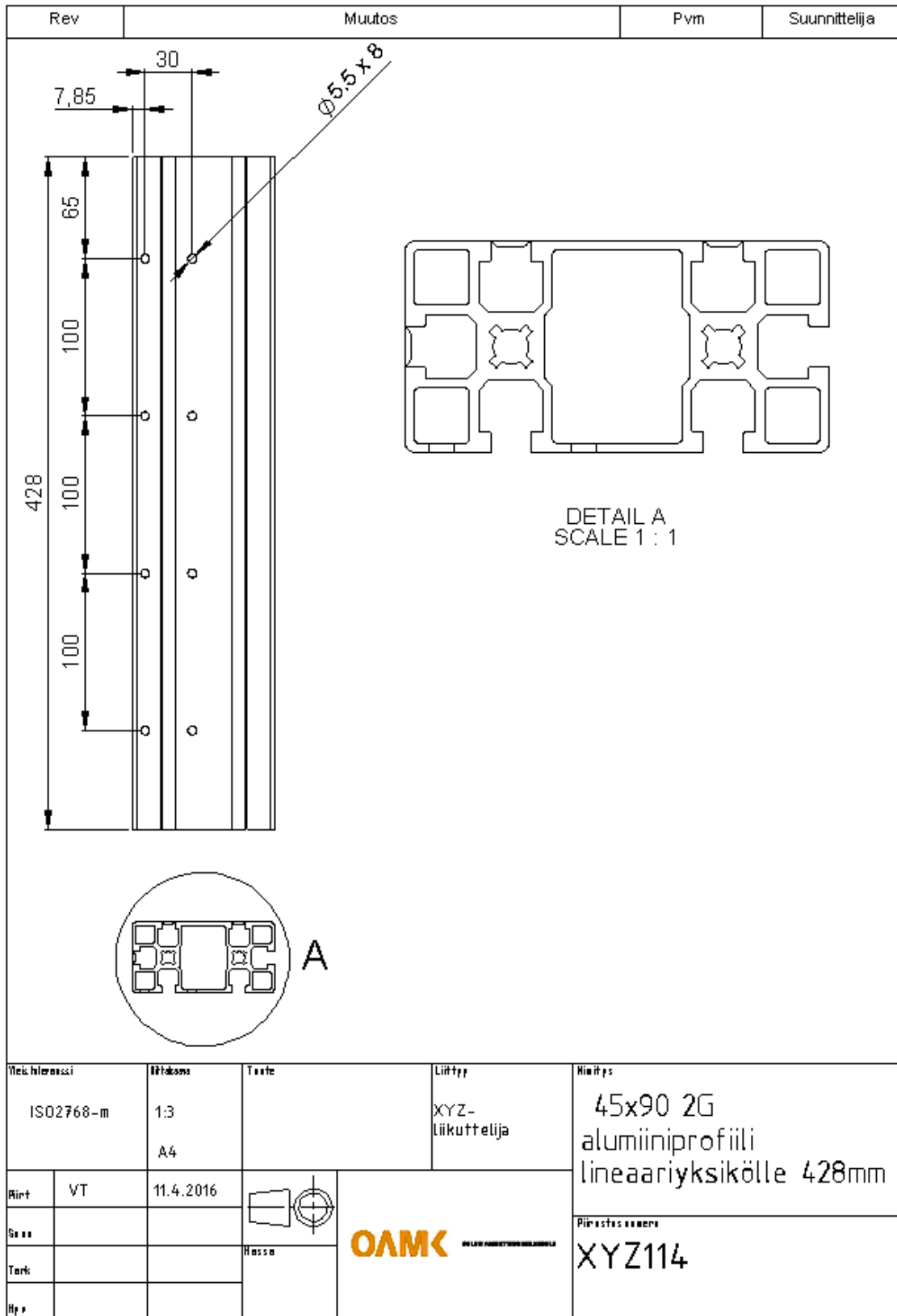
## ALUMIINIPROFIILI PÖYTÄTASO 350 x 270 x 19

Rev	Muutos		Pvm	Suunnittelija
Viitehierarkiassa	ISO2768-m	Skala	1:4 A4	Teksti
Liittyy	XYZ- liikuttelija	Hiottus		Näkötyyppi
Alumiiniprofiili pöytätaaso 350x270x19				Hiottus
Piirtäjä	VT	12.4.2016		Piirustusnumero
Suunn.				XYZ112
Tark.				
Hyt.				

# ALUMIINIPROFIILI LINEAARIYKSIKÖLLE 45 X 90 2G 580 MM



## ALUMIINIPROFIILI LINEAARIYKSIKÖLLE 45 X 90 2G 428 MM





# KOKOONPANOPIIRUSTUS

Lineaaryksiköt kiinnitetty M5x16mm ruuveilla (10)  
Plasmakäsittelyalate kiinnitetty M5x16mm uppokantaruuveilla ja mutterilla (31, 32)

Nro	Kuva	Nimi	Määrä	Yksikkö	Varustettu	Yksikkö	Varustettu	Yksikkö	Varustettu
1		10 M5x16mm ruuvi	1	36					
2		10 M5x16mm mutteri	1	31					
3		10 M5x16mm ruuvi	1	32					
4		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
5		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
6		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
7		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
8		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
9		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
10		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
11		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
12		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
13		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
14		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
15		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
16		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
17		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
18		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
19		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
20		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
21		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
22		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
23		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
24		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
25		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
26		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
27		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
28		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
29		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
30		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
31		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
32		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
33		10 M5x16mm ruuvi	1	31					
34		10 M5x16mm ruuvi	1	31					

XXXX XXXX XXXX XXXX

XXXX XXXX XXXX XXXX

XXXX XXXX XXXX XXXX

XXXX XXXX XXXX XXXX

XXXX XXXX XXXX XXXX

XXXX XXXX XXXX XXXX

XXXX XXXX XXXX XXXX

XXXX XXXX XXXX XXXX

XXXX XXXX XXXX XXXX

XXXX XXXX XXXX XXXX

XXXX XXXX XXXX XXXX

XXXX XXXX XXXX XXXX

XXXX-lijuttelija

XXXX-XXXXXX

## OSALUETTELO

Osan nimi	Kpl määrä
Alumiiniprofiili pöytätaiso Minitec 270x19 350 mm	2
Alumiiniprofiili lineaariyksikölle Minitec 45x90 2G 580 mm	1
Alumiiniprofiili liukujohteelle Minitec 45x90 2G 580 mm	1
Alumiiniprofiili lineaariyksikölle Minitec 45x90 2G 428 mm	1
Hiwin lineaarijohde HGR20R500C+RC	1
Hiwin lineaariKelkka HGW20CAZOC+SH/SE	1
Hiwin lineaariyksikkö KK6005C-500A1-FOCS0	1
Hiwin lineaariyksikön kelkka KK6005C-500A1-FOCS0	1
Hiwin lineaariyksikkö KK6005C-400A1-FOCS0	1
Hiwin lineaariyksikön kelkka KK6005C-400A1-FOCS0	1
Suorakulmakiinnike liukujohteelle 540 mm	1
Suorakulmakiinnike lineaariyksikölle 540 mm	1
Suorakulmakiinnike lineaariyksikölle 428 mm	1
Neliökiinnike lineaariyksikölle 540 mm	1
Neliökiinnike lineaariyksikölle 428 mm	1
Sivukappale liukujohteelle	1
Sivukappale lineaariyksikkö	1
Plasmakäsittelylaitteen kiinnike	1
Plaskäsittelylaitteen kiinnikkeen vastakappale	1
Lukiteosa	1
Lukiteosa 2	1
Plasmakäsittelylaite	1
M4 square nut Minitec	9
M8 x 20 mm ISO 4762 socket head cap screw	4
M5 x 20mm ISO 4762 socket head cap screw	12
M5 x 16 mm ISO 4762 socket head cap screw	22
M5 x 12 mm ISO 4762 socket head cap screw	2
M4 x 16 mm ISO 4762 socket head cap screw	8
M2 x 8 mm ISO 4762 socket head cap screw	4
M5 x 16 mm ISO 10642 socket countersunk head screw	10
M5 ISO 4032 Hexagon nut	6
M4 x 12 mm DIN 653 Thumb screw	1
M2 x 8 mm DIN 653 Thumb screw	1

## TARJOUS

**MOVETEC****TARJOUS**

Numero 16986 Sivu 1  
Päiväys 12.4.2016

Laskutusasiakas OULUN AMMATTIKORKEAKOULU OY TEKNIIKAN YKS. Kotkantie 1  90250 OULU  [REDACTED]@students.oamk.fi	Toimitusasiakas PRINLAB OULUN AMMATTIKORKEAKOULU TEKNIIKAN YKS. Kotkantie 1  90250 OULU
--	--

Kiitämme yhteydenotostanne ja tarjoamme teille tuotteitamme seuraavasti:

Yhteyshlö Ville Törmäkangas	Toimitusaika	
Viite	Toimitustapa	Itella Business day express
Merkki	Toimitusehto	NOL Espoo Fin01
Voimassa <del>00-1-2016</del> asti.	Maksuehto	ennakkomaksu
Myyjä Antti Ojala	Viivästyskorko	0,0

Tuotekoodi	Tuotteen nimi	Toimitusaika	Määrä	A-hinta	Ale %	Yhteensä
20.1081/1	PROFILE 45X90 2G 1 X 540MM	n. 5pv	0,54 M	[REDACTED]		[REDACTED]
20.1081/1	PROFILE 45X90 2G 1 X 580		0,58 M	[REDACTED]		[REDACTED]
20.1081/1	PROFILE 45X90 2G 1 X 428MM	n. 5pv	0,43 M	[REDACTED]		[REDACTED]
20.1077/1	PROFILE 19X270 2 X 350MM	n. 5pv	0,35 M	[REDACTED]		[REDACTED]
21.1310/4	SQUARE NUT M4 WITH SPRING META L	n. 5pv	12 PC	[REDACTED]		[REDACTED]
30153	HIWIN KK6005C-500A1-F0C2S0 F0 LAIPPA+ALUM SUOJA+RAJAKISKO	n. 4vk	1 KPL	[REDACTED]		[REDACTED]
30153	HIWIN KK6005C-400A1-F0C2S0 F0 LAIPPA, ALUM SUOJA,RAJAKISK	n. 4vk	1 KPL	[REDACTED]		[REDACTED]
HGW20CC Z0C	LAAKERI HGW 20CC Z0C	1-3pv	1 KPL	[REDACTED]		[REDACTED]
HGR20R-0500 C	LINEAARIJOHDE HGR20R L=500 MM 10/8X60/10 MM	n. 5pv	1 KPL	[REDACTED]		[REDACTED]

MOVETEC OY

Y-TUNNUS  
0705113-4

Hannuksentie 1  
02270 ESPOO  
Salon toimipiste:  
Urhellutie 4  
25130 MUURLA

Puh. (09) 5259 230  
Fax (09) 5259 2333  
Puh. 02 728 2500  
Fax 02 728 2511  
www.movetec.fi  
info@movetec.fi