

Opinnäytetyö AMK  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Konetekniikka  
2013

Tero Ojanen

# SYLINTERIN TESTAUSASEMAN SUUNNITTELU JA VALMISTUS



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU  
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ(AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

KONE- JA TUOTANTOTEKNIIKAN KOULUTUSOHJELMA | KONETEKNIikka

SYYSKUU 2013 | 28 SIVUA, 6 LIITESIVUA

OHJAAJA: RABBE STORGÅRDS

# HYDRAULIIKKASYLINTERIN TESTAUSASEMAN SUUNNITTELU JA VALMISTUS

Tämän työn tarkoitus on suunnitella ja valmistaa testausasema Wipro Infrastructure Engineering Oy:lle. Testausasemaa käytetään erilaisten kaksitoimisten hydraulikkasynterien kokoonpanon jälkeiseen testaukseen.

Työtä lähdettiin tekemään selvästä tarpeesta koska nykyään synterit on testattu samassa penkissä jossa ne kootaan. Yrityksellä ei ole testaukseen suoraan sopivaa laitetta, joten suunniteltavaksi tuli ainoastaan testaukseen räätälöidysti suunniteltava testausasema. Synterien testaukseen käytettävä aika on pidentynyt niin paljon, että erilliselle testausasemalle on yrityksessä selvä tarve. Testaukseen kuuluvan ajan piteneminen on seurausta omien laatuvaatimusten kriteerien tiukentumisesta. Tällä tavoitellaan tuotteen parempaa laatua ja puhtautta. Yrityksessä on tarve uudelle asemalle, jossa suoritetaan ainoastaan testaus. Näin saadaan aiemmin testaukseen kulunut aika käytettyä uuden synterin kokoonpanoon vanhassa asemassa.

Testausaseman suunnittelussa käytettiin pääasiassa PRO/Engineer3D-suunnitteluohjelmaa. Ohjelmiston käytöstä on tämän tyyppisessä suunnittelussa erittäin suuri apu, sillä sen avulla pystyy testaamaan osien yhteensopivuutta reaaliaikaisesti. Näin vältetään suurimmilta erehdyksiltä tuotantovaiheessa ja tiedetään, että osat sopivat oikein valmistettuna hyvin paikoilleen.

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

MECHANICAL AND PRODUCTION ENGINEERING

SEPTEMBER 2013 | 28 PAGES, 6 APPENDICES

INSTRUCTOR: RABBE STORGÅRDS

# DESIGN AND MANUFACTURE OF A TESTING STATION FOR A HYDRAULIC CYLINDER

The objective of this thesis was to design and manufacture a testing station for Wipro Infrastructure Engineering Oy. The testing station will be used after assembly in the testing of different double-acting hydraulic cylinders.

The work addressed to a real need because currently the hydraulic cylinders are tested on the same bench where they are assembled. The company does not have a station for testing purposes, so the task was to design a tailor-made testing station only for test drives. Furthermore, the testing time of hydraulic cylinders had increased so there was a clear need for a separate testing station. The increase in the testing times is a result of stricter quality standards, which aims at quality and purity. This aims at quality and purity. The new station will make it possible to use the previously elapsed time in testing, for assembling new cylinders in the old bench.

For the testing station design PRO/Engineer 3D-designprogram was mainly used. The use of software in design is a very big help as it is possible to test the compatibility of parts in real time. This way the largest mistakes during the production phase are avoided and it can be ensured that the parts fit properly.

# SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

|  |    |
|--|----|
| 1 JOHDANTO   | 6  |
| 1.1 Yritys   | 6  |
| 1.2 Työn tavoite   | 6  |
| 2 KOKOONPANOASEMA  | 8  |
| 3 TESTAUSASEMAN SUUNNITTELU                                    | 9  |
| 3.1 Laserleikkausosat  | 10 |
| 3.2 Muut teräkset  | 11 |
| 3.3 Esivalmistelu  | 11 |
| 4 TESTAUSASEMAN TOTEUTUS                                       | 12 |
| 4.1 Testausaseman runko  | 12 |
| 4.2 Hydraulikkasynterin pyöritys                               | 14 |
| 4.3 Suodatintaso   | 17 |
| 4.4 Vuotokaukalo   | 19 |
| 4.5 Hydraulikkasynterin paikoillaan pito testausprosessin ajan | 20 |
| 5 VIIMEISTELY  | 26 |
| 5.1 Testikokoonpano  | 26 |
| 5.2 Pintakäsittely   | 26 |
| 5.3 Loppukokoonpano  | 26 |
| 6 LOPPUYHTEENVETO  | 27 |
| LÄHTEET  | 28 |

## LIITTEET

- Liite 1. Kokoonpanokuva testiasemasta.
- Liite 2. Kokoonpanokuva rungosta.
- Liite 3. Kokoonpanokuva vuotokaukalosta.
- Liite 4. Kokoonpanokuva suodatintasosta.
- Liite 5. Kokoonpanokuva siirrettävästä rullapalkista.
- Liite 6. Kokoonpanokuva haarukkavaunupyörä+tuki.

## KUVAT

|  |    |
|--|----|
| Kuva 1. Kokoonpanoaseman kokoonpano.                                 | 8  |
| Kuva 2. Testausasema, jossa koeajettavana hydrauliiikkasylinteri.    | 9  |
| Kuva 3. Testausaseman runko.   | 12 |
| Kuva 4. Testausaseman runko, jossa näkyy vihreänä tippalistat.       | 13 |
| Kuva 5. Runkopalkkien välipalkki.                                    | 14 |
| Kuva 6. Rulla ja rullateline.  | 15 |
| Kuva 7. Kiinteä rullapalkki ja rullat.                               | 16 |
| Kuva 8. Siirrettävä rullapalkki ja rullat.                           | 17 |
| Kuva 9. Suodatintaso.  | 18 |
| Kuva 10. Osa suodatintasoa, jossa punaisena ja vihreänä tippalistat. | 19 |
| Kuva 11. Vuotokaukalo.   | 20 |
| Kuva 12. Kiinnipitosylinteri.  | 22 |
| Kuva 13. Haarukka.   | 23 |
| Kuva 14. Testausasemanrunko.   | 24 |
| Kuva 15. Sylinterituki.  | 25 |

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Yritys

### Wipro Infrastructure Engineering Oy

Wipro Infrastructure Engineering Oy on intialaisen Wipro Ltd:n Suomessa, Salon Perniössä, sijaitseva tytäryhtiö. Wipro Infrastructure Engineering Oy tunnetaan Nummi-tuotemerkillä korkealuokkaisista kippihydrauliikan komponenteista sekä yksi- ja kaksitoimisista hydraulikkasyylintereistä. Yrityksen liikevaihdosta 70 % tulee viennistä. Yhtiöllä on tehtaita Ruotsissa, Brasiliassa, Romaniassa, Kiinassa ja Intiassa. [1]

Wipro Infrastructure Engineering Oy suunnittelee tuotteensa itse, tekee tarvittavat tuotetestaukset ja varmistaa tuotteiden korkean laadun ja turvallisuuden ennen markkinoinnin aloittamista. Yhtiö on maailman toiseksi suurin riippumaton hydraulisyylintereiden valmistaja.

Wipro Infrastructure Engineering Oy:n asiakkaita ovat johtavat eurooppalaiset päällirakentajat ja laitevalmistajat, jotka asentavat tai valmistavat kuorma-autojen lastinkäsittelylaitteita, kaivoskuormaimia, metsänkorjuukoneita ja konttien nostolaitteita.

## 1.2 Työn tavoite

Tämän työn tavoitteena on suunnitella ja toteuttaa hydraulikkasyylinterin testausasema Wipro Infrastructure Engineeringin valmistamille erilaisille hydraulikkasyylintereille, joita on tällä kokoonpanopisteellä noin 25 erilaista.

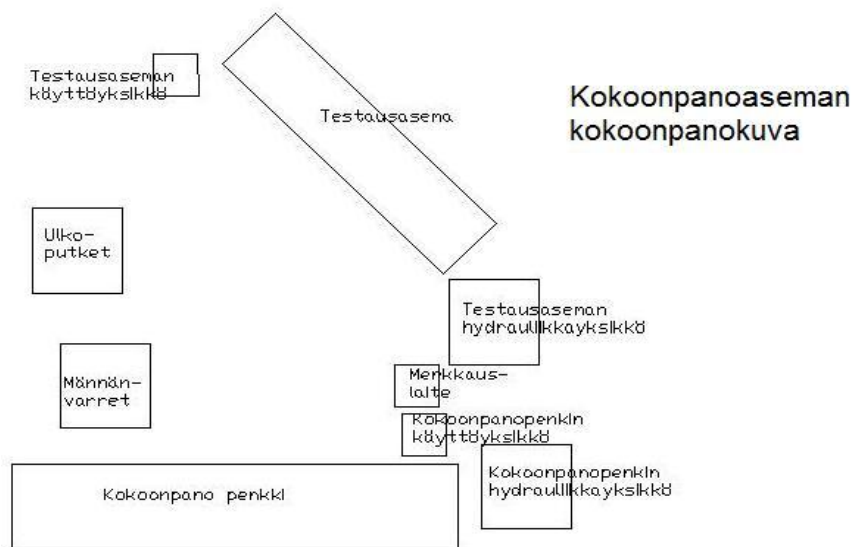
Työtä lähdettiin tekemään selvästä tarpeesta, koska nykyään sylinterit on testattu samassa penkissä, jossa ne kootaan. Koska yrityksellä ei ollut testaukseen suoraan sopivaa laitetta, tuli suunniteltavaksi ainoastaan testaukseen räätälöidysti

suunniteltava testausasema. Sylinterien testaukseen käytettävä aika on nyt pidentynyt niin, että halutaan tehdä kokonaan uusi testausasema, jossa suoritetaan ainoastaan testaus. Näin saadaan testaukseen kuluva aika käytettyä uuden sylinterikonaisuuden kasaukseen. Suurimpia syitä testausajan pitenemiseen on testauksessa suoritettavien työliikkeiden suurempi lukumäärä, jolla varmistetaan parempi puhtaus sylinterin sisällä ja sylinterin toimivuus. Tulevaisuudessa testaukseen tullaan kiinnittämään vieläkin enemmän huomiota ja tulevassa testausasemassa pyritään ottamaan myös tulevat tarpeet huomioon.

## 2 KOKOONPANOASEMA

Testausasema sijoitetaan kokoonpanosoluun, jossa on jo olemassa oleva kokoonpanopenkki. Tätä kokoonpanopenkkiä on käytetty aiemmin sekä kokoonpanoon että testaukseen, eikä se vastaa enää nykyaikaisia vaatimuksia. Tämä nyt tehtävä testausasema tulee selvästi lyhentämään tuotteen läpimenoaikaa yrityksessä, sillä kokoonpanija ei joudu enää koeajamaan sylinteriä manuaalisesti, vaan testausasema huolehtii itse koeajosta ja koeponnistuksesta. Samalla, kun hydraulikkasyylinteriä testataan testausasemassa, voi kokoonpanija koota uutta sylinteriä kokoonpanopenkissä.

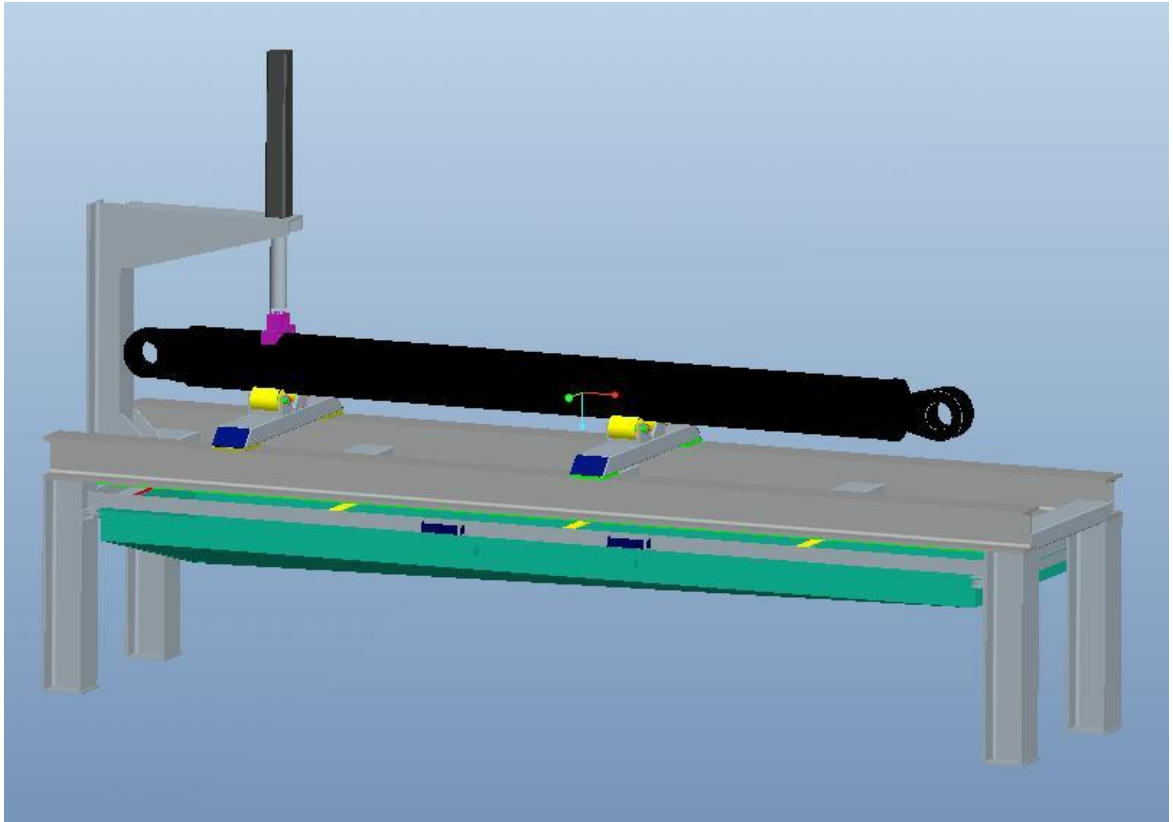
Kokoonpanoaseman konekantaan kuuluu myös kaksi erillistä kattonostinta, joista toinen on tarkoitus poistaa koneiden uudelleensijoittelun avulla. Kokoonpanoasemassa tullaan muutenkin toteuttamaan layout-muutos, jotta kokoonpanoasema saadaan vastaamaan nykyisiä tarpeita ja tulevan testausaseman vaatimia muutoksia.



Kuva 1. Kokoonpanoaseman kokoonpano.



### 3 TESTAUSASEMAN SUUNNITTELU



Kuva 2. Testausasema, jossa koeajettavana hydraulikkasyylinteri.

Työ aloitettiin sillä, että selvitettiin, mitä testausasemalta vaaditaan. Tämän osalta yrityksessä käytiin ensin palaveri tuotannonjohdon kanssa, jossa sovittiin, mitä työhön sisällytetään. Tämän jälkeen käytiin keskusteluja kokoonpanijoiden kanssa, jotka laitetta tulevat käyttämään. Näitä palavereja käytiin koko suunnitteluprosessin ajan, jotta sain suunnitelmilleni heti palautetta ja pystyin tekemään tarvittavia muutoksia.

Yrityksessä testattavien sylinterien koot vaihtelevat erittäin paljon. Tässä kokoonpanoasemassa kasataan n. 25 erilaista sylinterimallia ja koko ajan tulee uusia. Tällä hetkellä kokoonpantavien hydraulikkasyylinterien pituus, männänvarsi sisällä, vaihtelee 500-3000 mm:n välillä ja iskunpituudet ovat 350–2400 mm. Näin ollen pisimpien sylinterien pituus on, männänvarsi ulkona, n. 5500 mm. Sylinterien halkaisijat vaihtelevat välillä 120-400 mm. Sylinterien paino vaihtelee 50 kilosta aina

yli 300 kiloon asti. Nämä asiat on otettava huomioon testausasemaa suunniteltaessa.

Suunnittelussa käytettiin apuna PRO/Engineer-3D-suunnitteluohjelmaa. Tämä 3D-mallinnusohjelma on ainoana yrityksessä käytössä ja samalla opin käyttämään kyseistä ohjelmaa, jolla tulen tulevaisuudessa tekemään työtä. Tämä asettaa suunnitteluun jonkin verran lisähaastetta, sillä en ole kyseistä ohjelmaa aiemmin käyttänyt. Ohjelma on kuitenkin osittain samanlainen, kuin jo aikaisemmin käyttämäni 3D-suunnitteluohjelmat, joten jonkin verran osaan perusteita. Tästä ohjelmasta on suunnittelussa erittäin suuri apu, sillä siinä pystyy hyvin tarkastelemaan osia eri kulmista ja suunnista ja mikäli joihinkin osiin tarvitsee tehdä muutoksia, on muutoksien tekeminen helppoa ja niiden vaikutukset pystyy näkemään näytöltä heti. Osia pystyy myös sovittamaan toisiinsa, jolloin nähdään, sopivatko osat keskenään paikoilleen. Suunnittelun alussa käytin myös ruutupaperia. Näin sain ajatuksilleni jonkinlaista lähtökohtaa ja vahvistusta ennen mallintamista tietokoneella.

Laserleikkausosien piirtämisessä käytin myös Autocad-piirustusohjelmaa, jolloin osat leikkaava yritys ei joutunut piirtämään niitä uudestaan, vaan sai suoraan piirtämäni osat tuotantoon. Näin saatiin myös lyhennettyä toimitusaikaa.

Suunnittelun aikana kävin jatkuvasti keskustelua kokoonpanijoiden kanssa, jolloin sain heiltä suoraa palautetta suunnitelmiini. Näin sain otettua huomioon myös kokoonpanijoiden tarpeet ja mielipiteet. Kun sain kokoonpanijoilta hyväksynnän suunnitelmilleni, kävin vielä hyväksyttävässä suunnitelmat tuotantopäälliköllä.

### 3.1 Laserleikkausosat

Kaikki laserleikattuna tulevat osat tilataan alihankintana SBA Components-nimisestä yrityksestä, joka toimittaa yritykselle kaikenlaisia laserleikkausosia. Tästä aiheutui kuitenkin sen verran ongelmia, että jouduin piirtämään kaikki tilattavat osat vielä uudestaan CAD-suunnitteluohjelmalla, jotta ne saataisiin tuotantoon. Koska olen suunnitellut kyseisellä ohjelmistolla koulussa, sain kuitenkin osat helposti suunniteltua.

## 3.2 Muut teräkset

Työssä tarvittavat teräkset tilattiin BE Groupilta, joka toimittaa yritykselle myös muita teräksiä. Tilatut teräkset toimitettiin joko 6 m:n tai 12 m:n mittaisina palkkeina. Palkkien pituus riippuu tilattavasta aineesta. Näistä sahasin vannesahalla tarvittavan pituisia palkkeja. Ainoastaan palkit, joiden pää piti sahata johonkin muuhun kulmaan kuin suoraan kulmaan, leikkasin kulmahiomakoneella, sillä yrityksessä ei ole sahaa, jolla voisi muunlaisia kulmia sahata.

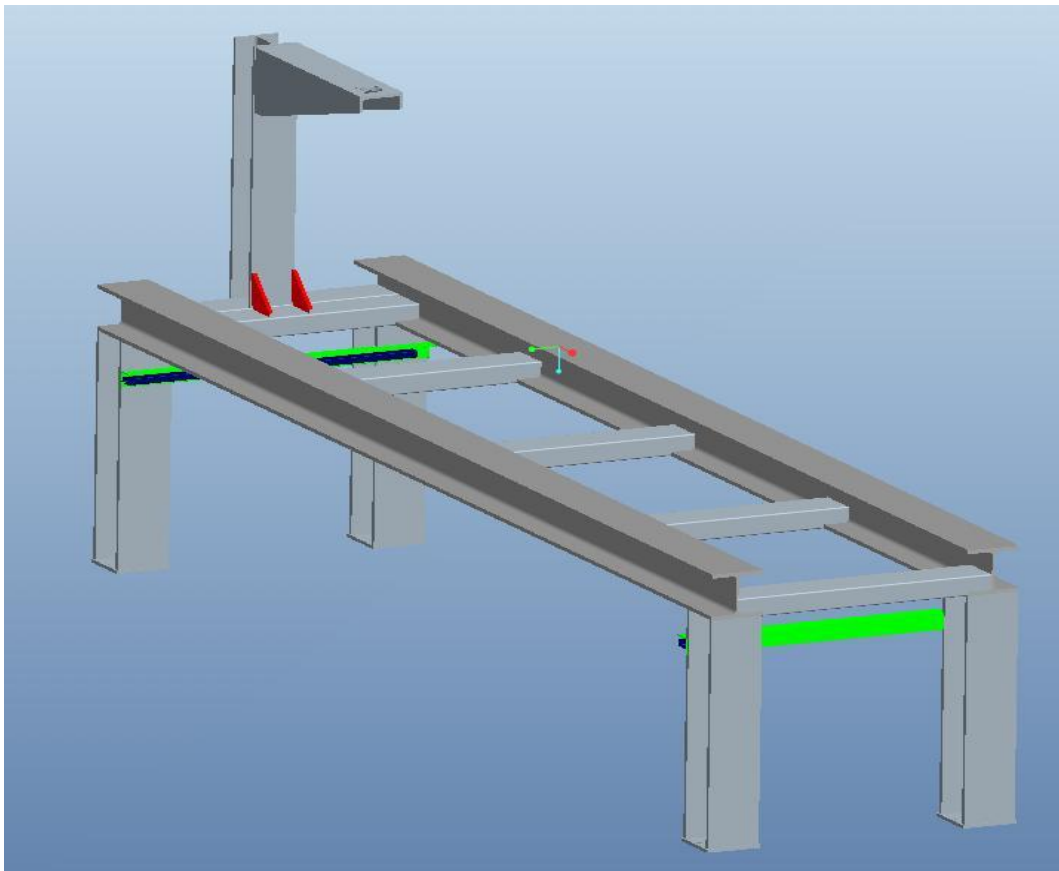
## 3.3 Esivalmistelu

Kun kaikki palkit on sahattu, lovetaan rungon välipalkkien päät, jotka tulee muotoilla sopimaan hyvin runkopalkkeihin, jotta ne on helppo hitsata. Tämän jälkeen rullapalkkeihin tehdään tarvittavat reiät ja tarvittavat kierteytykset. Osa tilatuista laserleikkausosista piti yrityksessä tilata useammassa osassa, valmistusteknillisistä syistä, joten seuraavaksi hitsattiin nämä kokonaisuudet kasaan. Näihin kuului kiinnipitosylinterin tuki, rullatelineet ja vuotokaukalo.

# 4 TESTAUSASEMAN TOTEUTUS

## 4.1 Testausaseman runko

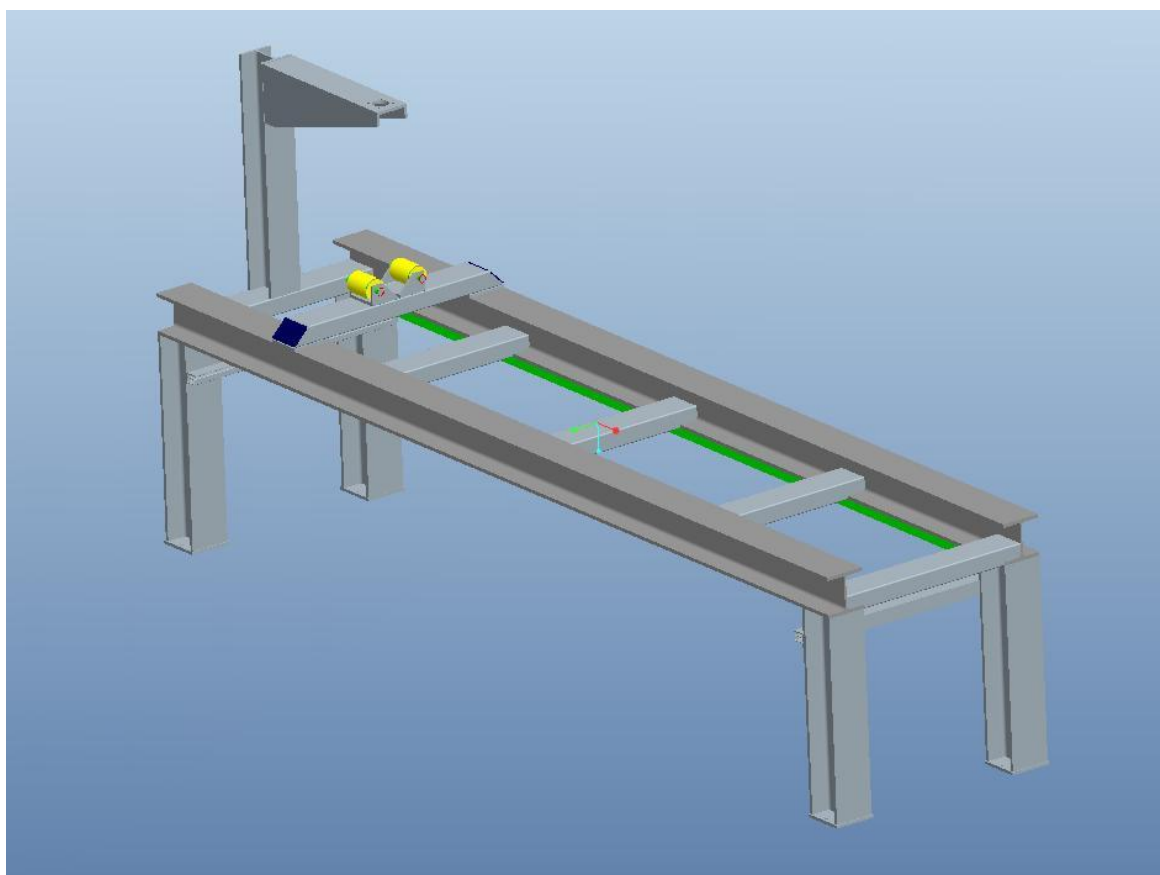
Testausaseman runkoa suunnitellessa pitää ottaa huomioon sylinterien suuri kokovaihtelu. Hydraulikkasylintereiden pituudet vaihtelevat 500-3000 mm:n välillä, ja tästä syystä rungon pituudessa päädyin 3500 mm:n. Vaikka pisimmän sylinterin iskun pituus on 2200 mm, ei ollut mielekäästä tehdä rungosta kuitenkaan niin pitkää kuin iskupituus ja sylinterin yhteenlaskettu mitta vaatisi, sillä silloin siitä olisi tullut yli 5000 mm pitkä. Tämän vuoksi testausasema tullaan sijoittamaan siten, ettei ulostuleva männänvarsi ole kenellekään vaaraksi. Tila johon hydraulikkasynterinin männänvarsi suuntautuu, käytetään hyödyksi siten, että sinne sijoitetaan testausaseman hydraulikkayksikkö. Testausaseman runko kuvassa 3.



Kuva 3. Testausaseman runko.

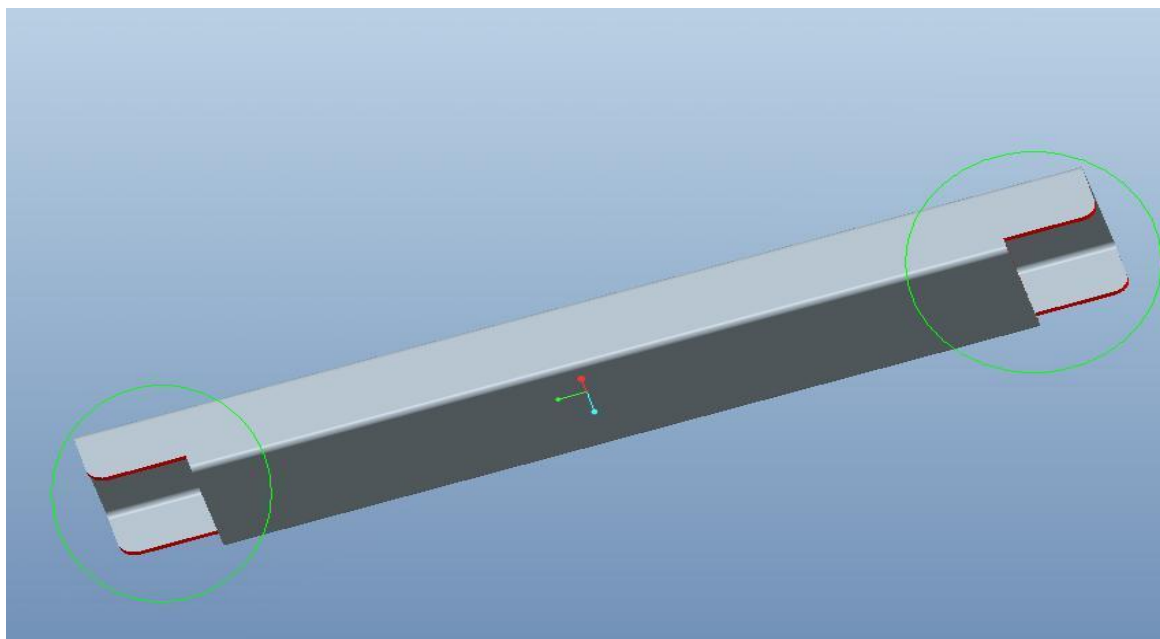
Koska rungosta tulee niin pitkä, valikoitui rungon materiaaliksi 140 mm HEP-  
leveälaippapalkki. Tämän palkin valinta tukee myös sitä, että palkin yläpinta toimii  
liukutasona toiselle sylinterituelle, joka on siirreltävässä, erimittaisista sylintereistä  
johtuen. Tämä materiaali on myös erittäin kestävä, sillä osa sylintereistä painaa  
yli 350 kg. Myös rungon jalat tehdään samaisesta palkista, jotka kukin sijoittuivat  
rungon kulmiin. Näin ollen jalat eivät vaikeuta vuotokaukalon ja suodatintason  
suunnittelua ja toteutusta. Jokaisen jalan alapäähän tulee reiällinen pohjalappu,  
josta runko voidaan kiinnittää lattiaan kiinni.

Pitkien runkopalkkien alle laitetaan lisäksi 3x20 mm lattarautaa, jotka toimivat niin  
sanottuina tippalistoina (näkyvät vihreänä kuvassa 4). Näiden lattarautojen tehtävänä  
on minimoida hydraulikkaöljyjen valuminen palkin alapintaa pitkin. Lisäksi lat-  
taraudat ohjaavat hydraulikkaöljyn putoamaan suodatintasolle, josta se taas va-  
luu vuotokaukaloon.



Kuva 4. Testausaseman runko, jossa näkyvät vihreänä tippalistat.

Rungon valmistuksessa tulee kiinnittää erityistä huomiota pitkien runkopalkkien väliin tuleviin välipalkkeihin. Nämä täytyy ensin sahata automaattisahalla, jonka jälkeen niistä täytyy leikata kulmahiomakoneella palaset pois (ympyröity vihreällä kuvaan 5). Näiden palasten poistaminen on tarkkaa työtä, sillä jos poistaa liian ison palan, tulee ongelmia hitsauksessa liian suurten ilmarakojen kanssa. Jos poistaa liian vähän, ei palkkia saa sovitettua kunnolla paikoilleen ja runkoon tulee mittaheittoa.



Kuva 5. Runkopalkkien välipalkki.

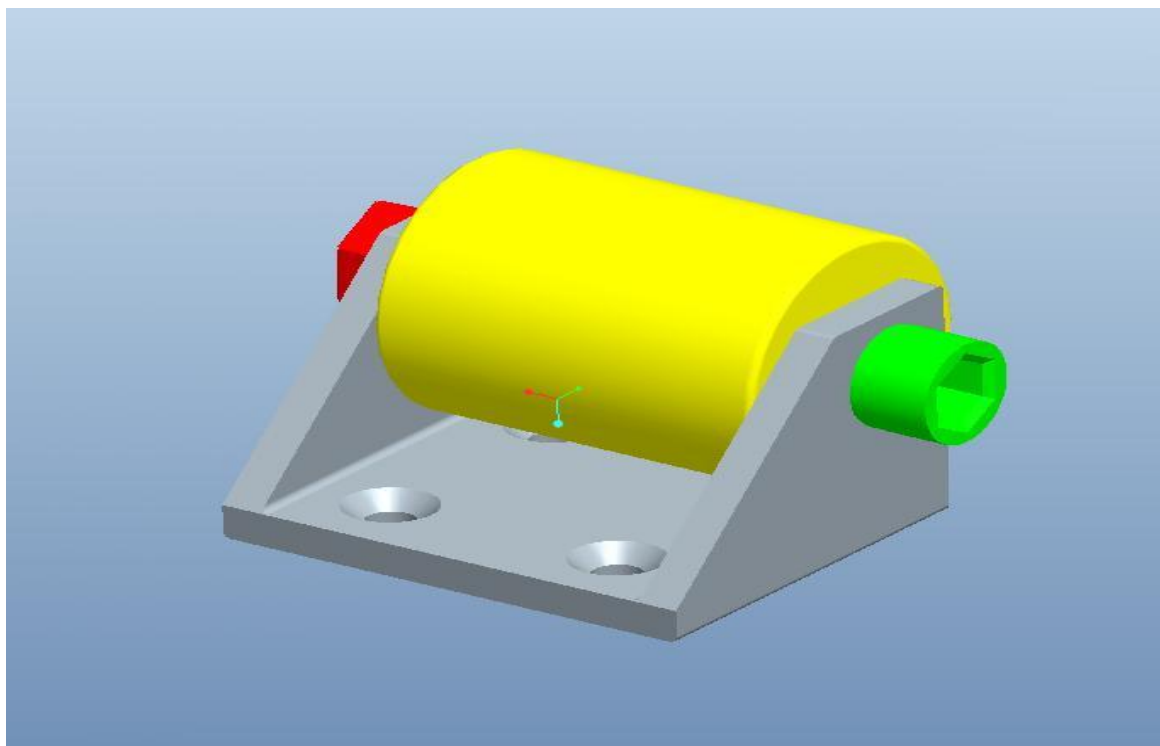
Testausasemanrungon hitsaus suoritetaan MAG-hitsauslaitteistolla, koska tällä laitteistolla on helppo hitsata, sillä on korkea tuottavuus ja saa helposti a-mittavaatimukset täyttävää hitsausaumaa. [2]

## 4.2 Hydraulikkasynterinin pyöritys

Sylintereitä on pakko päästä pyörittämään akselinsa ympäri, jotta testauksessa käytetty hydraulikkaöljy päästään valuttamaan pois sylinteristä. Suurin osa öljystä poistuu itse testausprosessissa, mutta osa jää kuitenkin sylinteriin. Tämän vuoksi pitää sylinteriä pystyä kääntämään, jotta kokoonpanija voi kääntää sylinterin siten, että öljyt valuvat sylinteriputkesta suurimmaksi osaksi ulos. Hydraulikkasynteriniä on myös pyöritettävä, jotta öljyliittimet olisivat helposti kytkettävissä ja testauksen jälkeen poistettavissa.

Hydrauliikkasyylinterien pyörittäminen suunniteltiin tapahtuvaksi rullaparien päällä, joista toista voi siirtää ja toinen pari on kiinteästi paikoillaan. Näin pystytään huomioimaan sylintereiden vaihtuvat pituudet. Tässä pystytään käyttämään hyväksi rungossa käytettävää runkopalkin ylälaippaa, joka toimii liukutasona, jolloin rullien liikuttelu edestakaisin olisi helppoa. Koska liikuttelu on kevyttä, ei tätä ole kannattavaa lähteä tekemään automaattiseksi. Tämä ainoastaan hidastaisi siirtoa ja aiheuttaisi ylimääräisiä kustannuksia projektille.

Hydrauliikkasyylinterin pyörittämiseen tarvittavista rullista parhaiksi vaihtoehdoksi valikoituivat haarukkavaunun pyörät, jotka ovat 95 mm leveät ja halkaisijaltaan 75 mm. Rulla on laakeroitu, ja päällystetty pinnoitteella jotta se ei jättäisi jälkiä sylinteriin, ja joka on öljyn ja erilaisten liuottimien kestävä. [3]

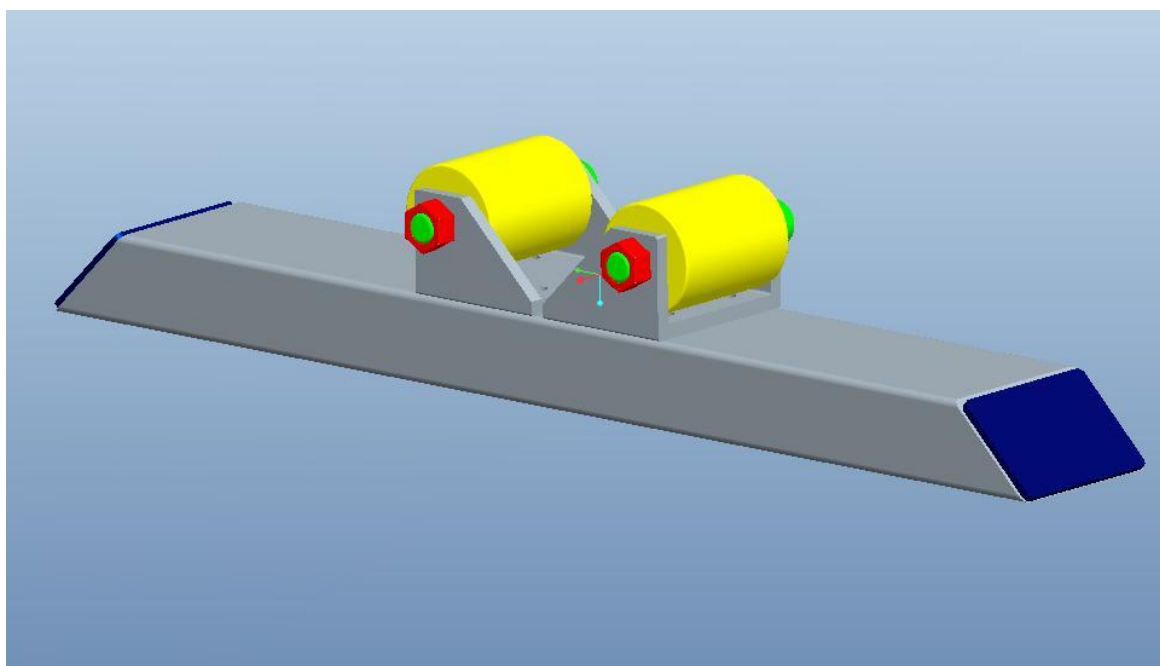


Kuva 6. Rulla ja rullateline.

Nämä rullat valittuani, suunnittelin niille mitoitetun telineen. Teline tehdään levystä polttoleikkaamalla kolmesta osasta, jotka hitsaan MAG-hitsauslaitteistolla. Tämän jälkeen tehdään tarvittavat upotukset M12×20 mm uppokantaruuveille. Jos rullatelineestä olisi voinut tehdä korkeamman, olisi sen voinut valmistaa yhdestä osasta särmämällä, mutta tässä toteutuksessa se jouduttiin tekemään kolmesta eri osasta.

Rullan ja rullatelineen kokoonpano on vain 90 mm korkea (näkyvä kuvassa 4). Rulla tullaan kiinnittämään rullatelineeseen M20×130 mm pultilla, jonka toiseen päähän tulee M20 mm mutteri.

Kuvassa (kuva 7) näkyy kiinteä rullapalkki ja rullat. Rullat tulee sijoittaa mahdollisimman lähelle toisiaan siksi, että pienimmät testattavista sylintereistä ovat halkaisijaltaan 120 mm, mutta kuitenkin riittävän kauas toisistaan, etteivät isommat sylinterit pääse putoamaan niiden päältä. Rullien telineiden tulee olla mahdollisimman matalat, jotta ne eivät turhaan korota työskentelykorkeutta. Rullatelineet tulevat kiinni rullapalkkiin neljällä uppokantaruuvilla, joiden koko on M12×20 mm. Rullapalkkiin tulevat yhteensopivat M12 kierreierät. Palkkien päät on viistetty 45 asteen kulmaan ja sen jälkeen siihen on hitsattu päälle lappu. Kiinteään rullapalkkiin hitsataan alapuolelle 10 mm:n vahvuisesta levystä korokepalat, joilla se saadaan samaan tasoon siirrettävän rullapalkin kanssa.

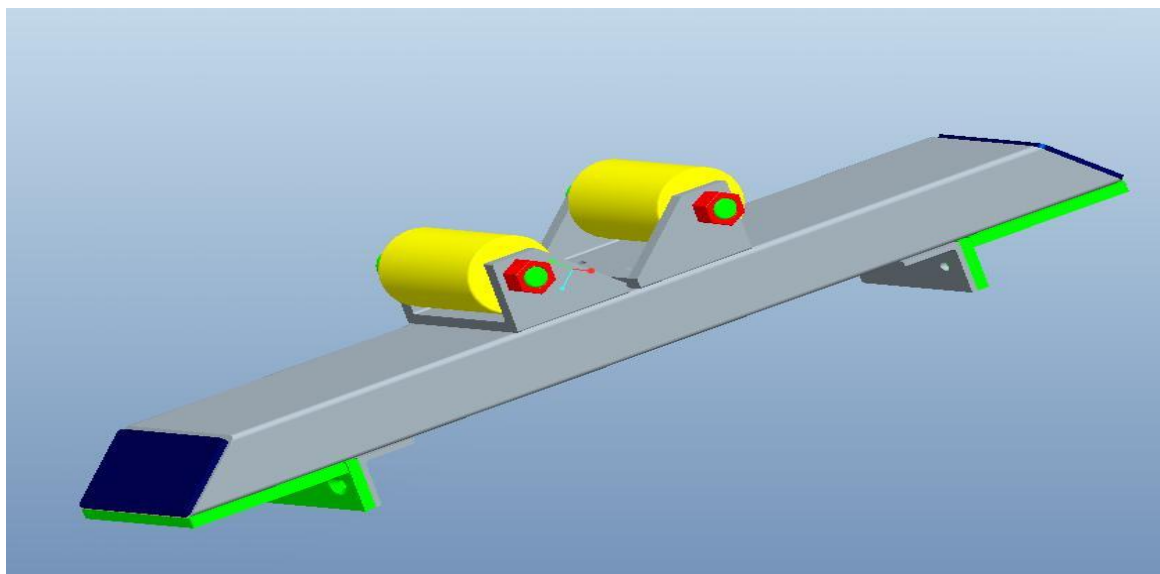


Kuva 7. Kiinteä rullapalkki ja rullat.

Koska toinen rullastoista on liikuteltava ja toinen kiinteä, piti kiinteää korottaa 10 mm. Tästä syystä laserleikattiin ja hitsattiin rullaston alle 10 mm levystä 140×120 mm kokoisen levy.



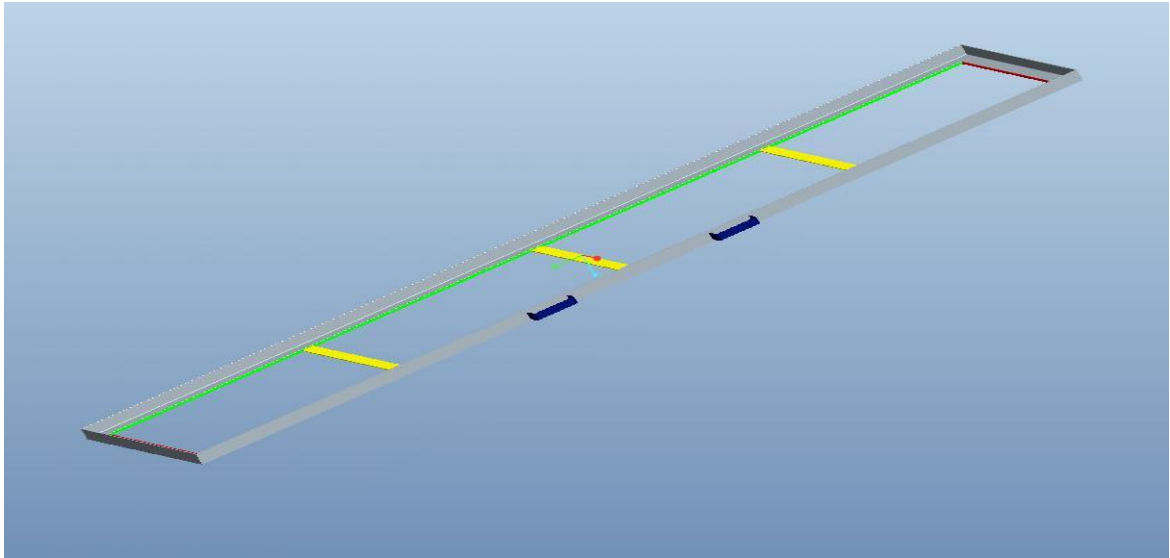
Siirrettävän rullapalkin kummankin pään alapintaan tulee 140×120 mm kokoinen 10 mm paksu EPDM muovipala, jonka avulla sitä on helppo liu'uttaa runkopalkkien päällä. Liikkuvaan rullastoon tulee 40×40 mm kulmaraudasta tuet, jotka estävät palkin putoamisen ja että se liikkuu suoraan liukutason päällä. Myös tähän tukeen tulee kiinnitettäväksi EPDM-muovia, joka mahdollistaa sille hyvän liikkuvuuden. Siirrettävä rullapalkki ja tuet kuvassa 8.



Kuva 8. Siirrettävä rullapalkki ja rullat

### 4.3 Suodatintaso

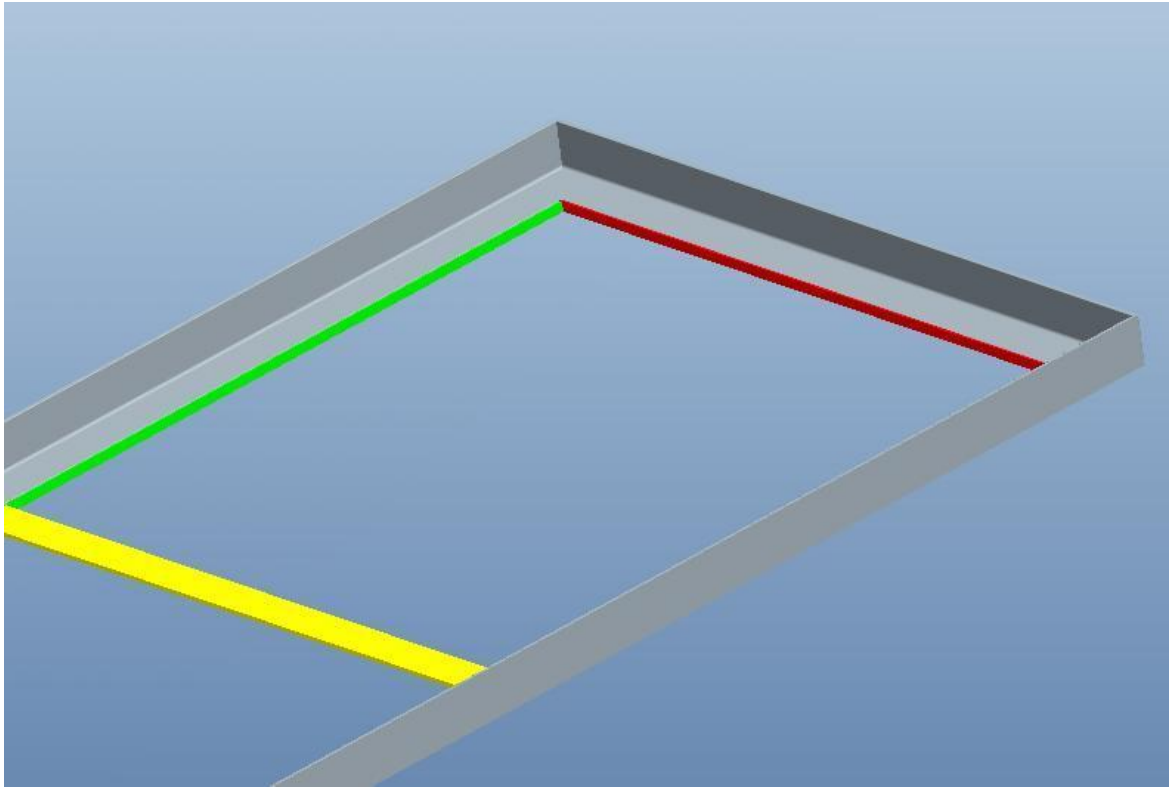
Vaikka testattavat sylinterit on pesty ja puhdistettu, saattaa niistä irrota epäpuhtauksia. Tätä varten tulee tehdä erillinen suodatustaso, johon laitetaan teräsverkko ja jonka päälle laitetaan vaihdettavissa oleva suodatinkangas. Tähän jää kaikki kiinteä aines, jonka ei haluta pääsevän vuotokaukaloon ja sitä kautta turhaan kuormittamaan öljyn puhdistuslaitteistoa. Suodatintaso kuvassa 9.



Kuva 9. Suodatintaso.

Suodatintason materiaaliksi valikoitui 50×50×4 mm:n kulmarauta. Valittu kulmarauta on materiaalina tarpeeksi vahvaa, jolloin keskelle ei tarvita erillisiä tukia. Kulmaraudasta valmistetaan kehikko, jonka ulkomitat ovat 3200×800 mm. Keskelle laitetaan 4×30 mm vahvuisesta lattateräksestä kolme vahvikerautaa (näkyvät keltaisena kuvassa 9). Toiseen pidemmistä sivuista laitoin kaksi kahvaa, joista suodatintaso voidaan helposti vetää pois rungon alta (näkyvät sinisenä kuvassa 9). Suodatinkangas asetetaan ohuen verkonpäälle, joka estää kankaan menemisen vuotokaukalon sisään, kun siihen kerääntyy roskaa ja muita epäpuhtauksia. Koska suodatintilan voi vetää helposti rungolta alta pois, on suodatinkangas helposti vaihdettavissa ja samalla toimenpide pystytään suorittamaan niin, ettei vaihtamisen aikana pudoteta epäpuhtauksia vuotokaukalo. On erittäin tärkeää huomioda, että suodatinkangas on koko suodatintason levyinen, jotta roskat eivät pääse vuotokaukalo.

Suodatintason sisäkehään laitetaan myös tippalistat, jotka ovat 3×10 mm lattaterästä (näkyvät vihreänä ja punaisena kuvassa 10). Näiden tehtävänä on vähentää öljyn siirtymistä palkin alapintaa pitkin ja pudottaa öljy vuotokaukalo. Tippalistojen tulee olla riittävän matalia, jotta ne eivät ota kiinni vuotokaukalo.



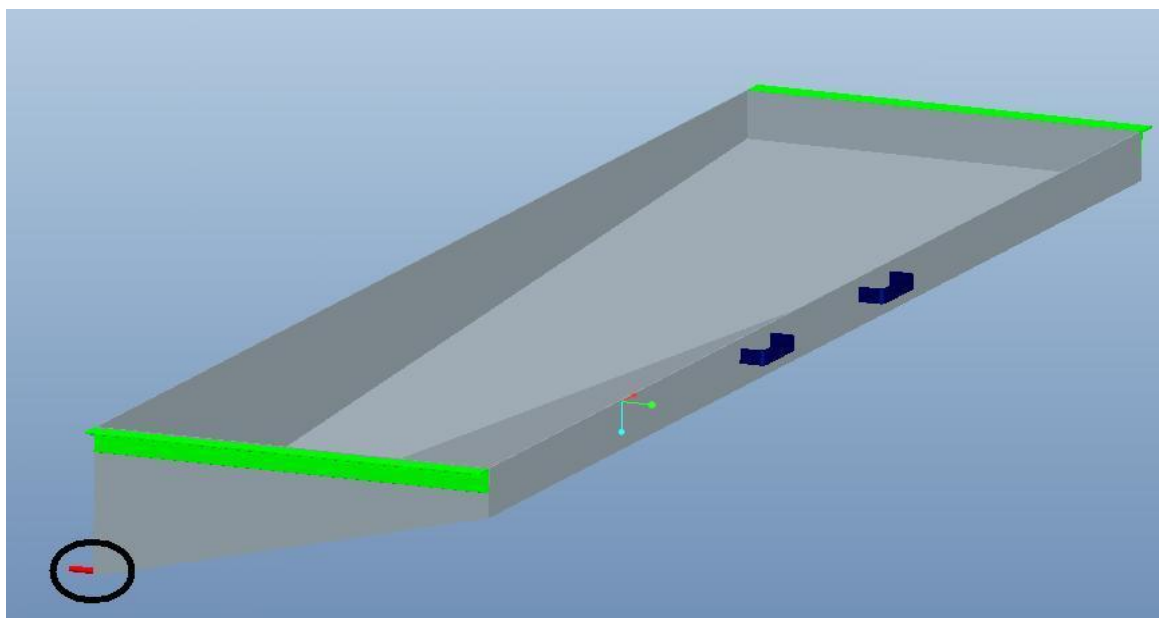
Kuva 10. Osa suodatintasoa, jossa punaisena ja vihreänä tippalistat.

## 4.4 Vuotokaukalo

Jotta sylintereihin jäävä ja siitä pois valutettava öljy saataisiin talteen, täytyy se valuttaa vuotokaukaloon. Vuotokaukalosta öljy lähtee puhdistamisen jälkeen uudelleen prosessikiertoon. Öljyä valuu myös letkuista ja mikäli sylinterissä on ulospäin suuntautuvia vuotoja, tulee myös tämä öljy kerätä talteen.

Vuotokaukalon materiaalipaksuudeksi valikoitui 2 mm paksu kylmävalssattu levy. Vuotokaukalon ainevahvuus tuotti vaikeuksia, koska näin ohutta levyä ei ole siinä koossa kuin olisi pitänyt olla. Suurin levykoko on 3000×1500 mm eikä tämä riittänyt, koska vuotokaukalon pituus on 3200 mm. En kuitenkaan halunnut tehdä vuotokaukaloa paksummasta materiaalista, sillä vuotokaukalon on oltava helposti poisvedettävissä testausaseman rungon alta. Koska vuotokaukalo on muodoltaan sellainen, että se viettää tyhjennysputkeen päin, katsoin parhaaksi, että se tulee valmiiksi kantattuna. Tästä syystä vuotokaukalo tehtiin kahdessa osassa, jotka hitsataan yhteen TIG-hitsauslaitteistolla. Kyseistä hitsauslaitteistoa kannattaa

käyttää siksi, että TIG-hitsauslaitteistolla on suhteellisen helppoa hitsata ohuita materiaalivahvuuksia. [4]



Kuva 11. Vuotokaukalo, jossa ympäröitynä öljyputki.

Vuotokaukaloon tuli lisäksi hitsattavaksi kumpaankin päähän lappu, joihin tuli vielä 50x50 mm kulmarauta, joiden päällä vuotokaukalo on. Vuotokaukalon pohjaan tuli 12x1 mm putki ulostuloksi, josta siihen valuva öljy voidaan imeä pois puhdistusyksikköön ja siitä puhdistuksen jälkeen uudelleen prosessikiertoon. Vuotokaukalon sivuun laitoin kaksi kahvaa, joista se on helppo vetää pois rungon alta puhdistusta varten.

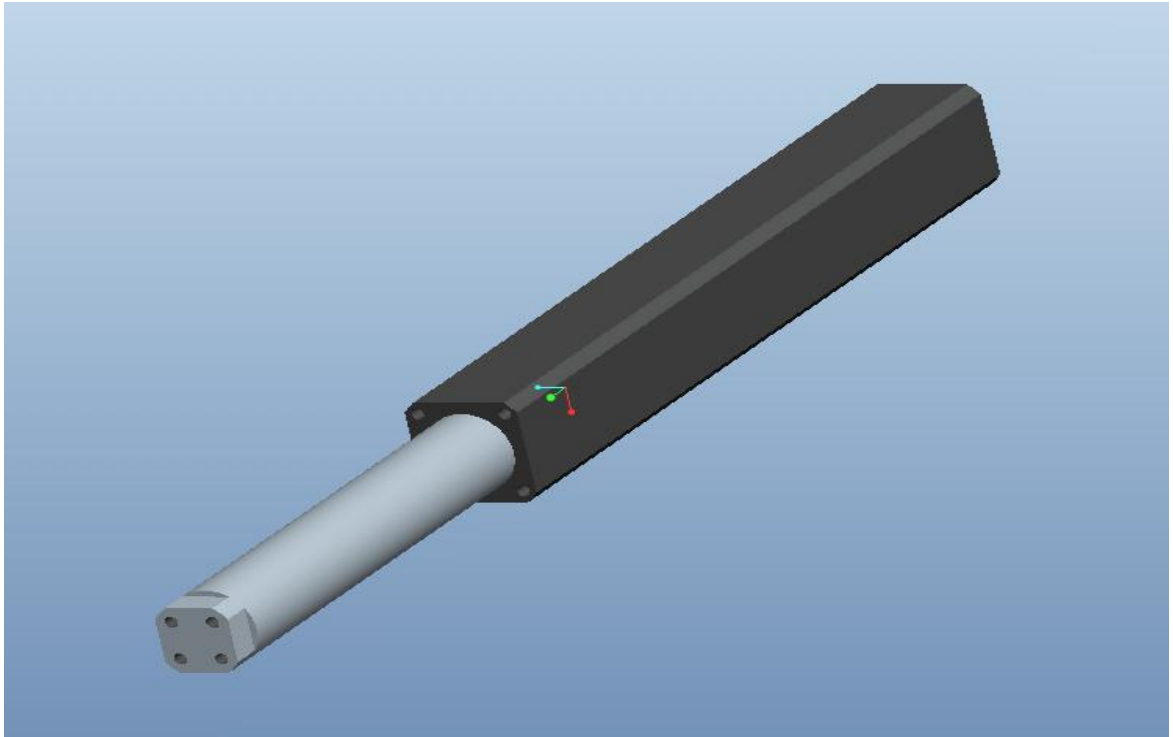
#### 4.5 Hydraulikkasyylinterin paikoillaan pito testausprosessin ajan

Testausprosessissa hydraulikkasyylinteri pyrkii liikkumaan eteen- ja taaksepäin. On todennäköistä, että hydraulikkasyylinteri pyrkii pyörimään akselinsa ympäri. Tästä syystä on kehitettävä kiinnipitosysteemi, joka on nopeasti ja helposti käytet-

tävissä ja joka varmasti pitää hydraulikkasyylinterin paikoillaan koko testausprosessin ajan.

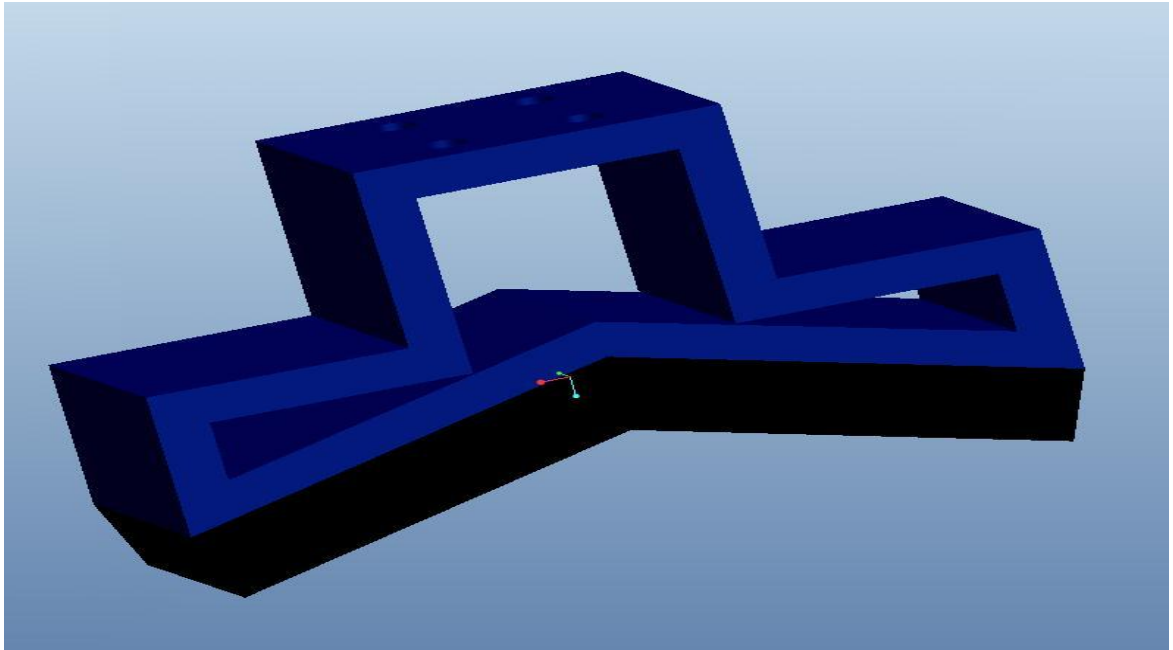
Sylinterin paikallaan pitämiseen olisi monta eri vaihtoehtoa, mutta yksinkertaisimmaksi ja parhaaksi valikoitui pneumaattinen sylinteri, joka painaisi hydraulikkasyylinteriä kiinteänä olevan sylinterituen kohdalta. Tällä pystytään varmistamaan se, ettei sylinteri liiku missään vaiheessa testausta. Sylinteri painaisi V-muotoisella ja kumipäällysteisellä haarukalla, joka estäisi paremmin sen, että testattava sylinteri ei pääse myöskään pyörimään testauksen aikana. Sylinterin käyttölaitteeksi valikoitui yksinkertainen vipu, jolla saadaan sylinteri aukeamaan ja menemään kiinni. Huomioonotettavaa on se, että haarukan painaessa hydraulikkasyylinteriä, täytyy paineen jäädä päälle. Näin varmistetaan se, ettei hydraulikkasyylinteri pääse liikkumaan, jos paineilmaverkostosta yhtäkkiä paine jostain syystä häviäisi.

Kiinnipitosylinterin valinta tuotti jonkin verran vaikeuksia. Sylinteri pitää olla niin sanotusti pyörimätön, eli sylinterin mäntä ei saa pyöriä akselinsa ympäri. Yksi tärkeä valintakriteeri oli myös se, että halusin sylinterin olevan pneumaattinen, koska tällöin ei tarvittaisi erillistä käyttöyksikköä tälle sylinterille, sillä paineilmaa saisi suoraan verkostosta. Eri valmistajilta kyllä löytyi tuotteita, mutta niissä ei ollut joko tarpeeksi pitkää iskua tai tarpeeksi paljon tehoa, jolla se pitäisi hydraulikkasyylinteriä paikoillaan. SMC:ltä löytyi pneumaattinensylinteri, joka ei pyöri ja jossa oli ulostulossa kaksinkertainen voima, joten valitsin sen. Yrityksen paineilmaverkostossa on paineena n. 8 baria, ja tällä paineella sylinterin voima on ulostulussa yli 3000 N. Tämä teho riittää hydraulikkasyylinterin paikallaan pysymiseen.[5]



Kuva 12. Kiinnipitosylinteri.

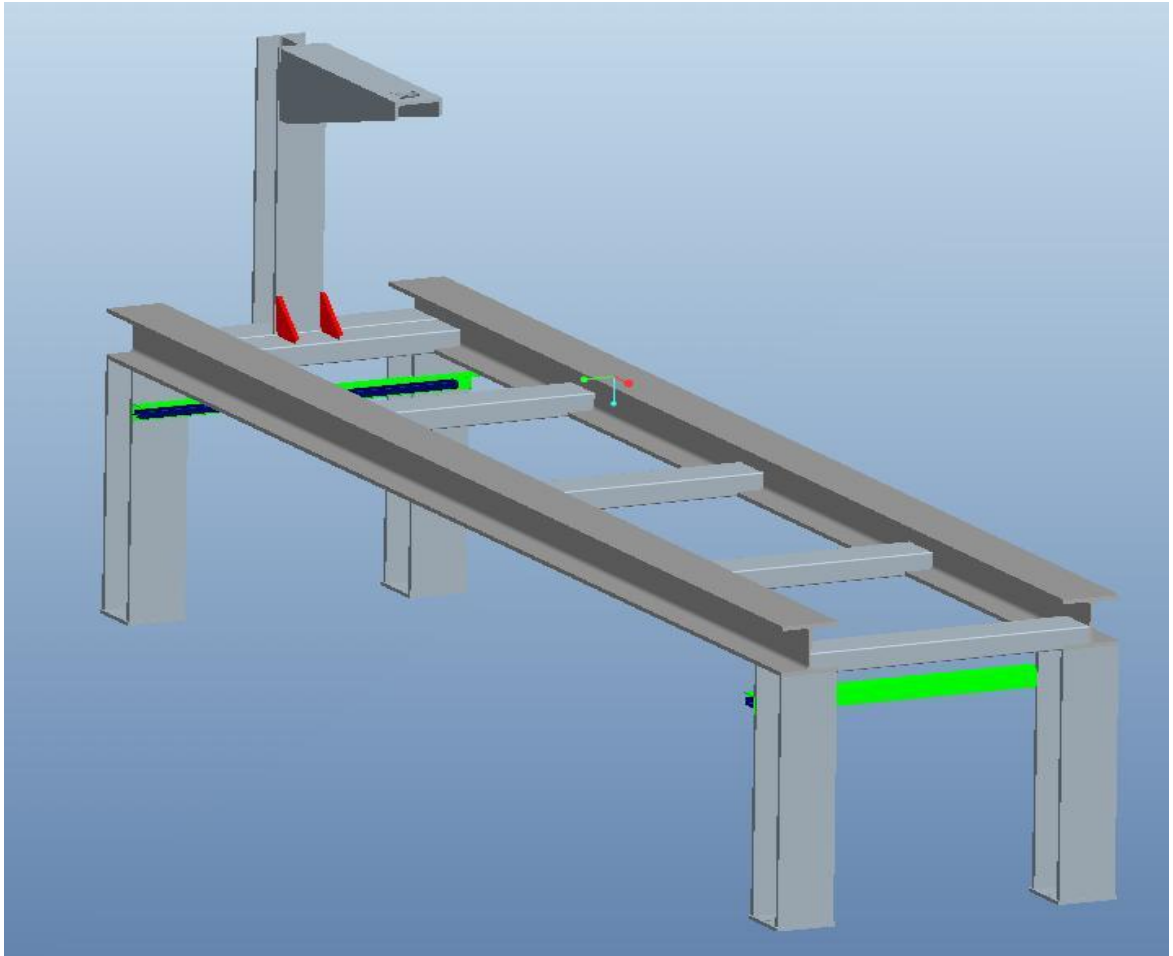
Haarukka valmistetaan 10×50 mm lattateräksestä. Koska yrityksessä ei ollut käytävissä särmäyspuristinta, tehdään haarukka sahaamalla tarvittavat pätkät lattateräksestä. Kun pätkät on sahattu vannesahalla, hitsataan osat yhteen MAG-hitsauslaitteistolla. Hitsauksen jälkeen piirrotetaan reikien paikat kumien kiinnitystä varten, ja samalla piirrotetaan reiät, joista haarukka kiinnitetään kiinnipitosylinteriin. Kumien kiinnitysreikiin tehdään kierteet kumien kiinnittämistä varten. Kumi kiinnitetään M12×20 mm uppokantapulteilla ja haarukka kiinnitetään kiinnipitosylinteriin M8×30 mm kuusiokolopulteilla.



Kuva 13. Haarukka johon on kiinnitetty pehmike kumi.

Kumi valmistetaan leikkaamalla 20 mm paksusta kumilevystä 50x 80 mm kokoiset palat. Myös kumiin tulee reiät kiinnitystä varten ja reikiin tehdään syvät upotukset, jotta pulteista ei tulisi jälkiä silloin kun haarukka painetaan hydraulikkasyylinteriä vasten. Kumi näkyy kuvassa 13.

Sylinterituki ja sen palkki tuli näin sijoitettavaksi testausaseman rungon päätyyn, jotta hydraulikkasyylinteri on helppo laittaa paikoilleen. Mikäli paineilmasylinterille olisi tehnyt esim. U-mallisen tuen, olisi hydraulikkasyylinterin joutunut pujottamaan paikoilleen, ja se olisi hankaloittanut kokoonpanijan työskentelyä. Koska kaikki vääntö tulee pystyssä olevaan 120 mm, laitoin I-palkkiin kaksi erillistä kulmatukea palkin juureen. Näin varmistetaan, etteivät hitsaukset alhaalla petä, ja ettei 120 mm I-palkki repeydy irti pitkäaikaisessa raskuudessa.

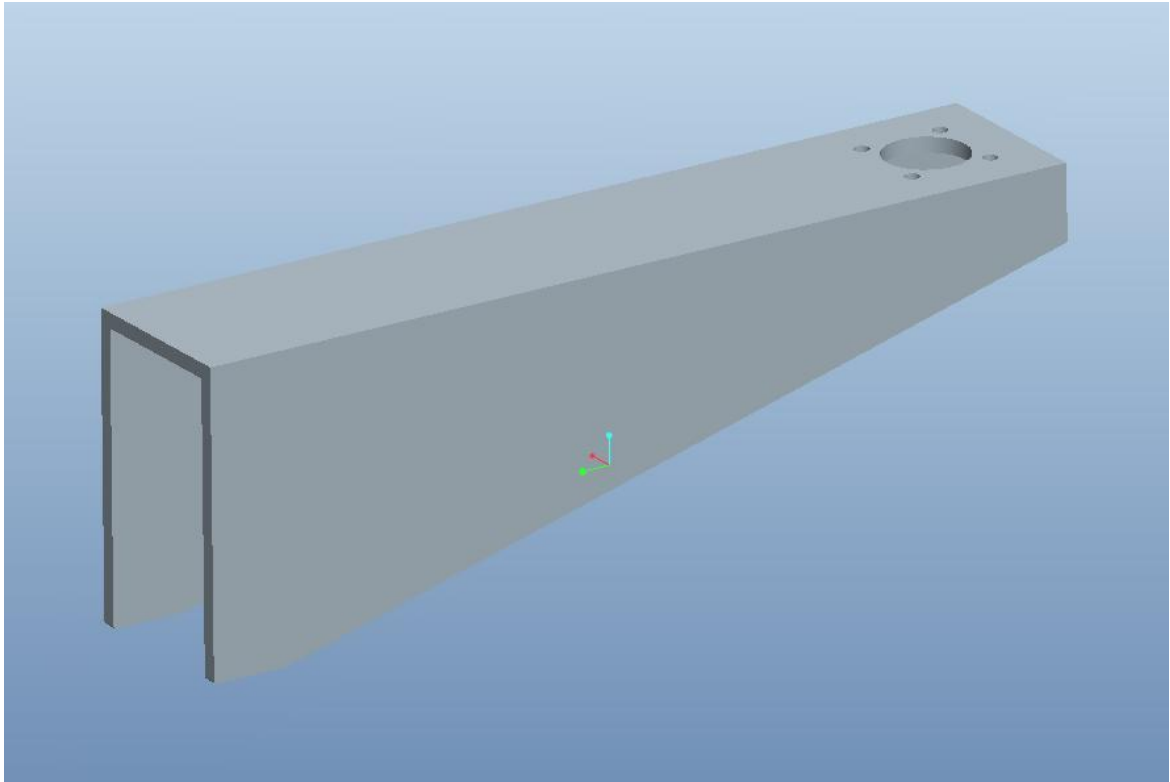


Kuva 14. Testausasemanrunko.

Runkoon hitsattiin vierekkäin kaksi rungon välipalkkia (näkyvät kuvassa 14), näihin saatiin hitsattua ylimääräiset kulmatuet. Samassa kuvassa näkyy lisäksi punaisena I-palkin kulmatuet.

Vuotokaukalon ja suodatintason kannakkeet näkyvät kuvassa vihreänä ja sinisenä. Vihreän tuen (L-50x50x5) päälle tulee suodatintaso ja sinisen tuen (RHS20x40x2) päälle vuotokaukalo.





Kuva 15. Sylinterituki

Sylinterituki tehdään kolmesta eri polttoleikatusta osasta, koska sen korkeus on 200 mm ja leveys 120 mm. Tästä syystä se olisi vaikea valmistaa suoraan kanttaamalla, ilman erikoisteriä. Sylinteri tuki kootaan hitsaamalla MAG-hitsauslaitteistolla. Seinämän vahvuus on 10 mm, jolla varmistetaan, että se on tarpeeksi vahva ja että se kestää kaiken siihen tulevan kuormituksen. Seinämän vahvuuden valintaa ajaa myös se asia, että se on samaa vahvuutta kuin muutkin tilattavat polttoleikkausosat, joten tavarantoimittajan ei tarvitse vaihdella työstettävää materiaalia. Sylinterituen pituus ja sitä kautta kiinnipitosylinterin painamiskohdan valinta näin kauas pystypalkista johtuu siitä, että osassa testattavien hydraulikkasyylinterien pohjapäättyjen muotoilu näin vaatii.

Paineilmasyylinterin ohjaukseen käytetään vipuventtiiliä, jolla ohjataan se onko hydraulikkasyylinteri auki vai kiinni. Tähän suunniteltiin varmennusta, jolla varmistettaisiin, että hydraulikkasyylinterin testaus onnistuu ainoastaan silloin kun kiinnipitosylinteri painaa sitä. Tästä luovuttiin siksi, että jo olemassa olevaa logiikkaa ja käyttöyksikköä olisi pitänyt lähteä muuttamaan. Kun paineilmasyylinteri painaa hydraulikkasyylinteriä, niin silloin sinne jää paine päälle, jolloin paineilmasyylinteri ei pääse löystymään.

# 5 VIIMEISTELY

## 5.1 Testikokoonpano

Kaikkien osien valmistuttua, tehdään testikokoonpano, jolla varmistetaan kaikkien osien hyvä yhteensopivuus. Jos jotain ongelmia tulee, ne korjataan ja sovitetaan uudelleen. Kun tämä on tehty, kaikki osat puretaan ja viimeistellään. Viimeistely pitää sisällään esim. osien terävien kulmien poiston hiomakoneella ja poistamalla MAG-hitsauksessa mahdollisesti tulleet roiskeet. Lisäksi tarkastetaan, että kaikki hitsausseamat on varmasti hitsattu.

## 5.2 Pintakäsittely

Osien tarkastelun jälkeen, kaikki osat pintakäsitellään maalamalla ne. Pintakäsittelyllä osat varmistetaan, etteivät osat kärsi korroosiosta ja asema näyttää paremmalta. Suunnittelemani testausasema maalattiin yrityksessä siniseksi.

## 5.3 Loppukokoonpano

Kaikkien kokonaisuuksien valmistuttua tehdään lopullinen kokoonpano. Kiinnitetään pneumatiikkasyylinteri paikoilleen ja tehdään tarvittavat letkukytkenät. Rullat kiinnitetään pulteilla paikoilleen. Laitetaan suodatintaso verkkoineen ja suodatin-kankaineen. Viimeiseksi asetetaan paikoilleen vuotokaukalo, joka kytketään letkulla puhdistusyksikköön.

## 6 LOPPUYHTEENVETO

Opinnäytetyö tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa testausasema hydraulikkasyylinterille. Työtä lähdettiin tekemään yhteistyössä asemaa tulevaisuudessa käyttävien kokoonpanijoiden ja työnjohdon kanssa. Tästä oli iso apu työtä tehdessä, koska saatu palaute auttoi tekemään haluttuja muutoksia suunnittelutyössä. Heiltä sain myös paljon neuvoja, mitä täytyy ottaa huomioon ja mitä kokoonpanijat haluavat testausasemalta.

Suunnittelutyö itsessään oli haasteellinen projekti, sillä tähän työhön ei ollut olemassa mitään vanhaa testausasemaa, josta olisi voinut tutkia tarvittavia ominaisuuksia. Suunnittelussa eniten aiheutti haastetta hydraulikkasyylinterien suuri kokovaihtelu. Myös hydraulikkasyylinterin paikoillaan pito testauksen ajan tuotti ongelmia, mutta eräältä valmistajalta löytynyt pyörimätön pneumaattikkasyylinteri auttoi rakenteen kehittämisessä paljon.

Itse testausaseman toteutuksessa oli suuri apu siitä, että omasin aikaisempaa työkokemusta teräsrakenteiden teosta. Osien sahaukset tai eri hitsausmenetelmillä hitsaukset eivät tuottaneet vaikeuksia. Tämä säästi paljon aikaa, kun sain kaikki asiat tehtyä itse. Laserleikattuna tulleet levyosat säästivät myös paljon aikaa, sillä näiden osien mittatarkkuus on erittäin hyvä. Samalla osissa oli valmiina kaikki tarvittavat reiät.

Testausasema on tähän asti toiminut halutulla tavalla, eikä ole ilmennyt mitään merkittäviä käytettävyyteen liittyviä ongelmia. Ongelmia on lähinnä aiheuttanut se, että testausasema on uusi, eli sen käyttöönotto ja opettelu vie oman aikansa.

# LÄHTEET

- [1] Wipro Infrastructure Engineering Oy 2013 Yritysesittely. Viitattu 29.8.2013  
<http://www.wipro.fi/yritysinfo/nykypaeivae.aspx>
- [2] Kaikki hitsaustieto yhdestä paikasta. 2010 MIG/MAG-hitsaus. Viitattu 1.9.2013  
<http://www.hitsaus.info/hitsausmenetelmat/mig-mag-hitsaus/>
- [3] Blickle Oy 2012 Tuotteet, haarukkavaunun ja trukin pyörät kuvasto. Viitattu 2.9.2013  
<http://www.blickle.fi/haarukkavaunun-trukin-pyorat/sarja/23-hth-abmessungen60x35-82x65mm.html>
- [4] Kuivalahti M 2005. Tig-hitsauksen oppimisaihio. Viitattu 29.8.2013  
<http://openetti.aokk.hamk.fi/sisu/TEEMAT%20AIHEALUEITTAIN/Tyoelamaosaaminen/TIG-hitsaus2/index.htm>
- [5] SMC Pneumatics Finland Oy 2013 Sylinteriluettelo. Viitattu 2.9.2013  
[http://www.smc.eu/portal/WebContent/digital\\_catalog/jsp/view\\_product\\_configurator.jsp?dc\\_product\\_id=17131](http://www.smc.eu/portal/WebContent/digital_catalog/jsp/view_product_configurator.jsp?dc_product_id=17131)













