

Timo Heikkinen

Hirrenveistolaitteen suunnittelu

Insinööri
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tekniikan ja liikenteen ala
Kone- ja tuotantotekniikan
koulutusohjelma
Syksy 2007



**Kajaanin
ammattikorkeakoulu**

OPINNÄYTETYÖ TIIVISTELMÄ

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Tekijä(t) Timo Heikkinen	
Työn nimi Hirrenveistolaitteen suunnittelu	
Vaihtoehtoiset ammattipinnot Tietokoneavusteinen tuotanto ja kunnossapito	Ohjaaja(t) Mikko Heikkinen Toimeksiantaja Planmec Oy
Aika 29.10.2007	Sivumäärä ja liitteet 50+13
<p>Tämän insinöörintyön tarkoituksena oli kehittää hirrenveistolaite Planmec Oy:lle. Hirrenveistolaitetta lähdetäisiin kehittämään yrityksellä olevasta prototyyppikoneesta. Hirrenveistolaite työstäisi pelkkahirren kylkiin piilukirveen veistojälkeä muistuttavaa pintaa. Hirrenveistolaitteen tulisi soveltua teollisuusympäristöön. Planmec Oy on jättänyt patenttihakemuksen kyseiselle menetelmälle.</p> <p>Suunnitellusta hirrenveistolaitteesta tulee tehdä valmistuspiirustukset ja työkiertoa kuvaava kaaviokuva. Valmistuspiirustusten perusteella suunniteltu laite olisi helppo valmistaa. Kaaviokuvasta selviää koneenelimiensä hetkiset sijainnit työkierrossa.</p> <p>Suunnittelutyössä käytettiin SolidWorks 3D-suunnitteluohjelmaa, jolla laaditaan tarvittavat valmistuspiirustukset. SolidWorks ohjelmaan integroidulla CosmosWorks-ohjelmalla tehtiin lujuusanalyysit tarvittaviin koneenosiin.</p> <p>Työn tuloksena mallinnettiin hirrenveistolaite, joka työstää hirren kylkipintoihin piilukirveen veistojälkeä muistuttavaa pintaa. Koneen suunnittelussa on otettu huomioon, että se soveltuu kaikilta osin teollisuuden käyttöön. Hirrenveistolaitteesta laadittiin 154 eri valmistuspiirustusta, hinta-arvio sekä matka-askel-kaavio työkierrosta.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	Hirrenveistolaite, koneensuunnittelu
Säilytyspaikka	<input type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun Kaktus-tietokanta <input checked="" type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto

School School of Engineering	Degree Programme Mechanical and Production Engineering
Author(s) Timo Heikkinen	
Title Designing a Log Hewing Machine	
Optional Professional Studies Computer Aided Production and Maintenance	Instructor(s) Mikko Heikkinen
	Commissioned by Planmec Oy
Date 31. October 2007	Total Number of Pages and Appendices 50+13
<p>The purpose of this Bachelor's thesis was to productize a log hewing machine for the company called Planmec Oy. Product development was based on the existing prototype of the company's log hewing machine. The log hewing machine is to machine a surface similar to a hewing axe track, on the sides of a square timber. The machine has to be suitable for industrial environment. The company has applied for a patent on the machine.</p> <p>The plan was to create the manufacturing drawings and a work step schedule. A machine based on the manufacturing drawings would be easy to produce. The schedule shows the present locations of the machine parts in the work cycle.</p> <p>The manufacturing drawings were worked out with the SolidWorks 3D planning program. The needed machine part stress analyses were made by the CosmosWorks program integrated in SolidWorks. The thesis began by learning these two computer programs. Having a good command of the programs and defining the machine parts were vital when simulating the machine.</p> <p>As a result, a fully industrially fit log hewing machine was simulated. The study concentrates also on the regulations and responsibilities concerning machine designing. A number of 154 different manufacturing drawings, a price assessment and a work step schedule were also included in the results.</p>	
Language of Thesis	Finnish
Keywords	Log Hewing, Engineering design
Deposited at	<input type="checkbox"/> Kaktus Database at Kajaani University of Applied Sciences <input checked="" type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

ALKUSANAT

Tämä insinöörityö on tehty Planmec Oy:lle vuonna 2007 Vuokatissa. Insinöörityöhön kuului suunnitella hirrenveistolaite teollisuuden tarpeisiin. Laitteella tulisi pystyä työstämään sahapintaiseen pelkkahirteen piilukirveen aaltoa muistuttavaa pintaa. Insinöörityössäni tulen keskittymään laitteen mekaanisiin rakenteisiin. Hirrenveistolaite suunniteltiin käyttämällä SolidWorks 3D-suunnitteluohjelmaa. Laitteesta tehtiin tarvittavat dokumentit mahdollista valmistusta varten.

Insinöörityössäni oli haastavaa perehtyä erilaisten koneenelimiä suunnitteluun ja niiden rakenteiden yhteensovittamiseen. Työssä käyttämäni SolidWorks 3D-cad-ohjelma sisälsi CosmosMotion- (liikeanalyysi) sekä CosmosWorks- (FEM lujuusanalyysi) -ohjelmat, joiden opettelu oli hyvin mielenkiintoista ja haastavaa.

Erityiset kiitokset kuuluvat insinöörityöni ohjaajalle Keijo Ahtoselle sekä työn valvojalle Mikko Heikkiselle.

Suuret kiitokset myös perheelleni, erityisesti vaimolleni Annalle avusta työni aikana sekä muille läheisilleni, jotka ovat kannustaneet ja tukeneet opiskelujeni aikana.

Vuokatissa 30.10.2007

Timo Heikkinen

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 HIRREN PIILUAMINEN	2
3 TYÖSSÄ KÄYTETYT OHJELMAT	4
3.1 SolidWorks	4
3.2 CosmosWorks	4
3.3 CosmosMotion	5
4 KONETURVALLISUUS	6
4.1 Turvallisen koneen suunnittelun vaiheet	6
4.2 Koneen ohjeet	8
4.3 Koneeseen tulevat merkinnät	9
4.4 CE -merkintä	10
4.5 Vaatimustenmukaisuusvakuutus	10
5 KONEENELIMET JA NIIDEN VALINTA	12
5.1 Sähkömoottori	12
5.2 Hihnavälitys	13
5.2.1 Kiiilahihna	14
5.2.2 Kiiilahihnan valinta	14
5.3 Hammashihna	18
5.4 Servotekniikka	19
5.5 Kuularuuvi	21
5.6 Hydraulikka	25
5.7 Hitsausliitos	27
5.8 Rakenteiden materiaalit	29
6 TYÖN TOTEUTUS	31
6.1 Teräpää	31
6.2 Teräpäiden runko	32
6.3 Syöttölaite	33
6.4 Hirrenveistolaitteen runko	35
6.5 Hirrenveistolaitteen suojarakenne	39

6.6 Dokumentointi	40
6.7 Hirrenveistolaitteen hinta-arvio	41
7 LUJUUSTARKASTELUT	42
8 HIRRENVEISTOLAITTEEN TYÖKIERTO	45
8.1 Hirrenveistolaitteen alkusäädöt	45
8.2 Hirrenveistolaitteen työkierto	46
9 TULOSTEN TARKASTELU	48
10 YHTEENVETO	49
LÄHTEET	50
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Insinöörityö on tehty Planmec Oy:lle. Planmec Oy on vuonna 2005 perustettu suunnittelupalvelua tuottava yritys. Yrityksen asiakkaita ovat pääasiassa metalliteollisuuden, sekä puualan yritykset. Innovaatioiden kehittäminen ja tuotteistaminen kuuluu yrityksen toimenkuvaan, joten keksijät ovat yksi kohderyhmä. Yrityksellä on käytössään monipuolinen 3D-mekaniikkasuunnitteluohjelma SolidWorks ja siihen integroiduilla ohjelmilla CosmosWorks ja CosmosMotion pystytään tekemään tuotteelle testauksia ja lujuus- sekä liikeanalyysjä. Planmec Oy:n toimisto sijaitsee Vuokatissa Snowpoliksessa. [1.]

Insinöörityössäni tulee suunnitella teollisuuden tarpeisiin hirrenveistolaite, joka veistää piilukirveellä veistetyn pelkkahirren näköistä hirttä. Planmec Oy on jättänyt patenttihakemuksen kyseiselle menetelmälle. Hirrenveistolaitetta lähdetään kehittämään olemassa olevan prototyypin pohjalta. Prototyypillä on ajettu testiajoja, joiden pohjalta laitetta tullaan kehittämään teollisuuden tarpeisiin sopivaksi.

Hirrenveistolaitteen tulee työstää sahapintaiseen pelkkahirteen aaltomaista muotoa. Aalto muistuttaa piilukirveellä veistetyn aallon muotoja, joita kutsutaan maaluiksi. Piilutetuista hirrenpinnasta tulee elävän näköinen, ja se nopeuttaa hirren luonnollista harmaantumista. Laitteessa työstäminen tapahtuu pystysuorin liikkein hirren pituussuuntaan nähden. Työstäminen tapahtuu jyrsinpäällä, jossa on neljä leikkaavaa terää. Terän muodolla saadaan aikaan hirteen aaltomainen muoto.

Insinöörityöni keskittyy hirrenveistolaitteen mekaanisen rakenteen suunnitteluun. Suunnittelutyö tehdään SolidWorks 3D-ohjelmalla. Laitteen suunnittelussa käytetään hyväksi nykyaikaisia lujuus/liikeanalyysiohjelmiä.

Insinöörityön tarkoituksena on laatia kyseisestä koneesta 3D-malli, joiden perusteella tulee laatia hirrenveistolaitteesta valmistuspiirustukset, logiikkakaavio työkierrosta, hinta-arvio ja tarkastella kriittisimpiä kohtia lujuusanalyysin CosmosWorks ohjelman avulla.

2 HIRREN PIILUAMINEN

Piiluaminen tarkoittaa hirren kylkipintojen veistämistä aloille. Piiluamista on pidetty arvostettuna ja hyvin raskaana työnä. Aallon muodostaminen edellyttää erityisesti tähän tarkoitukseen tehtyä piilua (piilukirves). Ratkaisevaa on piilun paino sekä terän kaarevuus. Mitä kaarevampi terä on, sitä lyhyempi aalto syntyy. Usein puhutaan väärävartisista piilukirveistä. Niitä tarvitaan silloin tällöin. Varsi on irrotettava, ja sitä voidaan käyttää oikea- ja vasenkätisesti. Pääosa kirveistä on ollut kuitenkin kiinteällä suoralla varrella varustettuja kuva 1.



Kuva 1. Piilukirves on hirsirakentamisessa kehittynyt kirvesmuunnos. Varsin painava, pitkä ja ohut terä soveltuu nimenomaan puun työstämiseen. [2.]

Aallon eli maalun hakkaaminen tapahtuu ylhäältä suoraan alas hirren kylkeä pitkin lyhyin lyönnein. Lyöntiä helpottaa, jos siihen saadaan kirveen asennolla viiltomaista leikkausta kuten kuva 2 esittää.

Pinnan piilutus tapahtuu kehikkoa rakennettaessa tai jälkikäteen valmiiseen kehikkoon. Tällöin saadaan seinään tulevat aallot sijoitettua pystysuoriksi jonoiksi. Tätä työtapaa on arvostettu koko maan alueella. Sitä työtapaa ei tavata Venäjän Karjalassa eikä paljolti läntisissä naapurimaissa. [3.]



Kuva 2. Maalu veistetään suoraan ylhäältä alas lyhyin lyönnein, piilun terän kaarevuus vaikuttaa maalun leveyteen.[3.]

3 TYÖSSÄ KÄYTETYT OHJELMAT

3.1 SolidWorks

SolidWorks on vuonna 1993 perustetun SolidWorks Corporationin 3D-suunnitteluohjelmisto. SolidWorks 3D-ohjelmisto on kehitetty mekaniikkasuunnittelun ja muotoilun tarpeisiin. Ohjelmisto käsittää osa-, pinta- ja kokoonpanomallinnuksen sekä ohutlevytoiminnot. Ohjelmisto tuottaa automaattisesti mm. piirustukset, osaluettelot, osanumeroinnin sekä tilavuus- ja massalaskelmat.

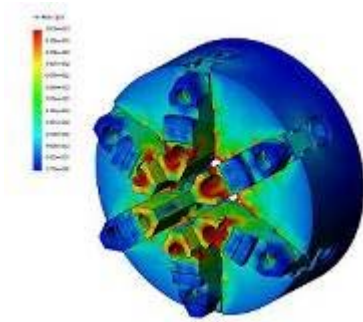
SolidWorks on helppo oppia ja käyttää, koska käyttöliittymä on muistuttaa Windowsia. Alusta alkaen Windows-käyttöjärjestelmään suunniteltu ohjelmisto mahdollistaa muiden Windows-sovellusten helpon integroinnin esim. Microsoft Office tuoteperheeseen ja takaa yhteensopivuuden muihin Windows-pohjaisiin järjestelmiin (OLE2-linkitys ja avoin VisualBasic API-ohjelmointirajapinta). [4.]



Kuva 3. SolidWorks ohjelmalla mallinnettu kamera [5.]

3.2 CosmosWorks

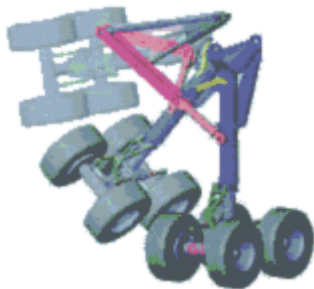
CosmosWorks on SolidWorksiin lähdekooditasolla integroitu, jokaisen suunnittelijan helppokäyttöinen lujuuslaskentamoduuli. Se sisältää lineaarisen ja staattisen lujuusanalyysin, myötörajan tarkastelun, lämpöanalyysin sekä nurjahdukset. Malliin tehdyt muutokset ovat välittömästi analysoitavissa ilman hidastavia tiedonsiirtoja, tuloksien näkyessä SolidWorks-työpöydällä. Jännitykset, siirtymät, myötörajat, ominaistuuudet sekä lämmönsiirtymät nähdään havainnollisina väritulosteina kuva 5. [4.]



Kuva 5. Cosmosworks-ohjelmalla analysoitu kokoonpano.[5.]

3.3 CosmosMotion

CosmosMotion tulee maailman johtavalta kinematiikka- ja dynamiikkaohjelmistojen toimittajalta. CosmosMotion muuntaa automaattisesti SolidWorks-kokoonpanomallin geometrian ja liitokset kinemaattiseen analyysiin soveltuviksi mekanismeiksi. Automaattisella törmäystarkastelulla ja vahvalla dynamiikan simuloinnilla CosmosMotion ratkaisee liike- ja voimajohteiset suunnitteluongelmat kuva 6. Komponenteille asetettavissa olevia parametreja ovat mm. massa, kitka, vaimennus, painovoima ja jousivakiot. Laskennan tulokset siirtyvät automaattisesti Exceliin tulosten tarkastelua ja graafista havainnollistamista varten. [4.]



Kuva 6. CosmosMotion-ohjelmalla tehty liikeanalyysi kokoonpanolle [4.]

4 KONETURVALLISUUS

Koneita koskevat tekniset vaatimukset sekä koneen vaatimustenmukaisuuden osoittaminen on yhdenmukaistettu Euroopan talousalueella. Kun kone on suunniteltu ja rakennettu olennaisten terveys- ja turvallisuusvaatimusten mukaisesti, laadittu tekninen tiedosto, tehty vaatimustenmukaisuusvakuutus ja kiinnitetty CE-merkki, voidaan kone saattaa markkinoille. [6.]

Olennaiset turvallisuusvaatimukset on esitetty konepäättöksen liitteessä 1. Yhdenmukaistettuja standardeja voidaan käyttää apuna turvallisuusvaatimuksia tulkittaessa.

Jos koneen suunnittelussa ja rakentamisessa noudatetaan yhdenmukaistettuja standardeja, oletetaan sen täyttävän olennaiset turvallisuusvaatimukset. Jos valmistaja poikkeaa näistä vaatimuksista, hän joutuu osoittamaan, että vastaava turvallisuustaso saavutetaan. [6.]

4.1 Turvallisen koneen suunnittelun vaiheet

VAIHE 1

Vaarat poistetaan tai vähennetään suunnittelemalla ja rakentamalla kone turvalliseksi

- Valitaan sellaisenaan turvallista teknologiaa ja prosesseja.
- Koneet suunnitellaan luontaisesti turvalliseksi esimerkiksi rakentamalla voimansiirtolaitteet koneen rungon sisään.
- Noudatetaan koneen suunnitteluun ja koneenrakennukseen kuuluvia ammattisääntöjä.
- Otetaan huomioon ergonomiset periaatteet.
- Sovelletaan turvallisuusperiaatteita ohjausjärjestelmiä suunniteltaessa.
- Mekanisoidaan tai automatisoidaan käsin tehtäviä työvaiheita.

VAIHE 2

Vaarat poistetaan turvallisuustekniikan avulla.

Turvallisuustekniikkaa eli suojuksia ja turvalaitteita on käytettävä suojaamaan henkilöitä sellaisilta vaaratekijöiltä, joilta ei voida poistaa tai riittävästi rajoittaa suunnittelun avulla. Suojusten ja turvalaitteiden valinta perustuu koneelle tehtyyn riskin arviointiin. Suojusten ja turvalaitteiden yleiset rakennevaatimukset on esitetty standardin SFS-EN 292-2 kohdassa 4. Jos konetyypistä on yhdenmukaistettu standardi olemassa, on siinä kuvattu yksityiskohtaisesti käytettävissä oleva turvallisuustekniikka. [6.]

VAIHE 3

Käyttö- ja huolto-ohjeet, merkinnät sekä muut varotoimenpiteet on huomioitava koneturvallisuutta suunniteltaessa.

Jos suojatoimenpiteistä huolimatta jäljelle jää vaaratekijöitä, niistä on ilmoitettava koneen vastaanottajalle. Tarpeen vaatiessa on ilmoitettava erikoiskoulutuksen tarve ja määriteltävä henkilösuojainten tarve. Ohjeissa on myös riittävästi varoitettava mahdollisista vaaroista, jos konetta käytetään muulla kuin ohjeissa kuvatulla tavalla. [6.]

Suunnittelijan on myös selvitettävä lisävarotoimenpiteiden tarve:

- varotoimenpiteet hätätilanteiden varalle, esimerkiksi loukkuun jääneiden henkilöiden poistuminen ja pelastaminen
- koneen huollettavuuden varmistaminen
- luotettava erottaminen energiasyötöstä ja energian purkaminen
- turvallinen luokse pääsy käyttö- ja huoltokohteisiin
- koneen ja koneenosien vakavuuden varmistaminen
- vianetsintä- ja korjausjärjestelmä.

4.2 Koneen ohjeet

Koneen mukana on toimitettava ohjeet, joiden vähimmäissisältö on esitetty konepäättöksessä. Ohjeiden sisältöä suunniteltaessa on otettava huomioon, onko kone tarkoitettu pääosin ammattikäyttöön vai kuluttajan käyttöön.

Koneen mukana on oltava ohjeet suomen ja ruotsin kielellä ja muualla Euroopan talousalueelle vietäessä kyseisen maan virallisella kielellä. [6.]

Koneen turvallisuusohjeen sisältö

- koneen asentaminen käyttökuntoon
- koneen turvallinen käyttö
- tarkastusohjeet
- käsittely- ja kuljetusohjeet
- koneen paikalleen asentaminen
- kokoonpano, purkaminen
- kunnossapito (säätö, huolto, korjaukset)
- perehdyttämisohjeet
- tarpeen vaatiessa olennaiset tiedot sellaisista työkaluista, jotka voidaan asentaa koneeseen
- tarvittaessa koneen kielletyt käyttötavat.

Valmistajan tulee myös antaa tiedot koneen melupäästöistä. Pääasialliset melupäästösuureet ovat äänitehotaso ja äänenpaineen huippuarvo työskentelypaikalla. Käsikäyttöisistä koneista ja liikkuvista työkoneista on annettava tiedot myös värinästä.

Käyttöä koskevilla tiedoilla, esimerkiksi varoituksilla, käyttörajoituksilla, ei saa korvata suunnittelusta johtuvia puutteita. [6.]

4.3 Koneeseen tulevat merkinnät

Jokaisessa koneessa on oltava näkyvillä ja pysyvällä tavalla seuraavat vähimmäistiedot.

- Valmistajan nimi ja osoite
- CE-merkintä
- sarja- ja tyyppimerkintä
- mahdollinen sarjanumero
- valmistusvuosi.

Koneen tyylistä riippuen seuraavat lisämerkinnät saattavat olla myös tarpeen:

- varoitustekstit ja -merkinnät
- koneen paino
- liikkuvien tai pyörivien koneenosien suurimmat sallitut nopeudet
- opastus henkilösuojainten käytöstä
- opastus huoltoon tai tarkastuksiin.

Koneen liikkumisesta aiheutuvat vaarat edellyttävät myös lisämerkintöjen tekoa.

- nimellisteho kilowatteina
- tavallisimman kokoonpanon paino
- suurin sallittu valmistajan ilmoittava kiinnityskoukun vetokuormitus
- suurin sallittu valmistajan ilmoittama pystysuora kuormitus kiinnityskoukussa.

4.4 CE -merkintä

Jokaisessa uudessa koneessa on oltava CE-merkintä, myös niissä koneissa, jotka on tarkoitettu vain valmistajan omaan käyttöön. Merkinnän tekee koneen valmistaja tai sen Euroopan talousalueella oleva edustaja konepäättöksen (valtioneuvoston päätös koneiden turvallisuudesta [1314/1994] mukaisesti).

CE-merkillä valmistaja osoittaa koneen täyttävän konepäättöksen ja muiden merkintää vaativien määräyksien vaatimukset. Vain merkitty kone voidaan tuoda myyntiin ja ottaa käyttöön. [7.]



Kuva 7. CE-merkki

4.5 Vaatimustenmukaisuusvakuutus

Vaatimustenmukaisuusvakuutuksessa valmistaja allekirjoituksellaan vakuuttaa, että kone täyttää kaikki sitä koskevat terveys- ja turvallisuusvaatimukset. Sen on oltava jokaisen koneen mukana samalla kielellä kuin käyttöohjeet. Vaatimustenmukaisuusvakuutus sisältää:

- valmistajan tai sen Euroopan talousalueella edustajan nimen ja osoitteen
- kuvauksen koneesta
- tiedot kaikista koneen täyttämistä, asiaa koskevista säännöksistä

- tarvittaessa sen ilmoitetun laitoksen nimen ja osoitteen, joka on suorittanut tyyppitarkastuksen sekä EY-tyypitarkastustodistuksen numeron
- tarvittaessa tiedot käytetyistä kansallisista standardeista ja viittauksen yhdenmukaistettuihin standardeihin
- valmistajan tai valmistajan edustajan allekirjoituksen. [7.]

5 KONEENELIMET JA NIIDEN VALINTA

Laitetta suunniteltaessa koneenelimet valitaan joko osien yhteensopivuuden, osan lujuuden tai valmistajan ohjeiden perusteella. Oikeilla koneenelimiä valinnoilla saadaan laitteesta toiminnaltaan sellainen kuin oli suunniteltu. Vältä osien ylimerkityksistä, eikä laitteesta tule liian kallis.

5.1 Sähkömoottori

Sähkökäytön moottoria valittaessa on valinnan perusteena työkoneen ja sen prosessin vaatimukset, joihin käyttö liittyy. Moottorin tulee soveltua kyseiseen käyttötehtävään. Moottorin pyörimisnopeus, vääntömomentti ja teho käyttökohteeseen tulee olla kohteeseen sopiva.

Kutterin teriä pyörittäviä moottoreita valittaessa päätettiin valita 7,5 kW:n nimellisteholliset 3-vaiheoikosulkumoottorit. Valinta tehtiin prototyypikoneesta saatujen kokemusten perusteella. Prototyypikoneessa olleet 5,5 kW:n moottorit olivat olleet hieman alimitoitettuja.

Sähkömoottorin valinta

Valitaan Bevi Oy:n tuoteluettelosta tyyppiltään IBSSg 112M-2B oleva moottori. Moottori on 2-napainen 3-vaiheoikosulkumoottori, joka on laippakiinnitteinen.

Kyseisen moottorin tekniset tiedot ovat

teho	7,5 kW
pyörimisnopeus	2880 r/min
nimellisvirta	14,3 A
hyötysuhde %	86,8 %
tehokerroin $\cos \Phi$	0,87

käynnistysvirtakerroin I_a/I_n	7
käynnistysmomenttikerroin M_a/M_n	2,5
momenttikerroin M_{max}/M_n	3
paino	39 kg

5.2 Hihnavälitys

Hihnavälitys on yksi liikkeen muuntamiseen tarkoitetuista voimansiirtolaitteista. Hihnakäytöllä siirretään momenttia ja muunnellaan pyörimisliikettä sellaisissa tilanteissa, joissa akselit ovat kaukana toisistaan.

Hihnakäytön etuina ovat mm.

- Hihnan elastisuus, joka sallii epätarkkuutta akselivälin vallinnassa.
- Hihna tasoittaa iskuja, joita käyttökoneiston eri kohdissa muodostuu.
- Hihnalla on hiljainen käynti, sen huolto ja vaihto on helppoa ja hyötysuhde kohtuullisen korkea $\eta=0,93\dots0,98$.

Haittapuolina ovat mm.

- Rajallinen tehonsiirtokyky, joka on lisäksi riippuvainen hihnan kireydestä.
- Hihnan kiristäminen vaatii erikoislaitteita ja lisää akselin ja laakerin rasitusta.
- Hihnalla ei voi toteuttaa vakiovälityssuhdetta (poikkeuksena hammashihna).
- Ulkoisten olosuhteiden vaihtelut, suuri kosteus ja rasvaisuus, saattavat häiritä hihnan käyttöä.

5.2.1 Kiilahihna

Kiilahihnalla voidaan siirtää jopa 1000 kW:n tehoja. Kiilahihnoja voidaan asettaa rinnakkain samalle pyörälle useampia. Kiilahihnat vaimentavat tehokkaasti koneesta johtuvia iskuja ja luistavat lyhytaikaisesti ylikuormituksessa estäen muut mahdolliset vauriot.

Kiilahihnat voidaan jaotella useaan pääryhmään:

- klassiset kiilahihnat, merkintänä Z, A, B, D, E (SFS 2491:n mukaan)
- Kapeat kiilahihnat, merkintänä SPZ, SPA, SPB, SPC (SFS 2491)
- Kaksoiskiilahihnat, merkintä HAA, HBB, HCC, (SFS 2491)
- Sarjakiilahihnat.

5.2.2 Kiilahihnan valinta

Kiilahihna välittää pyörivän liikkeen 3-vaihesähkömoottorilta teräpäihin, joilla työstetään hirren kylkiin aaltomainen muoto.

Kiilahihnakäyttö suunnitellaan käyttäen apuna koneenrakentajan taulukko kirjaa. Kiilahihna käytön valinta tapahtuu kahdeksassa vaiheessa. [8]

Vaihe 1 Alkutiedot

Kiilahihnankäytön suunnittelussa tarvitaan neljä perustietietoa lähtökohdasta:

- siirrettävä nimellisteho 7,5 kW
- käytävän pyörän kierrosluku 2880 r/min
- käytettävän pyörän kierrosluku 2880 r/min
- suunniteltu akseliväli 1085 mm

Vaihe 2 Suunnitteluteho

$$\text{Suunnitteluteho} = \text{käyttökerroin} \times \text{vaadittava teho} \quad (1.)$$

Valitaan oikea käyttökerroin taulukosta 1, jolloin käyttökerroin on kyseiseen kohtaan 1,3.

$$\text{Suunnitteluteho} = 1,3 \times 7,5 \text{ kW} = 9,75 \text{ Kw}$$

Vaihe 3 Hihnaprofiilin valinta

Oikean hihnaprofiilin määräävät nopeus ja suunnitteluteho. Taulukosta 2 saadaan selville, että kyseiseen kohtaan sopii hihna tyypiltään SPZ.

Vaihe 4 Väliytysuhde

Haluttu väliytysuhde saadaan jakamalla nopeamman akselin kierrosluku hitaamman kierrosluvulla.

$$\text{Väliytysuhde} = \text{nopeamman akselin kierrosluku} / \text{hitaamman akselin kierrosluku}$$

$$\text{Väliytysuhde} = \frac{2880 \text{ r/min}}{2880 \text{ r/min}} = 1 \quad (2.)$$

Vaihe 5 Hihnapyörän jakohalkaisijan valinta

Hihnapyörän jakohalkaisijat valitaan taulukosta 3. Valitaan käytettäväksi ja käytettäväksi hihnapyörän jakohalkaisijaksi 100 mm. Taulukossa 1 on otos hihnapyörän halkaisijoista.

Taulukko1. Standardin 4183 mukaisia hihnapyörän halkaisijoita

Hihnapyörän halkaisijoita (mm) (ote standardista SFS-ISO 4183)																	
90	100	112	125	132	140	150	160	180	200	224	250	280	315	355	400	500	630

Vaihe 6 Hihnanopeuden laskeminen

Hihnan nopeuden ei tulisi ylittää arvoa 30m/s, koska silloin vaaditaan dynaamisesti tasapainotetut erikoispyörät. Mikäli hihnanopeus on liian suuri, valitaan pienempi jakohalkaisija.

$$V = \frac{d \times n}{19100} \quad (3.)$$

V= hihnan nopeus (m/s)

d= hihnapyörän jakohalkaisija (mm)

n= saman hihnapyörän kierrosnopeus (1/min)

$$V = \frac{100\text{mm} \times 2880 \text{ r/min}}{19100} = 15,1 \text{ m/s}$$

$$V = 100 * 2880 / 19100 = 15,1 \text{ m/s}$$

Hihnanopeus ei ylitä kriittistä arvoa 30 m/s.

Vaihe 7 Akselivälin ja hihnan valinta

Hihnan laskennallinen pituus (TBL) lasketaan seuraavalla kaavalla.

$$TBL = 2 \times \text{akseliväli} + 1,57 \times (D + d) + \frac{(D - D)^2}{4 * \text{akseliväli}} \quad (4.)$$

$$d=100 \text{ mm}$$

$D=100 \text{ mm}$

akseliväli=1085 mm

$$TBL = 2 \times 1085 \text{ mm} + 1,57 \times (100 \text{ mm} + 100 \text{ mm}) + \frac{(100 \text{ mm} - 100 \text{ mm})^2}{4 \times 1085 \text{ mm}}$$

TBL=2484 mm

Valitaan standardikiilahihna SPZ, jonka pituus on 2500 mm.

Vaihe 8 Vaadittava hihnojen lukumäärä

Hihnojen lukumäärä= suunnitteluteho/kokonaisteho hihnaa kohden (5.)

$$\text{kokonaisteho_hihnaakohden} = (A + B + C) \times G \times C_1 \quad (6.)$$

Taulukko A antaa SPZ-ihnalle hihnapyöränhalkaisijan ollessa 100 mm tehonsiirtokyvyn (A) 4,34 kW hihnaa kohden. Lisäteho(B) hihnaa kohden saadaan taulukosta B, jolloin B:n arvo on 0. Lisäteho hihnan käyttöiän mukaan (C) saadaan taulukosta C joka on 6.1.

$$\text{kosketuskulma_kerroin}(G) = \frac{D - d}{A} \quad (7.)$$

Hihnan pituuden korjauskerroin (C1) saadaan taulukosta C1, joka antaa hihnatyypille arvon 0.90.

Nämä arvot sijoitetaan kaavaan 6.

$$G = \frac{100 \text{ mm} - 100 \text{ mm}}{1} = 0 \quad (8.)$$

Taulukko G antaa G:n arvolla 0 kertoimeksi 1.

$$\text{kokonaisteho_hihnaa_kohden} = (4340 \text{ W} + 0 + 6,1) \times 1 \times 0,9 = 3911 \text{ W}$$

Tämä tulos sijoitetaan kaavaan 5, joka antaa hihnakäytölle tarvittavan hihnojen lukumäärän.

$$\text{hihnojen lukumäärä} = \frac{9700W}{3911W} = 2,48kpl$$

Valitaan kyseiseen kohtaan kaksi SPZ-tyyppistä kiilahihnaa. Hihnojen pituus on 2500 mm. Valitulla hihnamäärällä haluttu käyttökerroin alenee. Tämä tarkoittaa että hihnojen todellinen käyttöikä alenee.

5.3 Hammashihna

Kun latta- ja kiilahihnat ovat voimasulkeisia siirtolaitteita, niin hammashihnat kuuluvat muotosulkeisiin voimansiirtolaitteiden ryhmään, koska niillä sisäpuoleinen hammastus pakottaa hihnan liikkumaan tietyllä nopeudella ja tietyssä tahdissa. Hihnanopeudet voivat olla suurimmillaan $v=60$ m/s.

Hammashihnojen pääkäyttöalue on laitteissa, joissa tehot ovat pienehköjä ja nopeudet suuria. Ketjuihin verrattuna hammashihnojen hyviä puolia ovat vielä hiljainen käyntiääni ja toiminta ilman voitelua.

Latta- ja kiilahihnoihin verrattuna hammashihnat ja niiden hihnapyörät ovat selvästi kalliimpia, ja niitä tulisi käyttää vain silloin, kun tahdistus on todella tarpeen. Hammashihna käytön etuihin kuuluu sen vähäinen hihnan kiristys tarve ja erikoistapauksissa kiristämiseen tarvittavat laitteet voidaan jättää kokonaan pois.[9]

Hammashihnan valinta

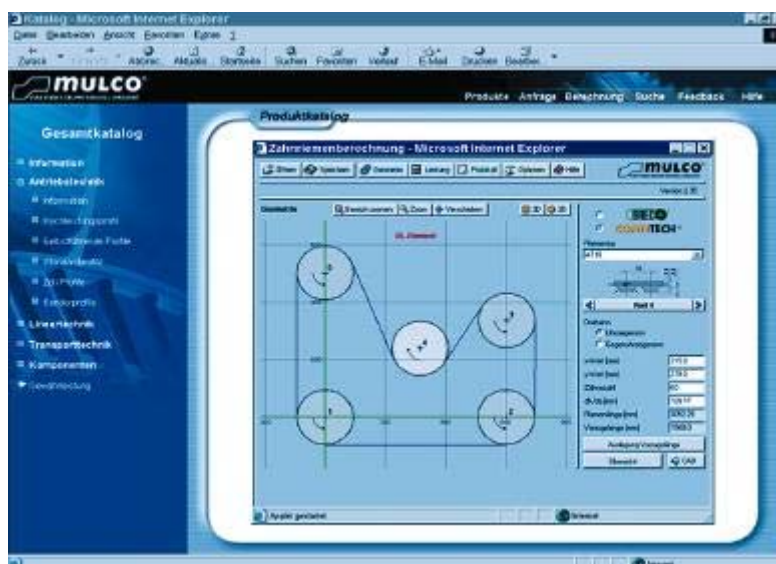
Hammashihnalla välitetään pyörivä liike servomootorilta kuulamutteriruuveihin. Kuulamutteriruuveissa pyörivä liike muuttuu suoraviivaiseksi liikkeeksi.

Hammashihnojen pituusmitoitus tapahtuu samantapaisesti kuin ketjujen mitoitus. Hammasjako saa arvoja 3...20 mm. Myös tuumamittaisia jakoja käytetään yleisesti. Koska jako p on tasaluku, niin moduulilla ei hihnoja käytettäessä ole samaa merkitystä kuin hammaspyörien yhteydessä.

Mitään standardisoitua laskentatapaa tällaisille hihnatyypeille ei ole olemassa. Hihnojen toimittajilla on omat suositukset ja ohjelmat, joilla hammashihnakäyttö voidaan laskea.

Belt pilot-laskentaohjelma on kätevä hinnakäyttöjä suunniteltaessa kuva 8. Ohjelmaan syötetään halutut reunaehdot, joita käyttäen ohjelma laskee kyseiseen kohtaan sopivan hihnatyypin, akselivälän, hihnapyörät ja hinnalle varmuuskertoimen.

Hammashihnaksi valitaan Brecon valmistava AT10 2500. Hammashihna välitys mitoitettiin käyttämällä Belt pilot ohjelmaa. [8.]



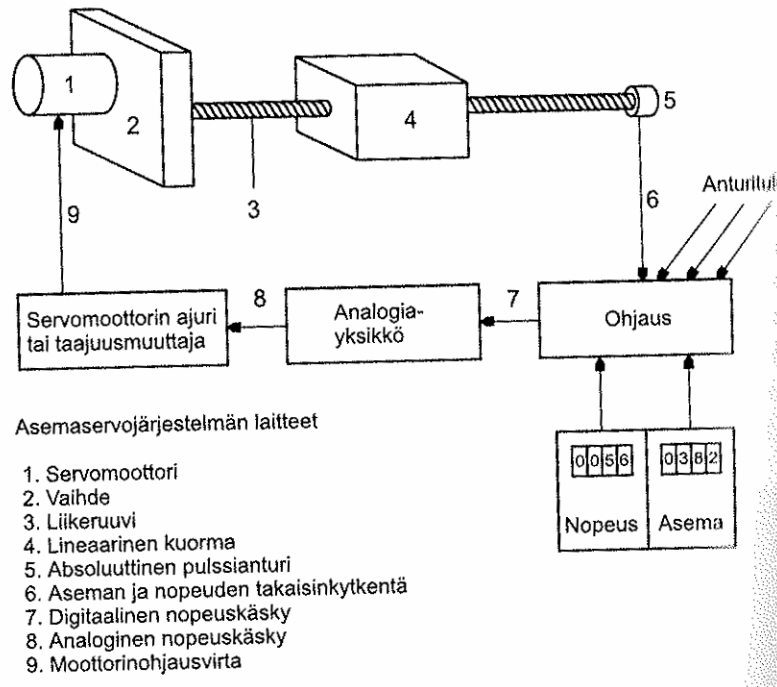
Kuva 8. Hammashihnavälityksen laskentaa Belt pilot-ohjelmalla.

5.4 Servotekniikka

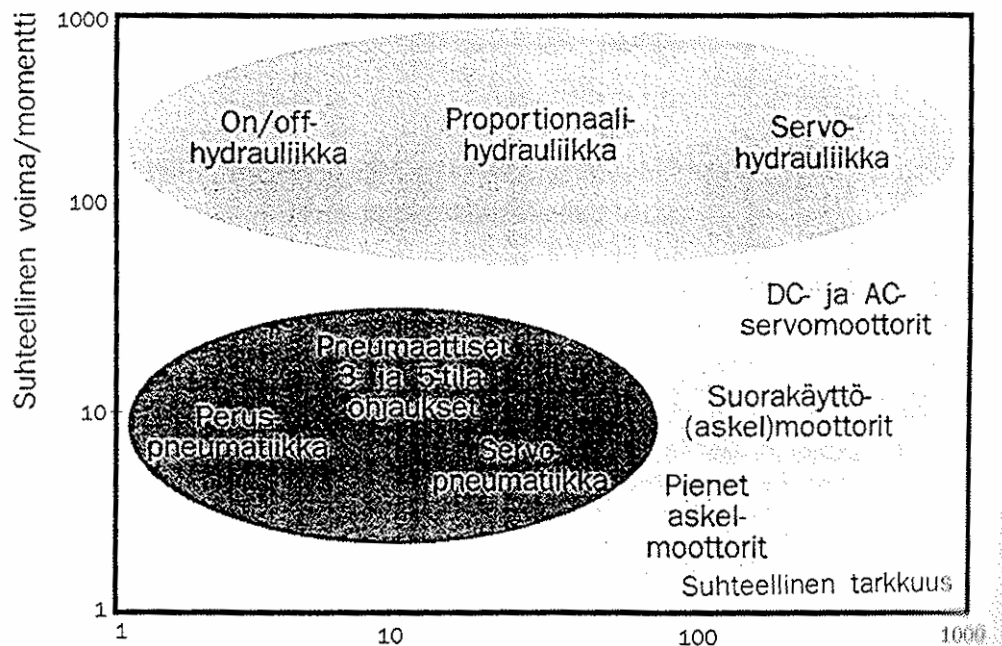
Servotekniikka on alun perin keksitty sotateollisuuden tarpeisiin. Servotekniikkaa on ruvettu käyttämään prosessiteollisuuden säätöihin ja numeeristen työstökoneiden ohjauksiin. Nykyisin servoja käytetään toteuttamaan teollisuusrobottien tarkkuutta ja nopeutta esim. vaativassa kappaleenkäsittelyssä.

Servotekniikalla saadaan aikaan tarkkoja ohjauksia aseman, voiman ja momentin suhteen, mistä servojärjestelmät ovat saaneet myös nimensä. Servojärjestelmä on yleensä kompakti toimilaitepaketti. Liikkeen toteuttaa yleensä servo- tai askelmoottori, jolla on pieni hitausmomentti, mikä mahdollistaa suuren kiihtyvyyden. Mittauselimenä asemaservoissa on tavallisesti pulssianturi. Kalliimmissa järjestelmissä voidaan paikannukseen käyttää absoluuttista koodianturia tai resolveria. Nopeuden mittauslaitteena käytetään tavallisesti takogeneraattoria tai pulssianturia.

Järjestelmän ohjauksena toimii mikrotietokone tai ohjelmoitava logiikka. Servojärjestelmän suuri tarkkuus perustuu jatkuvaan takaisinkytkentään (feedback), jolla varmistetaan toimilaitteelle annetun asetusarvon toteutuminen.[6]



Kuva 9. Tyypillinen servojärjestelmän rakenne [6.]



Kuva 10. Kaavio antaa suuntaa saavutettavasta suhteellisesta voimasta tai momentista ja tarkkuudesta käytettäessä hydrauli-, pneumaattikka, tai sähkömoottoritekniikkaa. [12]

Servotekniikan valinta

Valitaan AC-servomoottori pyörittämään liikeruuveja. AC-servomoottorilla saavutetaan tarkka liikenopeus, riittävä vääntömomentti ja hyvä paikoitustarkkuus. Servomoottorin teho ja vääntömomentti määritellään seuraavassa luvussa.

5.5 Kuularuuvi

Pyörivä liike välitetään suoraviivaiseksi liikkeeksi yksinkertaisimmin ruuvi-mutterimekanismilla, liikeruuvilla. Tavallisesti ovat silloin ruuvi ja mutteri suorassa kierrekosketuksessa ja liike tapahtuu liukumalla, liukukitkan vallitessa.

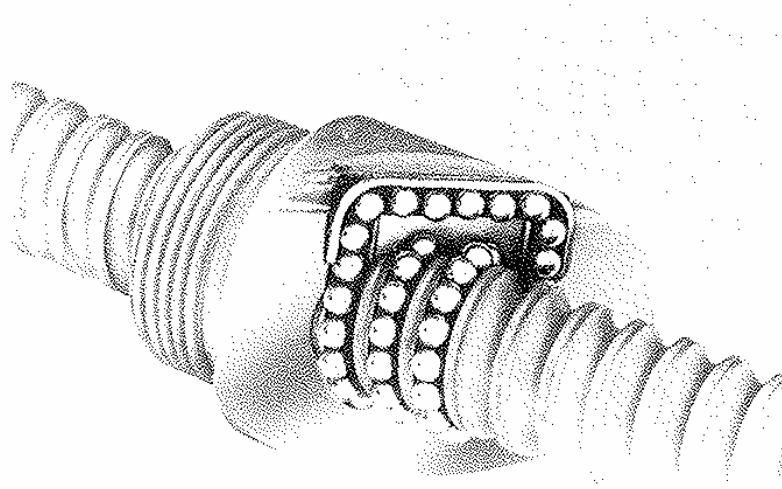
Jos ruuvin ulkokierteen ja mutterin sisäkierteen väliin järjestetään kuulia tai rullia kulkemaan kierteiden urissa samalla erottaen kierteet toistensa kosketuksesta, saadaan vierintäperiaatteella toimiva liikeruuvi.

Vierintäruuvien etuja ovat:

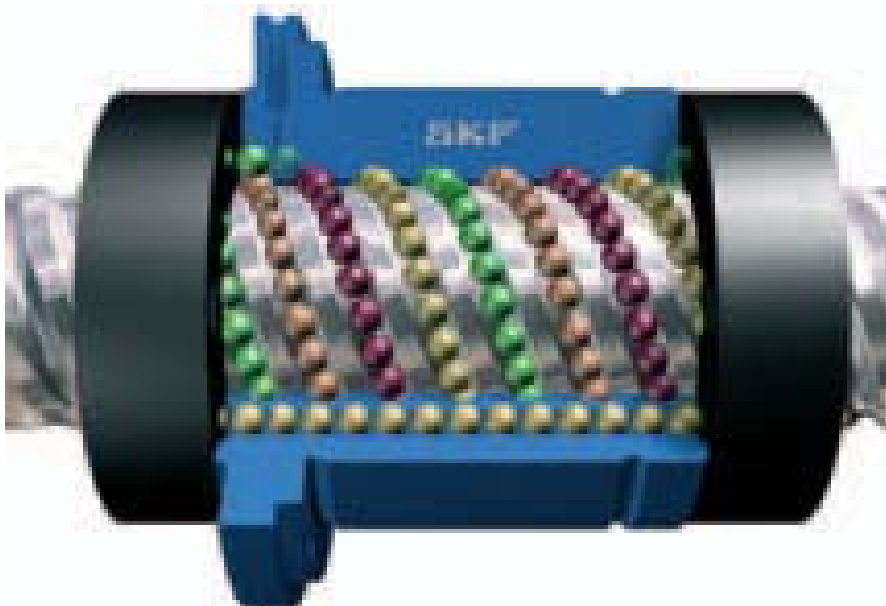
- pieni kuluminen ja siten pitkä elinikä
- pieni kitka ja siten hyvä hyötysuhde sekä pieni tehon tarve
- hyvä tarkkuus
- vähäinen lämpeneminen
- voidaan käyttää melko suuria pyörimisnopeuksia

Vierintäruuvit ovat tosin kalliita valmistaa, mutta edut erityisesti tarkoissa ja nopeissa käytöissä puoltavat niiden valintaa.

Kuularuuvit ovat vierintäruuveista yleisimpiä, johtuen niiden jonkin verran yksinkertaisemmasta ja siten edullisemmasta rakenteesta.



Kuva 11. kuularuuvi jossa kuulajono palautetaan mutterin ulkopuolella(SKF)



Kuva 12. Kuularuuvi, jossa kuulajono palautetaan mutterin sisällä.(SKF)

Kuularuuveja toimitetaan kolmella eri rakenneperiaatteella:

1. Kuulajono täyttää useita perättäisiä kierteitä, ja kuulat palautetaan mutterin ulkopuolisessa putkessa alkuun.
2. Kuulajono täyttää useita perättäisiä kierteitä, mutta palautuskanava on mutterin sisällä.
3. Kuulajono palautetaan takaisin siten, että kuulajono kiertää ruuvia vain yhden kierroksen. Palautus tapahtuu aina mutterin sisäpinnalla. Kyseisiä kierroksia voi kuitenkin olla useita mutterin pituussuunnassa.

Tapauksissa 1 ja 2 saavutetaan suurempi aksiaalinen kantokyky ja jäykkyys, mutta kitka kasvaa sitä enemmän, mitä enemmän kuulia kierroksineen on. Kitkaa voidaan kuitenkin vähentää järjestämällä kuulajonoon kantavien kuulien väliin pienempiläpimittaisia erotteluruuveja. [11.]

Kuularuuvit mitoitetaan valmistajien luetteloissaan antamien ohjeiden, käyrästöjen ja kaavojen perusteella. Kullakin valmistajalla on jossakin määrin toisistaan poikkeavat ohjeet, mutta yleensä valinta määräytyy seuraavasti:

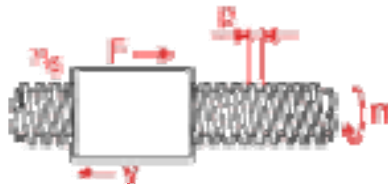
1. Valitaan ruuvi, tyyppi ja koko, jolloin vaikuttavan aksiaalivoiman ja pyörimisnopeuden perusteella ottaen huomioon ruuvin dynaaminen kantavuusluku määrätään käyttöikä, tai valitun käyttöiän perusteella määrätään laskennallinen dynaaminen kantavuusluku sen avulla ruuvikoko.
2. Määrätään rakenteen jäykkyys aksiaalisuunnassa ja verrataan sitä kuularuuvin sallittuun jäykkyysarvoon.
3. Lasketaan kuularuuvin kriittinen pyörimisnopeus ja todetaan, että se on riittävän korkea verrattuna käyttöpyörimisnopeuteen.
4. Tarkistetaan ruuvi nurjahduksen suhteen. [11.]

Kuularuuvien valinta

Kuularuuvi liikuttaa teräpäiden kokoonpanoa ylös-alas-suunnassa. Ylöspäin tapahtuva liike tapahtuu pikaliikkeenä. Alaspäin tapahtuvan liikkeen aikana teräpäät työstävät hirttä. Tällöin liikkeen nopeus on ennalta määrätty syöttönopeus.

Valitaan NSK kuvastosta kuularuuvi tyypiltään FSCR 1610. Kuularuuvien nimellishalkaisija on 16mm, ruuvien pienin halkaisija 13,6 mm, nousu 10 mm/kierros ja dynaaminen kantavuus 3360 N.

Vääntömomentin laskeminen liikeruuvia pyörittävälle moottorille:



$$M = \frac{F \times p}{2\pi \times \eta} \quad (9.)$$

M= tarvittava vääntömomentti

F= lineaarivoima 2500 N

p= ruuvien nousu 0,01 m

n=2400 r/min

v= haluttu lineaariliikkeen nopeus mm/s

η = hyötysuhde (kuularuuvilla 0,8)

$$M = \frac{2500N \times 0,01m}{2 \times \pi \times 0,8} = 4,97Nm$$

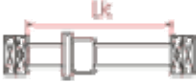
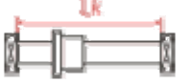
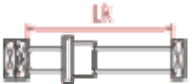
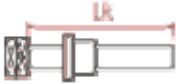
Kuularuuvia pyörittävän moottorin tehon laskeminen.

$$P = \frac{M \times n}{9550} \quad (10.)$$

$$P = \frac{4970 \text{ Nmm} \times 2400 \text{ r/min}}{9550} = 1250 \text{ W} \approx 1,3 \text{ kW}$$

Lasketaan kuularuuvin kriittinen pyörimisnopeus.

$$nk = kd \cdot \frac{d_i}{LK^2} \cdot 10^8 \quad (11.)$$

	A		C	
	kd=2.74		kd=1.22	
	B		D	
	kd=1.88		kd=0.42	

nk = kriittinen pyörimisnopeus

$kd=2,74$

d_i = kierteen pienin halkaisija 13,6mm

LK = laakerointiväli (tukematon väli) 1150mm

$$nk = kd \times \frac{d_i}{LK^2} \times 10^8$$

$$nk = 2,74 \times \frac{13,6 \text{ mm}}{1150 \text{ mm}^2} \times 10^8 = 2820 \text{ r/min}$$

Ruuvikäytön pyörimisnopeus 2400 r/min ei ylitä ruuville laskettua kriittistä pyörimisnopeutta 2820 r/min.

5.6 Hydrauliiikka

Hydrauliset tehonsiirtojärjestelmät muuttavat mekaanisesti tuotetun energian hydrauliseksi tehoksi. Mekaaninen teho siis siirtyy hydrauliseksi paineeksi ja tilavuusvirraksi. Mekaaninen energia tuotetaan tavallisimmin sähkö- tai polttomoottorilla. Työkohteen toimilaitteet muuttavat hydraulisen energian takaisin mekaaniseksi energiaksi.

Hydraulisyylinterit muuttavat hydraulisen energian mekaaniseksi energiaksi. Sylinterin tuottama teho on mekaanista, edestakaista suoraviivaista liikettä. Toimintansa mukaan sylinterit voidaan jakaa kolmeen ryhmään:

- yksitoimiset sylinterit
- kaksitoimiset sylinterit
- erikoissylinterit

Yksitoimiset sylinterit toimivat hydraulisesti vain yhteen suuntaan. Toinen eli paluuliike tapahtuu ulkoisen kuorman tai jousen avulla.

Kaksitoimisessa sylinterissä molemmat liikesuunnat tapahtuvat hydraulisesti, jolloin työliike voi olla kaksisuuntainen.

Erikoissylintereitä ovat esimerkiksi teleskooppisylinterit, joissa on useita toistensa sisään työntyviä sylinteriputkia. Teleskooppisylinteri on toiminnaltaan yksitoiminen, joten se voitaisiin luokitella siihen ryhmään. [13.]

Sylinterin valinta

Hydraulisilla sylintereillä liikutetaan hirrenveistolaiteessa leikkaavia terärumpuja työstöasemaan hirren kylkipintaa ja loitommalle hirren kyljestä siirto vaiheen ajaksi.

Hydraulisyylinterit voidaan valita, kun tiedetään järjestelmän paine sekä siirrettävä tai nostettava massa. Painehäviö sylinterissä on järjestelmän paineen suuruinen eli 21 Mpa. Kaksitoimisen sylinterin hyötysuhteeksi voidaan valita arvo 0,9 eli sylinteriltä saatava voima (F).

$$F = A \times \Delta p \times \eta \quad (12.)$$

A= männän pinta-ala

Δp = painehäviö sylinterissä N/m² (valitaan 16×10^6 N/m²)

η = sylinterin hyötysuhde (kaksitoimisen sylinterin hyötysuhde 0,9)

$$F = 18000\text{N}$$

sylinterin männän pinta-ala A

$$A = \frac{\pi \times D^2}{4} \quad (13.)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times F}{\Delta p \times \pi \times \eta}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 18000\text{N}}{16 \times 10^6 \times \pi \times 0,9}} \approx 0,04\text{m} \approx 40\text{mm}$$

Valintaan hydraulisyylinterin männän halkaisija standardin SFS 3958 mukaan. Standardista valitaan laskettua arvoa lähinnä oleva arvo eli 40 mm. Männän varren halkaisijaksi valitaan 25 mm. Sylinterin iskunpituudeksi valitaan 50 mm. Kuvassa 13 on esiteltyä erilaisia hydraulisyylinterreitä. [13.]



Kuva 13. erilaisia hydraulisyylinterreitä [15]

5.7 Hitsausliitos

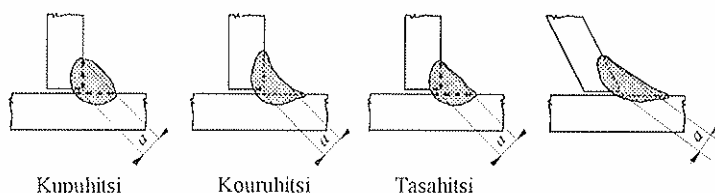
Hitsausliitokset ovat teräsrakenteiden tavallisin yhteenliittämismuoto. Hitsausliitoksia tehdään erilaisilla hitsausmenetelmillä, joiden taloudellinen edullisuus riippuu siitä, tehdäänkö yksittäis- vai sarjatuotantorakenteita tai suunnitellaanko karkea- vai ohutlevytuotteita.

Liitosmuodolla tarkoitetaan yhteen hitsattavien kappaleiden keskinäistä asemaa. Hitsaussanastossa (SFS 3052) pääliitosmuodot ovat päittäisliitos, päällekkäisliitokset, kulmaliitokset ja reunalitokset.

Railo on yhteenliitettävien osien väliin ennen hitsausta valmistettu välitila. Hitsausliitos on se kokonaisuus, joka hitsauksella yhteenliitettäessä on syntynyt. [9.]

Pienahitsin a-mittaa käytetään mitoituslaskelmissa hitsin laskentapaksuutena. Se määritellään standardissa SFS 3052 seuraavasti:

Pienahitsin sisään piirretyn tasakylkisen kolmion korkeus on a-mitta, jonka kyljet yhtyvät railon kylkiin kuva 14.



Kuva 14. Määritelmän mukaisia a-mittoja erimuotoisille pienahitseille [14.]

Pienahitsin a-mitan valinta

Pienahitsin lujuuden määrittävä laskentamenetelmä on voimassa vain mitta-alueella $a=3\dots15$ mm. a-mitaltaan pienempiä kuin 3 mm:n hitsejä ei lasketa lujuuden mukaan kantavaksi, ja suurempia kuin 15 mm hitsejä varten täytyy lujuus todeta kokeellisesti.

Hitsin jäähtymisnopeudesta päästään myös tietynlaiseen pienahitsin a-mitan minimiarvoon kaavalla.

$$a = \sqrt{s} - 0,5 \text{ mm} \quad (14.)$$

s= seinämä vahvuus (mm)

Mitoitus toteutetaan laskuista suurimman minimiarvon mukaan. Maksimi $a=15$ mm on laskennassa mukana sen vuoksi, että jännitys suurimmilla rakennepaksuuksilla ei jakaudu enää täysin tasan hitsin eri osien kesken.

Pienahitsin pituus l

Pienahitsin laskentapituus on hitsin piirustukseen merkitty pituus. Voimaa siirtäväksi pienahitsiksi hyväksytään kuitenkin vain sellaiset hitsit, joiden minimipituus l on vähintään 50 mm ja lisäksi $l \geq 8 \times a$.

Jos hitsiä jatketaan kulman ympäri, asetetut rajoitukset eivät ole suoralla osalla. Näillä rajoituksilla halutaan ehkäistä lyhyiden hitsien päissä syntyvien liitosvirheiden häiriövaikutuksista.

Hitsin laskennallisena enimmäispituutena saa käyttää korkeintaan arvoa $l \leq 100 \times a$.

Tämä rajoitus liittyy erityisesti leikkauksen kuormittamiin kylki-pienahitsien eli limisaumavoimaliitoksiin, joiden pituuksilla hitsin päiden ja keskialueen jännityserot kasvavat liian suuriksi. Rajoitus ei kuitenkaan koske esim. hitsatun I-palkin laipan ja uoman välistä sideliitosta. [9.]

5.8 Rakenteiden materiaalit

Tuotteen hyvä suorituskyky on suunnittelutyön tulos, ja se saavutetaan materiaalin, muotoilun ja valmistuksen tasapainoisella vuorovaikutuksella. Sopivalla muotoilulla ja tarkoituksenmukaisella valmistusmenetelmällä on mahdollista kompensoida materiaalin heikkoja ominaisuuksia. Hyvin harvoin rakenteen suorituskyky riippuu vain yhdestä tekijästä, vaikka tietty materiaaliominaisuus saattaakin olla kriittinen osan luotettavan toiminnan kannalta.

Materiaalivalinnan vaativuutta lisää se, että yksityiskohtaisia materiaaliarvoja ei läheskään aina ole saatavilla ja toisaalta rakenteelle asetetut vaatimukset saattavat olla ristiriitaisia. Suunnittelijan työssään kohtaamia materiaalinvalintatehtäviä on kahta perustyyppiä:

- materiaalivalinta uuteen tuotteeseen
- vanhan tuotteen parantelu ja kustannusten karsinta. [14.]

Runkomateriaalin valinta

Koneen runkomateriaaliksi valitaan standardissa SFS-EN 10025 luokiteltu rakenneteräs S 355. Terästä S 355 on saatavilla levyinä, tankoina, nauhoina ja takeina. Rakenneteräkset on tarkoitettu hitsattuihin ja hitsaamattomiin rakenteisiin.

Rakenneterästen käyttökohteita ovat:

- sillat ja rakennusten rungot
- koneiden osat ja rungot
- säiliöt, laivat ja muut liikennevälineet.

Taulukko 2. Yleiset rakenneteräkset ja standardien vastaavuudet[14]

Myötö- lujuus	Murto- lujuus	EN	SFS	DIN	BS
R_e N/mm ² 1)	R_m N/mm ² 1)	10025 1993	200 1986	17 100 1980	A 35-501 1981
235	360 ... 510	S235JR	-	St 37-2	-
235	360 ... 510	S235JRG2	Fe 37 B	Rst 37-2	40 B
235	360 ... 510	S235JO	-	St 37-3 U	40 C
235	360 ... 510	S235J2G3	Fe 37 D	St 37-3 N	40 D
235	360 ... 510	S235J2G4	-	-	-
275	430 ... 580	S275JR	Fe 44 B	St 44-2	43 B
275	430 ... 580	S275JO	-	St 44-3 U	43 C
275	430 ... 580	S275J2G3	Fe 44 D	St 44-3 N	43 D
275	430 ... 580	S275J2G4	-	-	-
355	510 ... 680	S355JR	-	-	50 B
355	510 ... 680	S355JO	Fe 52 C	St 52-3 U	50 C
355	510 ... 680	S355J2G3	Fe 52 D	St 52-3 N	50 D
355	510 ... 680	S355J2G4	-	-	-
355	510 ... 680	S355K2G3	-	-	-
355	510 ... 680	S355K2G4	-	-	-
185	290 ... 510	S185	Fe 33	St 33	-
295	470 ... 610	E295	Fe 50	St 50-2	-
360	670 ... 830	E360	Fe 70	-	-

¹⁾ Ainepaksuus < 16 mm

6 TYÖN TOTEUTUS

Hirrenveistolaitteen suunnittelun aloitin tutustumalla Planmec Oy:n rakentaman prototyypikoneen rakenteisiin. Prototyypikoneen rakenteita tarkkailtiin sillä silmällä, mitkä ratkaisut voisi olla mukana suunniteltaessa teollista mallia koneesta, sekä mitä ominaisuuksia tuli parantaa ja kehittää.

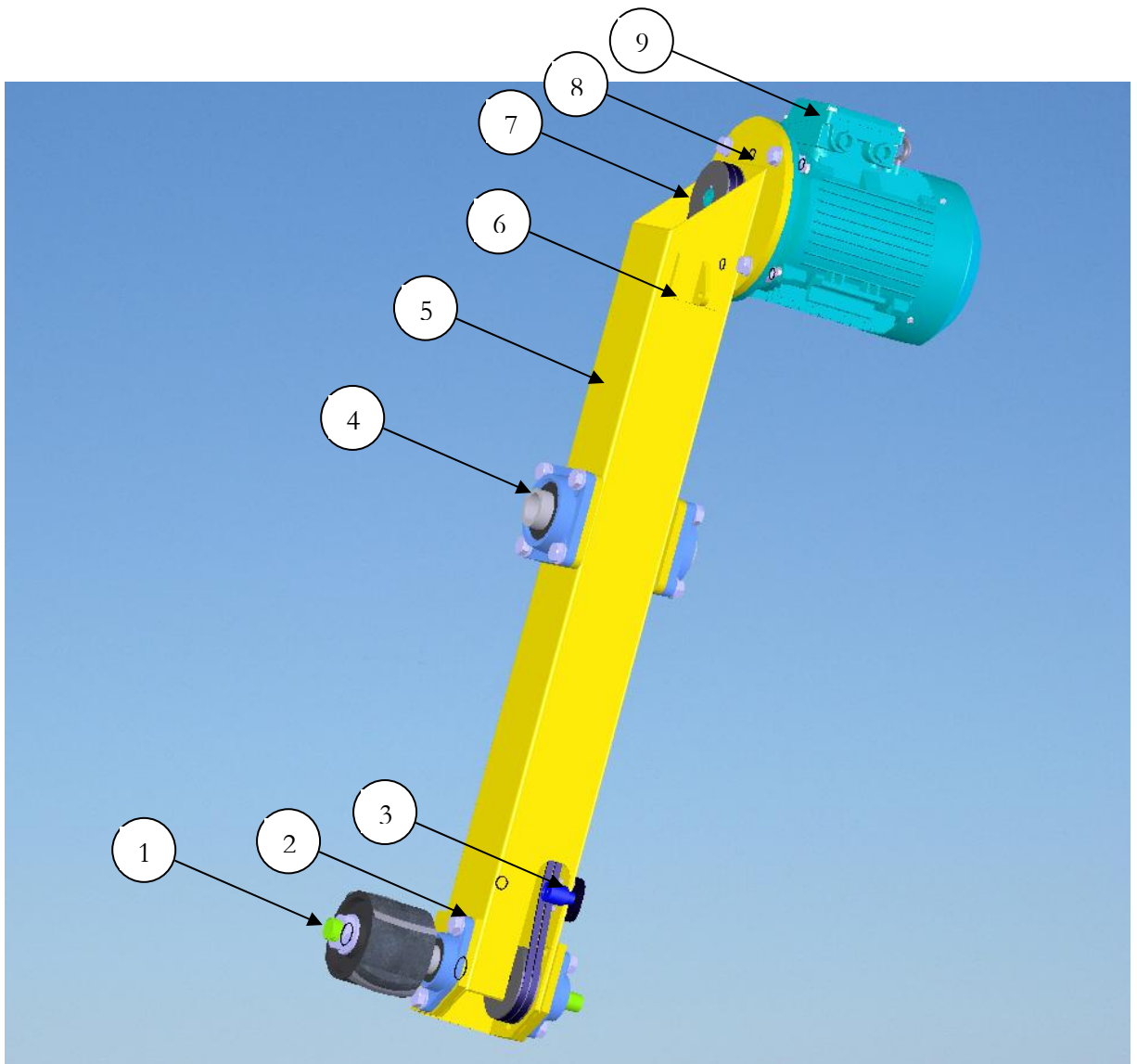
Hirrenveistolaitetta lähdin suunnittelemaan lähes kokonaan uudelleen. Teräpään rakenne tulisi säilymään rakenteeltaan samankaltaisena. Runkorakenteeseen kiinnittyy kutterinterä ja sähkömoottori. Teräpään rakenne oli havaittu toimivaksi rakenteeksi prototyypikoneessa.

Hirrensyöttö tapahtui prototyypikoneessa erillisellä kelkalla. Hirsi kiinnitettiin käsin kelkkaan ennen kuin sitä ruvettiin työstämään. Kelkkaa liikuteltiin hydraulisynterin avulla työpisteen läpi, jossa työstäminen tapahtui. Työstön jälkeen hirsi täytyi vielä irrottaa kelkasta ennen kuin voitiin aloittaa uuden hirren työstäminen. Nämä toimenpiteet hidastavat hirren työstämistä. Hirrensyöttömekanismiin tulisi suunnittelussa perehtyä, jotta hirren liikuttelu koneessa tapahtuisi joutuisasti ja ilman ihmisen tekemää hirren kiinnittämistä.

Hirrenveistolaitetta suunniteltaessa tulee ottaa huomioon millaisia määräyksiä koneen tulee täyttää ja millaisiin velvollisuuksiin koneenvalmistaja joutuu EU: talousalueella.

6.1 Teräpää

Teräpään runkona toimii putkipalkki 120x120x4. Putkipalkki on materiaaliltaan rakenneterästä 355J0. Putkipalkkiin hitsataan kiinnityslaippa sähkömoottorille, laippalaakeriyksiköille ja vahvike kiilahihnan kiristimelle, sekä kiinnityspiste vanttipulille. Hitsauksien jälkeen teräpäiden runko koneistetaan tarvittaviin mittoihin. Kiilaurahihnat kulkevat putkipalkin sisällä. Näin ei tarvitse rakentaa hihnoille erillistä suojaa.

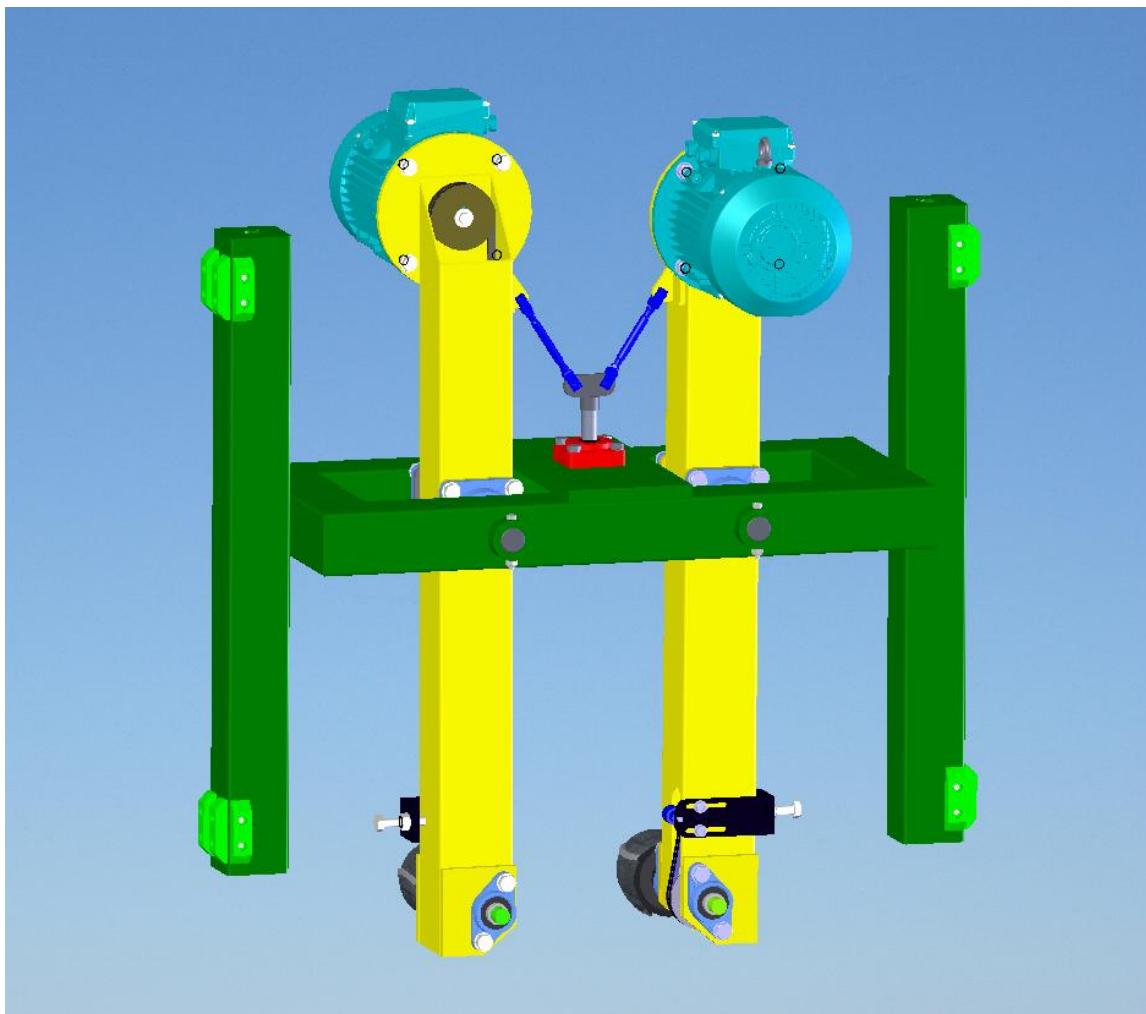


Kuva 15. Kuvassa numeroidut osat: 1. Kutterinterä, 2.lappalaakeriyksikkö, 3.kiilalahinnan kiristin, 4. laippalaakeriyksikkö, 5.putkipalkki 120x120x4, 6.vanttipultin kiinnike, 7.2kpl kiilaurahihnaa, 8.kiinnityslaippa moottorille, 9. 7,5 kW sähkömoottori

6.2 Teräpäiden runko

Teräpäiden runkorakenne kuva 16 toimii tavallaan hissinä, joka liikuttaa kutterinteriä ylös- alas-suunnassa kuularuuvien avulla. Teräpäiden runkoon liitetään 2 kappaletta teräpäitä, levityssylinteri, 2 kuulamutteria, liukupalat ja teräpäärunkokehikko. Teräpäiden runkokehikko valmistetaan 100x100x3 neliöputkipalkista. Putkipalkit, kuulamutterin tukilevy, holkit ja

levityssylinterin kiinnityslevyt hitsataan hitsauskokoontamispiirustuksen mukaan, jonka jälkeen runko koneistetaan.



Kuva 16. Teräpäiden runko kasattuna 2 teräpäällä, levityssylinterillä, liukupaloilla ja vanttipultilla

6.3 Syöttölaite

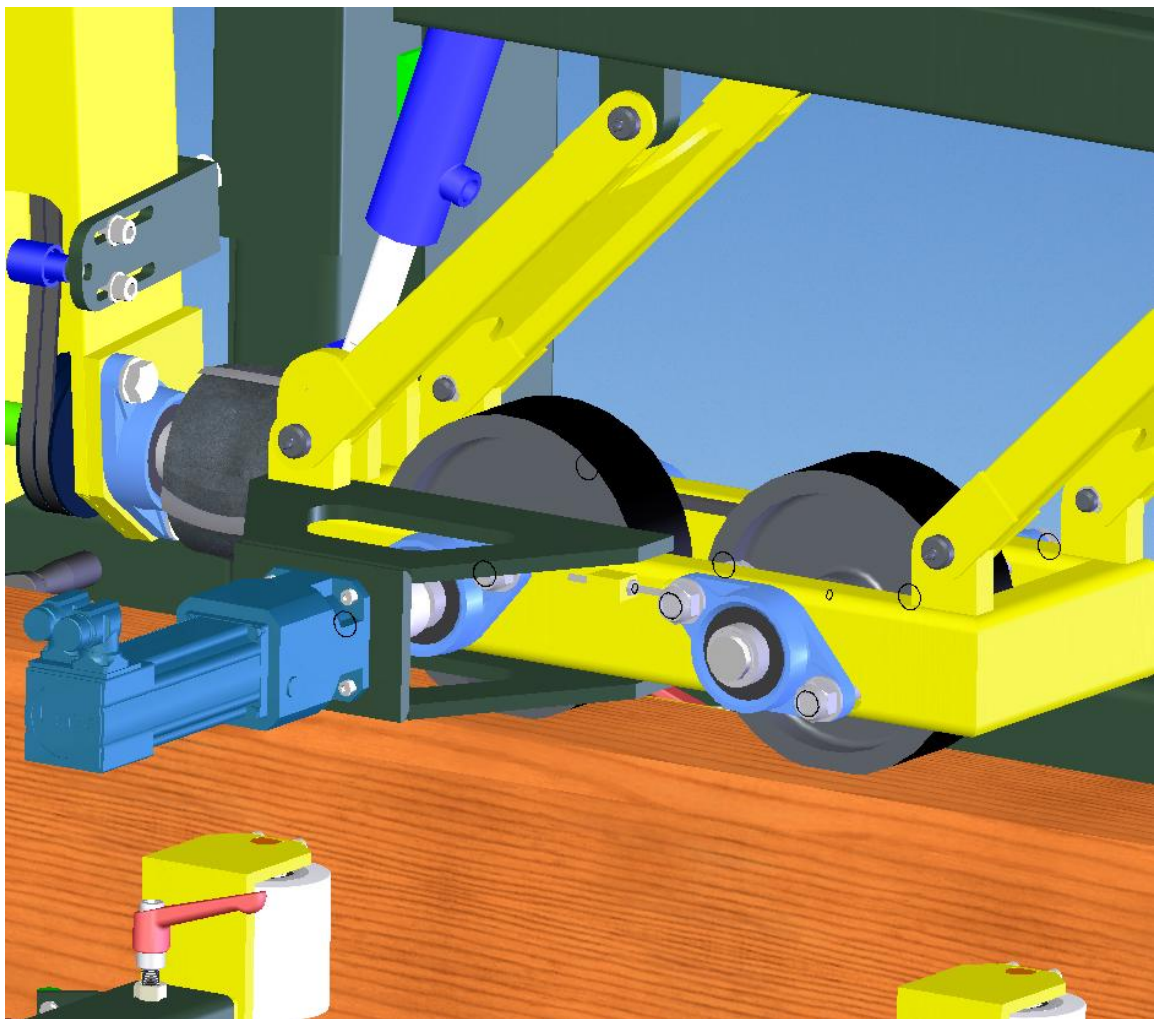
Syöttölaitteen kuva 17 tehtävä hirrenveistolaitteessa on syöttää hirttä työpisteeseen, jossa hirteen työstetään aaltomainen muoto. Hirttä syötetään 50-70 mm sykleissä, riippuen siitä minkälainen muoto kutterinteriin on valittu.

Syöttölaitteessa on 2 kappaletta syöttörullia. Syöttörullat liikuttavat pyöriessään hirttä rullaradan päällä. Syöttörullia painetaan hirttä vasten hydraulisella sylinterillä. Syöttörullaa pyöritetään askelmoottorin avulla, jossa on planeettavaihteisto, jolla saavutetaan riittävän

suuri vääntömomentti aikaiseksi. Pyörimisliike välitetään toiseen syöttörullaan kiilaurahihnan välityksellä. Syöttörullat on pinnoitettu kumilla, jolla saadaan aikaan parempi pito rulliin.

Syöttölaitteen keinumekanismi on laakeroitu kahdeksasta pisteestä laakeriholkein. Laakeriholkin voitelu tapahtuu tapin päässä olevasta rasvanipasta. Tapin aksiaalisen liikkumisen estää tapin päässä oleva pidätinrenkas.

Askelmoottorin pyörimisliike välitetään joustavan kytkimen avulla syöttörullan akselille. Kytkin sallii pienen linjausvirheen moottorille syöttörullan akseliin nähden. Kytkimen sallima linjausvirhe estää askelmoottorin laakerien turhan ylikuormittamisen.

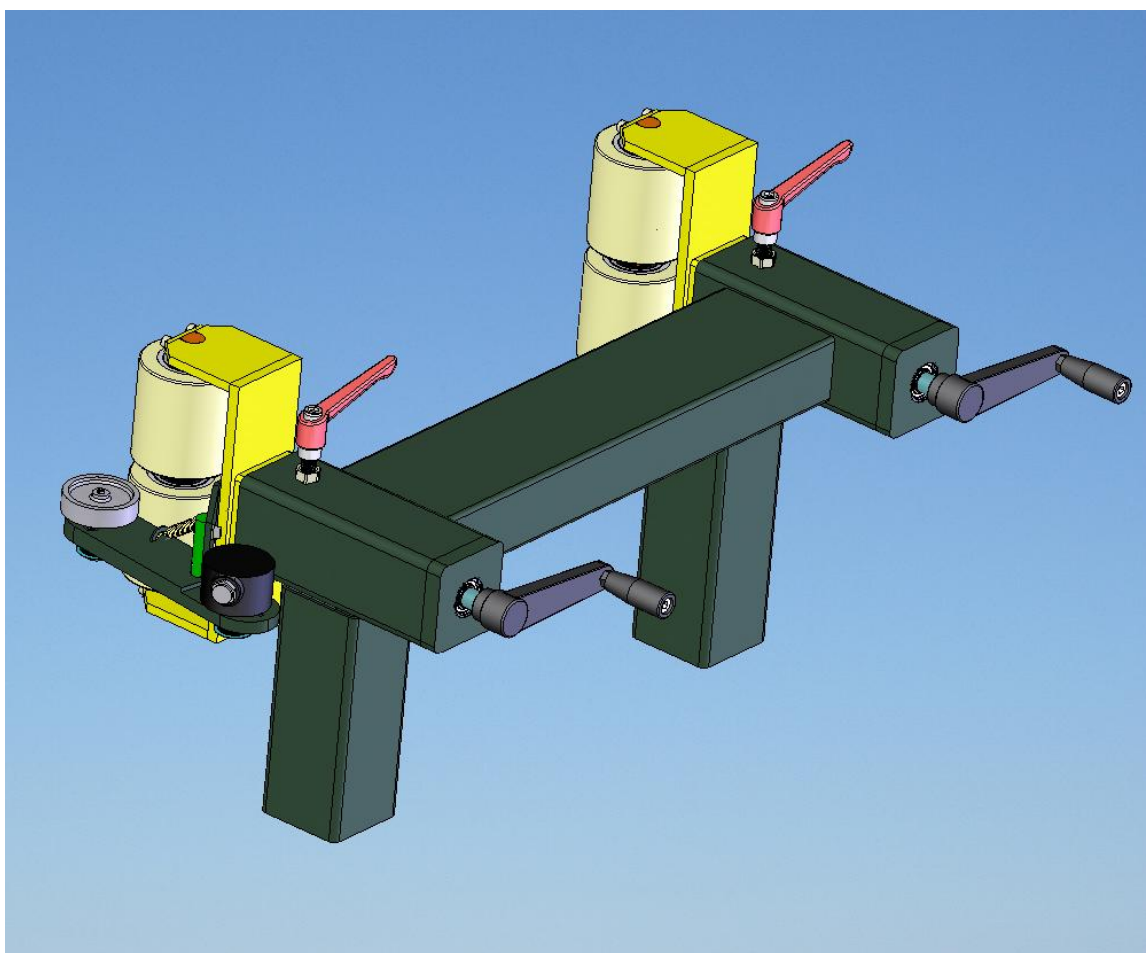


Kuva 17. Syöttölaite, joka liikuttaa hirttä hirrenveistolaitteessa.

Hirren liikkumista tarkkaillaan pulssianturin avulla kuva 18. Pulssianturi mittaa hirren kulkemaa matkaa mittapyörän avulla. Mittapyörän pyörimisliike välitetään hammashihnan välityksellä pulssianturiin. Tämä mittaus tapahtuu juuri ennen hirren saapumista

työpisteeseensä. Mittaamalla hirren kyljestä hirren kulkemaa matkaa ei synny virhettä, vaikka syöttörullat pyöriessään hieman luistaisivat hirren pinnassa.

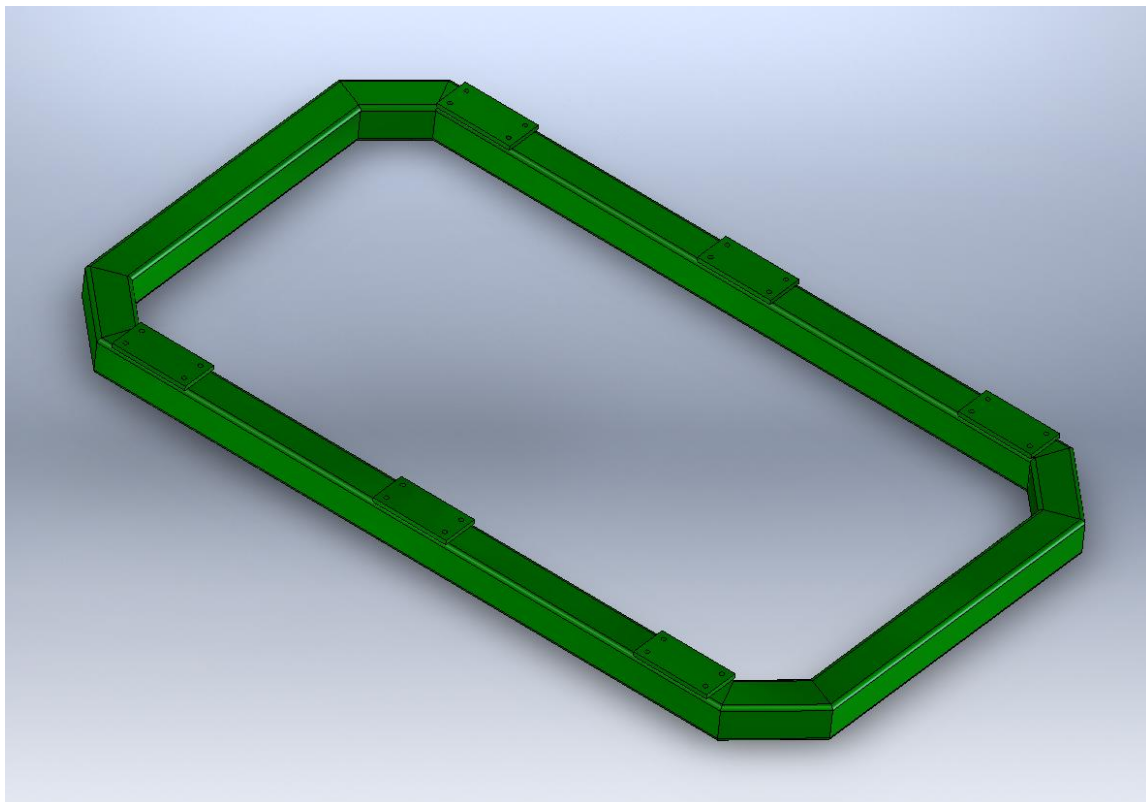
Pulssianturiksi valittiin liitteen 1 mukainen anturi. Pulssianturi on teollisuuskäyttöön tarkoitettu. Pulssianturista saadaan maksimissaan 80 000 pulssia jokaiselta kierrokselta. Mittapyörän kehän ollessa 200 mm saadaan mittausmenetelmän tarkkuudeksi 0,0025 mm.



Kuva 18. Kuvassa näkyy, kuinka mittapyörä on sijoitettu lähelle ohjainrullia. Mittapyörästä pyörimisliike välitetään pulssianturille hammashihnan välityksellä.

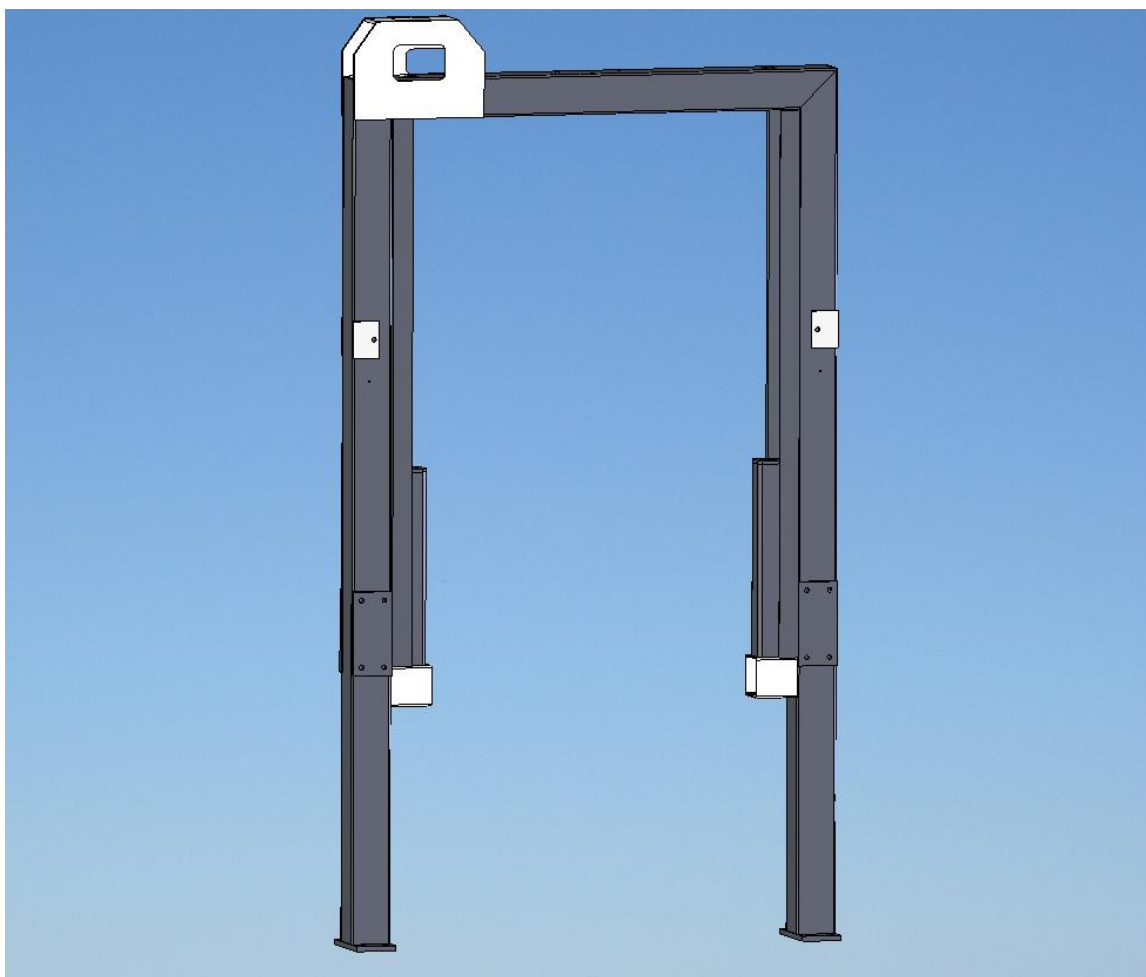
6.4 Hirrenveistolaitteen runko

Hirrenveistolaitteen runko koostuu viidestä erillisestä runkorakenteesta. Koneen alimmaisena rakenteena on alarunko, johon muut runkorakenteet kiinnitetään pulttiliitoksien avulla. Alarunko valmistetaan hitsaamalla 80x80x3 putkipalkista kuvan 19 mukainen rakenne. Rakenteeseen hitsataan tukilaput niihin kohtiin, joista se kiinnitetään muihin runkorakenteisiin.



Kuva 19. Alarunko

Keskirunko kuva 20 toimii koneen päärunkona. Keskirunkoon kiinnittyy kuularuuvijohteet, servomoottori, päätyrungot ja ylärunko. Keskirunko koneistetaan hitsauskokoontamon jälkeen sille määriteltyihin mittoihin. Keskirunkoon on mitoitettu paikat servomoottorille, kuularuuvien laakereille, hammashihnan kiristimelle ja kiinnityspisteet muihin runkorakenteisiin.



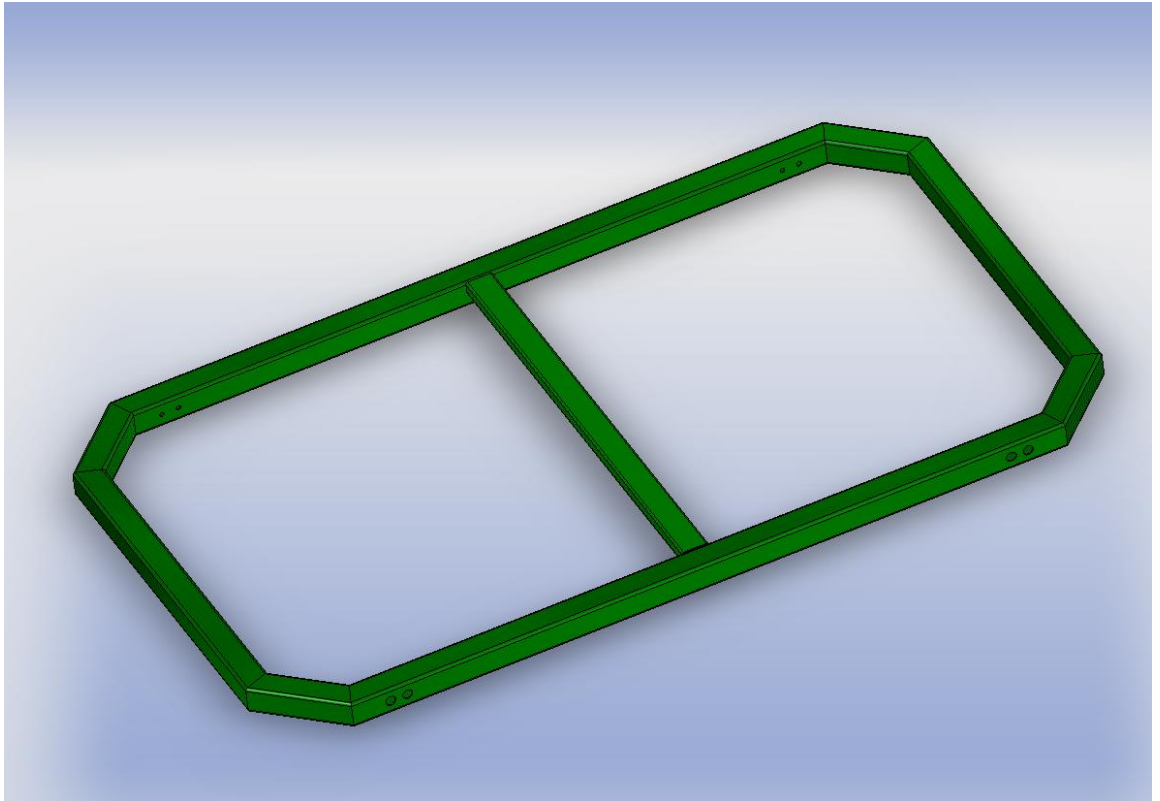
Kuva 20. hirrenveistolaitteen keskirunko

Hirrenveistolaitteessa olevien päätyrunkojen kuva 21 tehtävänä on olla apurunkona muille koneen osille. Päätyrunkoihin kiinnittyy koneen tulopuolella rullakuljetin, ohjaimet runkoineen, syöttölaite runkoineen ja purukaukalo. Hirrenveistolaitteen lähtöpäässä päätyrunkoon kiinnittyy hihnakuljetin, ohjaimet runkoineen ja purukaukalo.



Kuva 21. Päätyrunko, johon ei ole vielä kiinnitetty muita koneenosia.

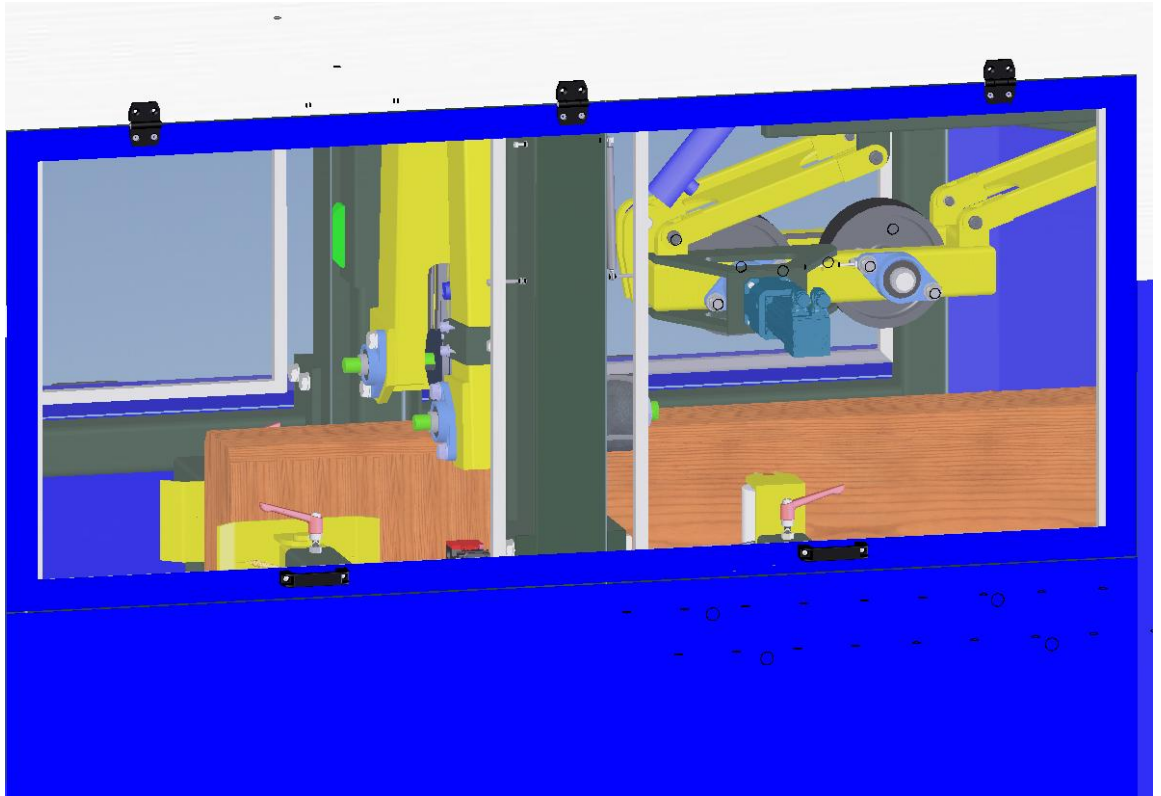
Ylärunko kuva 22 toimii koneen runkorakenteen jäykistävänä rakenteena. Ylärunkoon kiinnitetään yläpuoleiset suojalevyt ja päätyrungot ylösistaan. Ylärunko valmistetaan 80x80x3 putkipalkista. Putkipalkit sahataan määrämittoihin ja porataan kiinnityspulteille tarvittavat aukot. Tämän jälkeen putkipalkit hitsataan alla olevan kuvan mukaiseen muotoon. Ylärunko viimeistellään maalaamalla, kuten koneen muutkin koneen osat.



Kuva 22. Koneen ylärunko

6.5 Hirrenveistolaitteen suojarakenne

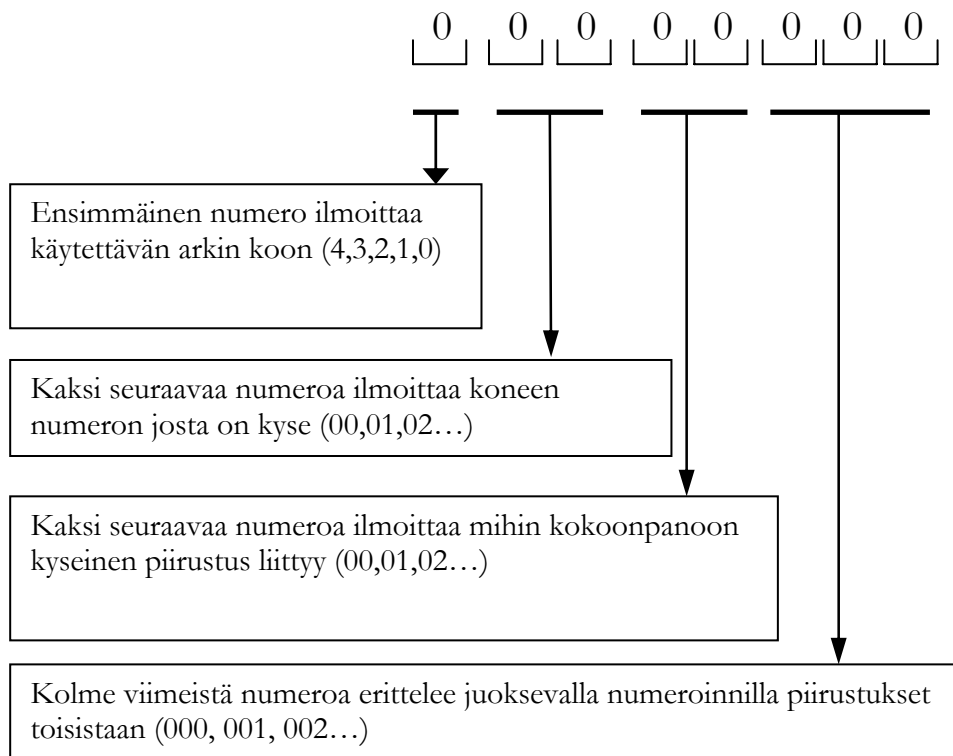
Hirrenveistolaitteessa on liikkuvia vaarallisia koneenosia, joihin ihminen voi koneen käydessä vahingoittaa itseään. Koneen vaarallisista mekanismeista johtuen kone täytyy koteloida, ettei se vaaranna ihmishenkiä. Kone vuorataan 1 mm:n vahvuisella teräslevyllä kauttaaltaan. Teräslevyt kiinnitetään runkorakenteisiin ruuviliitoksiin. Koneen säätö- ja huoltotoimenpiteitä varten koneen molemmille sivuille tulee huoltoluukut. Huoltoluukuihin tulee läpinäkyvä pleksi polykarbonaatista (PC). Huoltoluukuissa on turvakytkimet, jotka lukitsevat luukut kiinni koneen ollessa käynnissä.



Kuva 23. Näkymä huoltoluukusta hirrenveistokoneen sisälle

6.6 Dokumentointi

Yksi insinööriyön keskeisimpiä tavoitteita oli laatia suunnittelemani koneesta valmistuspiirustukset. Valmistuspiirustuksien perusteella hirrenveistokone olisi helppo valmistaa. Valmistuspiirustuksista selviäisi koneen kaikki yksityiskohtaiset ratkaisut. Hirrenveistokone sisältää 1448 komponenttia, pois luettuna suojafeltien kiinnitysruuvit. Valmistuspiirustuksia laadittaessa täytyi olla jokin logiikka, jolla dokumentit tulisi numeroida. Piirustusnumeroiden avulla olisi helpompi varmistaa, mihin koneeseen ja kokoonpanoon kyseinen piirustus kuuluu. Hirrenveistokoneen piirustusnumerointi on toteutettu 8-numeroisella numerosarjalla. Kuvassa 24 on kerrottu millaista logiikkaa numeroinnissa on käytetty.



Kuva 24. Piirustusnumeroinnin logiikka

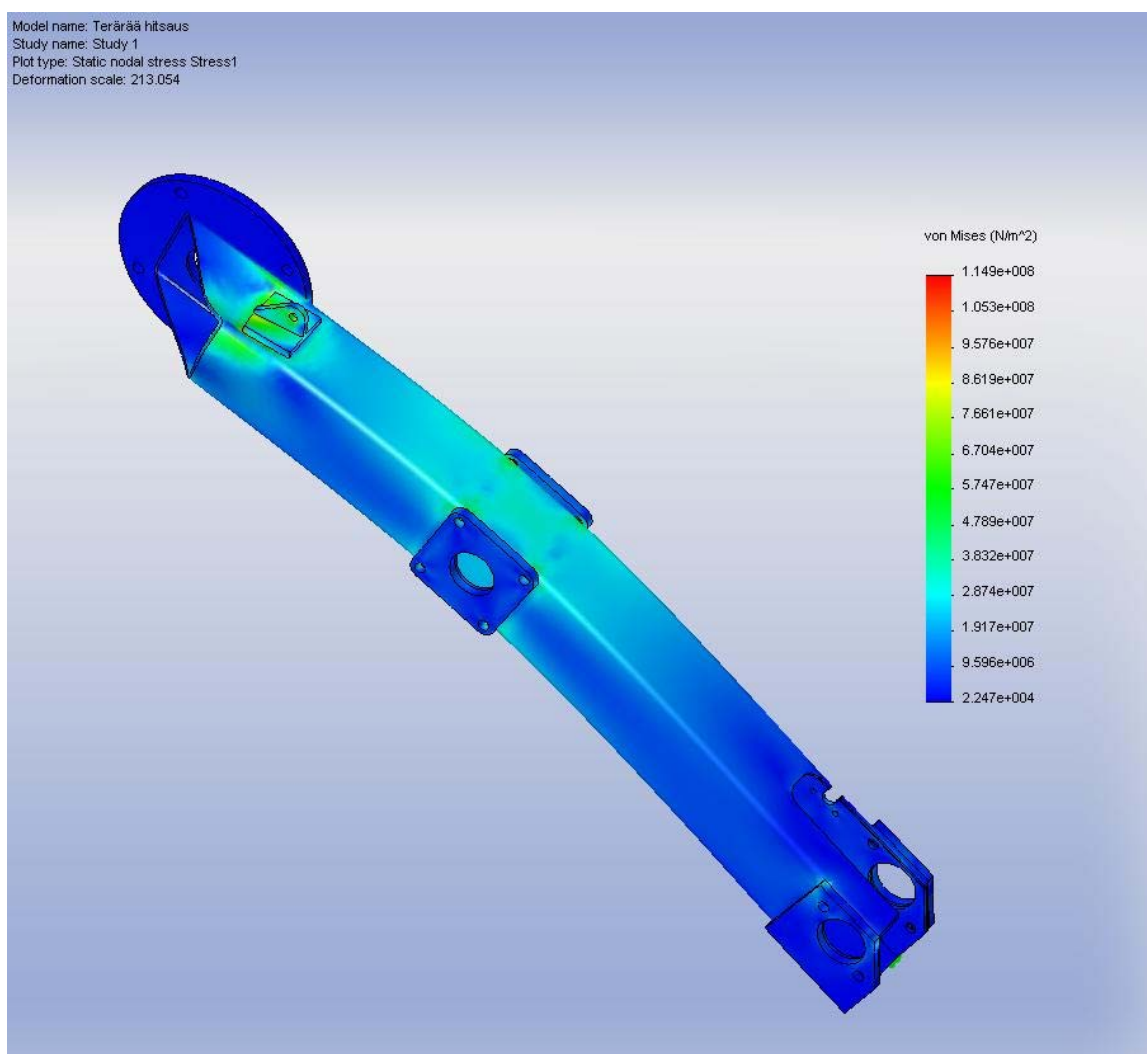
6.7 Hirrenveistolaitteen hinta-arvio

Hirrenveistolaitteen hinta-arvio on laadittu tavarantoimittajien hinnastojen pohjalta. Valmistuskustannuksien, kuten hitsauskokoonpano, koneistus, pintakäsittely ja loppukokoonpano kustannuksia arvioitiin kokonaisuutena. Hirrenveistolaitteen hinta-arvioon ei kuulu ohjausjärjestelmää, jolla koneen työkiertoa ohjataan.

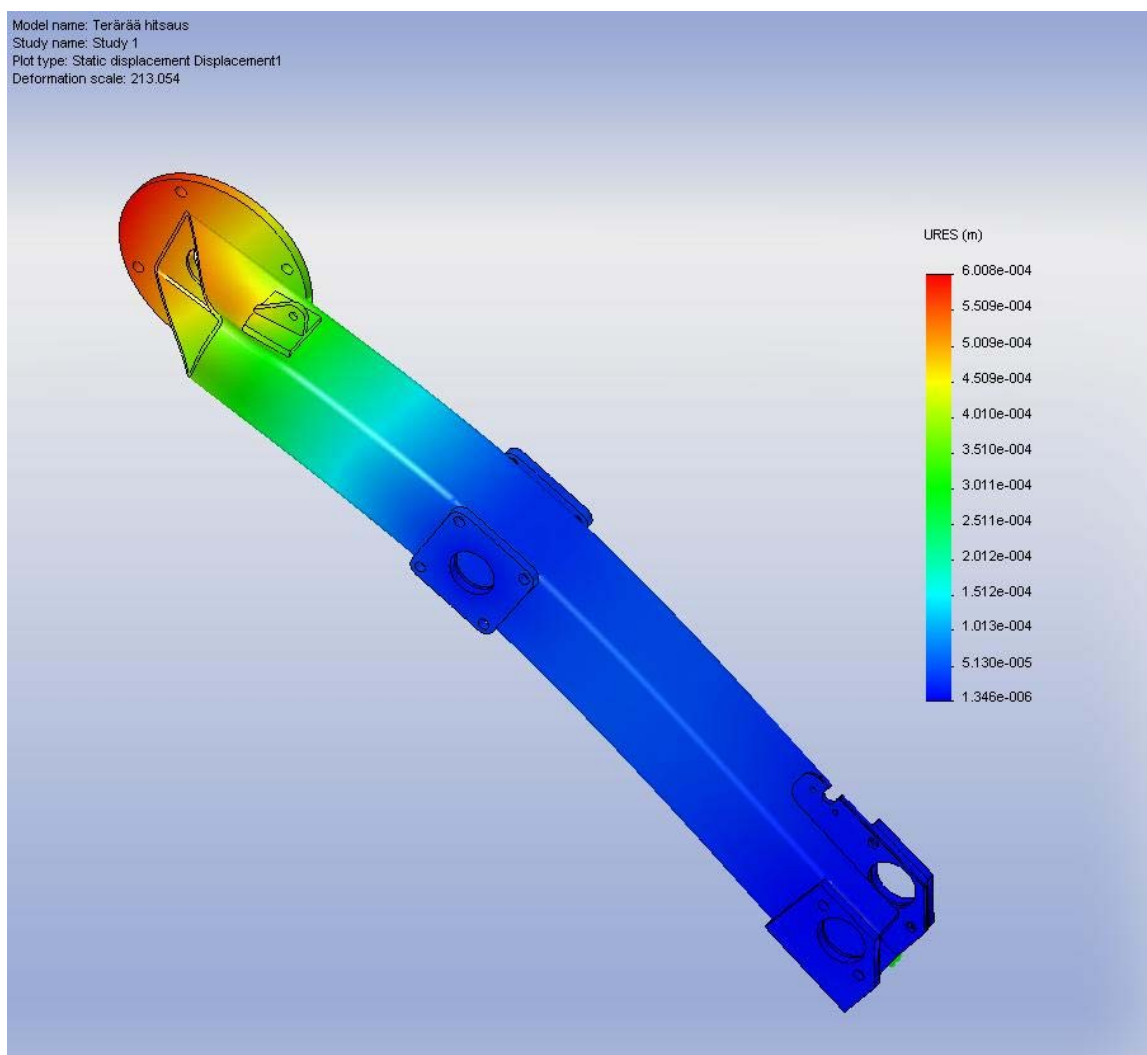
7 LUJUUSTARKASTELUT

Lujuuslaskennat suoritettiin CosmosWorks-ohjelmalla. Tarkasteltavaksi kohteeksi valittiin teräpään runko. Teräpään runkohan joutuu koneessa kaikkien suurimmille rasituksille.

Laskennassa käytettiin 9000 N voimaa, joka kohdistuu vanttipultin kiinnityspisteeseen vanttipultin suunnassa ja sähkömoottorin 40 kg omamassaa moottorin kiinnityslaippaan. Tukipisteinä käytettiin laippalaakeriryksiköitten kiinnityspisteitä.

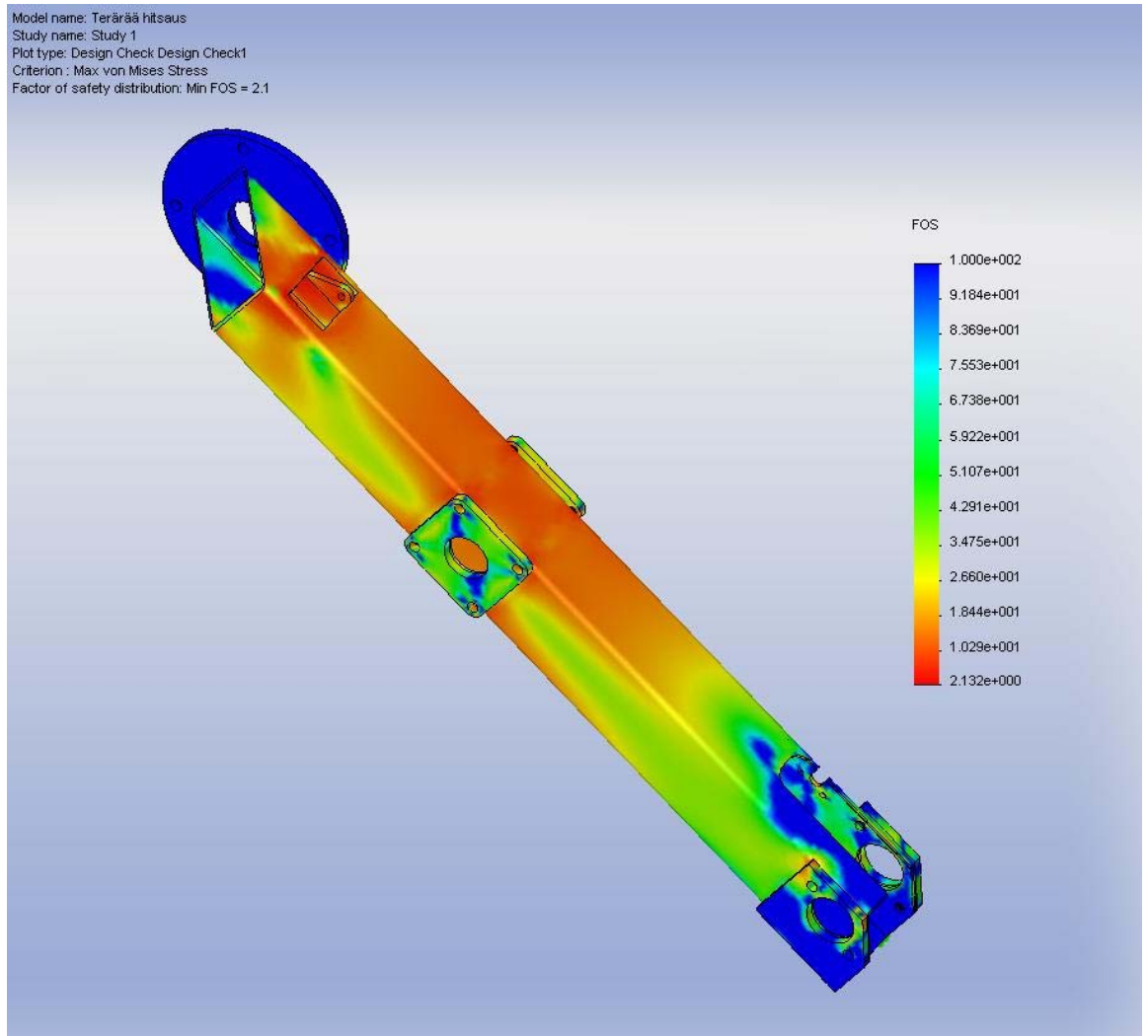


Kuva 25. Runkoputken jännitykset (muodonmuutos kertoimella 213,1).



Kuva 26. Runkoputken muodonmuutokset. (skaalattuna kertoimella 213,1)

Runkoputken suurin taipuma moottorinkiinnitysliipin päässä 0,6mm. Taipuma ei ole merkittävä.



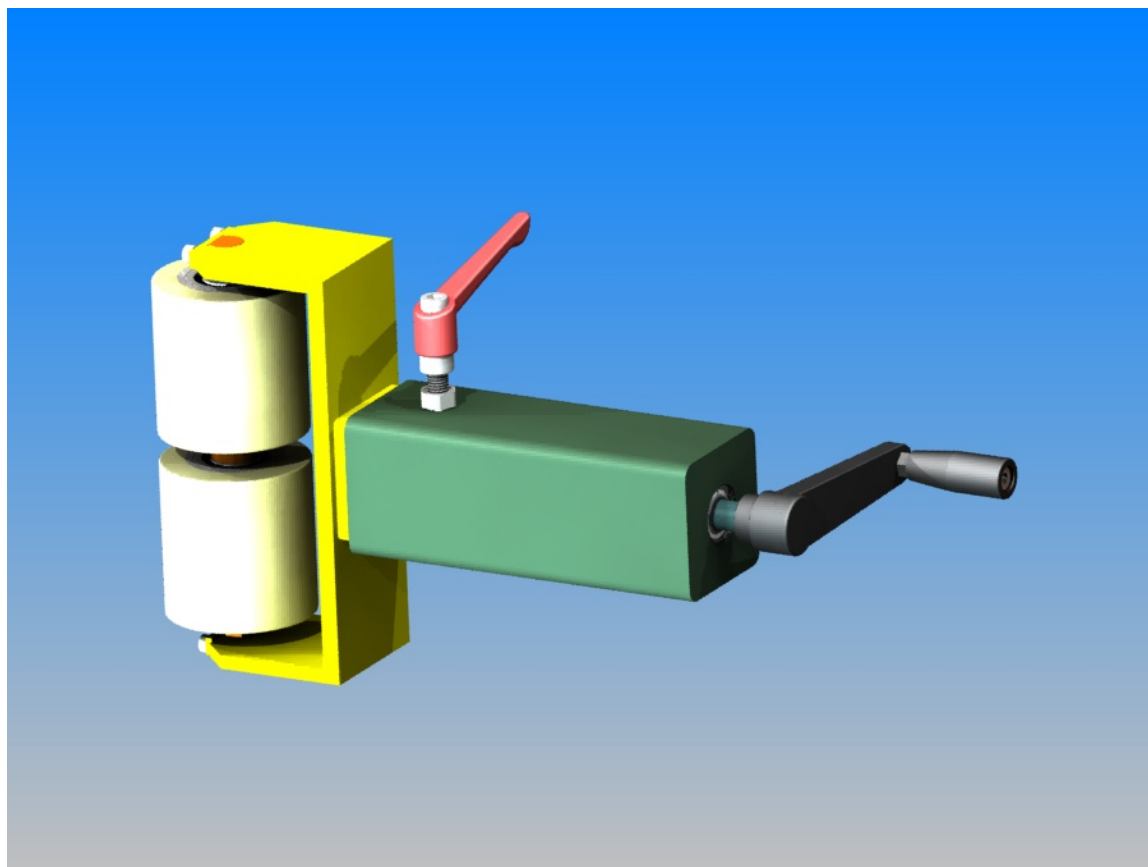
Kuva 27. Runkoputken varmuus jännitysten suhteen, punainen alue varmuusalueella 2

Teräpään runkoputken varmuus jännitysten suhteen on 2,1. Varmuusluku on runkoputkelle riittävä.

8 HIRRENVEISTOLAITTEEN TYÖKIERTO

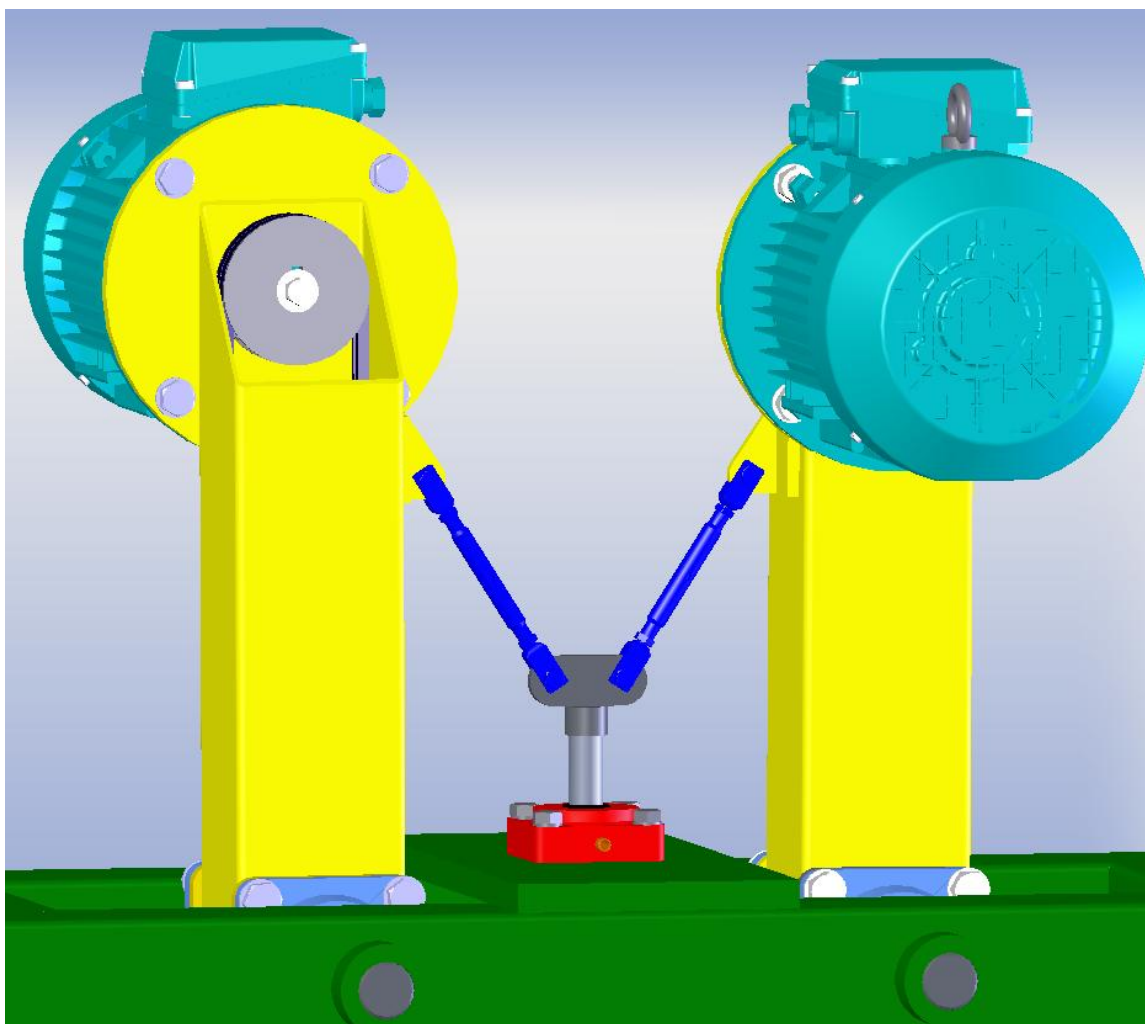
8.1 Hirrenveistolaiteen alkusäädöt

Hirrenveistolaiteen radanleveys tulee säätää kyseiselle hirsityypille sopivaksi ennen kuin aloitetaan hirren koneellista piiluamista. Radan leveys säädetään koneen tulo ja lähtöpäähän erikseen. Säätö tapahtuu kuuden ohjaimen avulla. Koneen tulopuolella pitää hirttä linjassa neljä rullatyypistä ohjainta kuva 28. Koneen lähtöpäässä on kaksi suksityyppistä ohjainta ohjaamassa hirren poistumista.



Kuva 28. Ohjain, joka pitää hirren linjassa koneen tulopuolella.

Samalla kun säädetään koneen linjan leveys kohdalleen, niin säädetään kutteriterien etäisyys hirren kylkipintaan nähden sopivaksi. Tällä säädöllä vaikutetaan siihen kuinka syviä maaluista halutaan tehdä. Säätö tapahtuu vanttipulteista kuva 29, jotka sijaitsevat teräpäiden levityssylinterin jatkeena.



Kuva 29 Sinisistä vanttipulteista säädetään kutterien etäisyydet hirren kylkipinnasta.

8.2 Hirrenveistolaitteen työkierto

Hirrenveistolaitteen työkierrosta on laadittu matka-askel-kaavio liite 2. Hirren saapuessa hirrenveistolaitteeseen, niin hirrenkylkipinta koskettaa pulssianturin mittapyörään. Pulssianturista saatava ensimmäinen nouseva pulssi, saa aikaan hirrensyöttölaitteen hydraulisen painatussylinterin tekemään S2+ liikkeen. Hirrensyöttölaitteen syöttörullat painavat hirttä rullakuljetinta vasten. Samalla koneeseen hirttä syöttävä kuljetin pysähtyy.

Hirrensyöttölaitteessa oleva askelmoottori pyörittää syöttörullia planeettavaihteiston kautta, jossa vääntömomentti kasvaa. Tämä askelmoottori hoitaa laitteessa hirren syöttämisen työpisteeseen.

Pulssianturi lukee mittakiekon välityksellä hirren kulkemaa matkaa. Kun hirsi on kulkenut tarvittavan matkan työpisteeseen, askelmoottori pysähtyy (pulssianturi on lukenut tarvittavan määrän pulseja).

Hirren ollessa työpisteessä tekee hydraulisylinteri S1 +liikkeen, jonka vaikutuksesta kutterinterät liikkuvat työasemaansa. Seuraavaksi servomoottori pyörittää kuularuuveja, joiden välityksellä liikutetaan teräpäiden runkoa ylös alas suunnassa. Teräpäiden rungossa olevat kutterinterät työstävät pyöriessään hirren kylkeä.

Servomoottorissa oleva absoluuttianturi paikantaa aseman jolloin kutterinterät ovat ohittaneet hirren alapinnan. Siitä seuraa että hydraulisylinteri S1 tekee – liikkeen ja kutterinterät liikkuvat kauemmaksi hirren kyljestä. Servomoottori nostaa teräpäiden runkorakenteen yläasemaan.

Hirrensyöttölaitteella liikutetaan hirttä noin 50-70 mm eteenpäin, jonka jälkeen tehdään seuraava samanlainen työkierto, jossa hirren kyljet työstettiin. Näitä työkiertoja tehdään niin kauan kunnes hirren kyljet ovat halutulta matkalta työstetty.

Hirrenveistolaitteen poistopäässä hirren poiston hoitaa hihnakuuljetin. Hihnakuuljetin hihnan nopeus, käynnistys ja pysähdys on ohjattu toimimaan synkronisesti hirrensyöttölaitteen kanssa.

9 TULOSTEN TARKASTELU

Hirrenveistokoneen suunnittelu osoittautui todella haastavaksi ja laajaksi kokonaisuudeksi. Insinööriyön tavoitteenahan oli suunnitella malli, joka soveltuisi hirsiteollisuuden tarpeisiin.

Suunnittelutyön tuotoksena sain suunniteltua koneen, joka sisältää tarvittavat koneenelimet jotta se soveltuisi teolliseen käyttöön. Insinööriyön laajuudesta johtuen koneenelimien ohjausjärjestelmä on kokonaisuudessaan suunnittelemana. Ohjausjärjestelmän suunnittelu on jo itsessään yhden insinööriyön laajuinen.

Valmistuspiirustuksia hirrenveistokoneesta syntyi 154 kappaletta. Valmistuspiirustusten määrää nostaa se, kun kaikista yksittäisistä osista on tehty oma piirustus. Tämä helpottaa koneen valmistettavuutta, kun kaikki yksittäiset osatkin ovat dokumentoitu. Kokoonpano kuvista liitteet 3-13 on kerrottu mitä osia kyseinen kokoonpano sisältää. Räjätyskuvat havainnollistavat, miten kyseinen kokoonpano on kasattu. Räjätyskuvaa pystytään käyttämään myös hyväksi laadittaessa koneesta huoltokirjaa. Luomaani 3D-mallia voidaan käyttää koneen markkinoinnissa hyödyksi. 3D-malli antaa selkeän ja havainnollisen kuvan koneen rakenteista.

Insinööriyön tavoitteisiin kuului myös laatia kaavio työkierrosta, joka kuvaa hirrenveistokoneen toimilaitteiden työkiertoa. Laitimani matka-askel-kaavio havainnollistaa, millaisilla koneenelimien asemilla haluttu työkierto saavutetaan. Matka-askel-kaavion perusteella on helpompi lähteä suunnittelemaan koneelle ohjausjärjestelmää tulevaisuudessa.

Työssä päädyttyihin ratkaisuihin voi olla olemassa monta muutakin vaihtoehtoa. Valitsemani koneenelimet eivät välttämättä ole aina parhaita kyseiseen kohtaan, mutta valintaan vaikuttivat omat näkemykseni kyseisestä laitteesta sekä työn tilaajan mielipide asiasta.

10 YHTEENVETO

Insinööriyönä hirrenveistolaitteen tuotteistaminen oli tosi haastava, laaja ja opettava työ. Työ sisälsi suuren määrän koneensuunnittelua. Suunnittelussa käytetyn SolidWorks ohjelman opiskelu oli myös omalta osaltaan opettavaa.

Insinööriyössä tutustuttiin perinteiseen hirrenpiiluumistekniikkaan sekä siihen millaisilla välineillä työtä on tehty. Työssä perehdyttiin myös siihen millaisia vaatimuksia koneen valmistajalta edellytetään Euroopan talousalueella.

Työssä suunniteltiin kyseiseen laitteeseen kaikki koneenelimet, joita käyttämällä koneellinen hirrentyöstäminen onnistuu. Hirrenveistolaitteesta saatiin laadittua kaikki tarvittavat valmistuspiirustukset. Laaditusta matka-askel-kaaviosta selviää, millaisella toimilaitteiden työkierrolla kone työstää hirttä.

Insinööriyössä pääsi soveltamaan käytännössä niitä tietoja ja taitoja, joita koulussa oli opeteltu. Koneenosien syvällisempi määrittely olisi vaatinut useamman tekijän. Näin olisi pystytty syventymään paremmin eri koneenosien suunnitteluun. Insinööriyössäni suurin osa ajasta meni koneenosien suunnitteluun ja valmistuspiirustusten laadintaan.

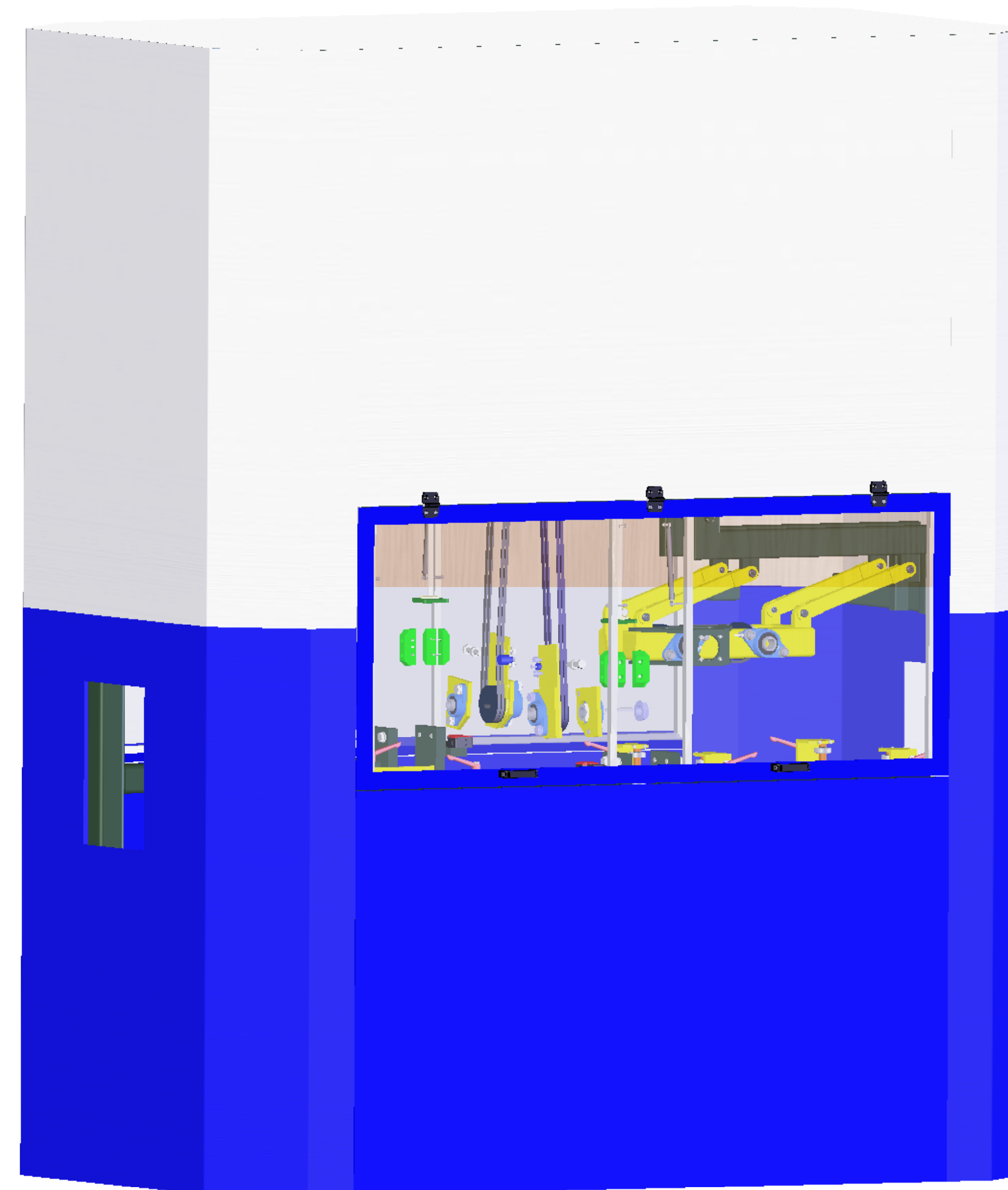
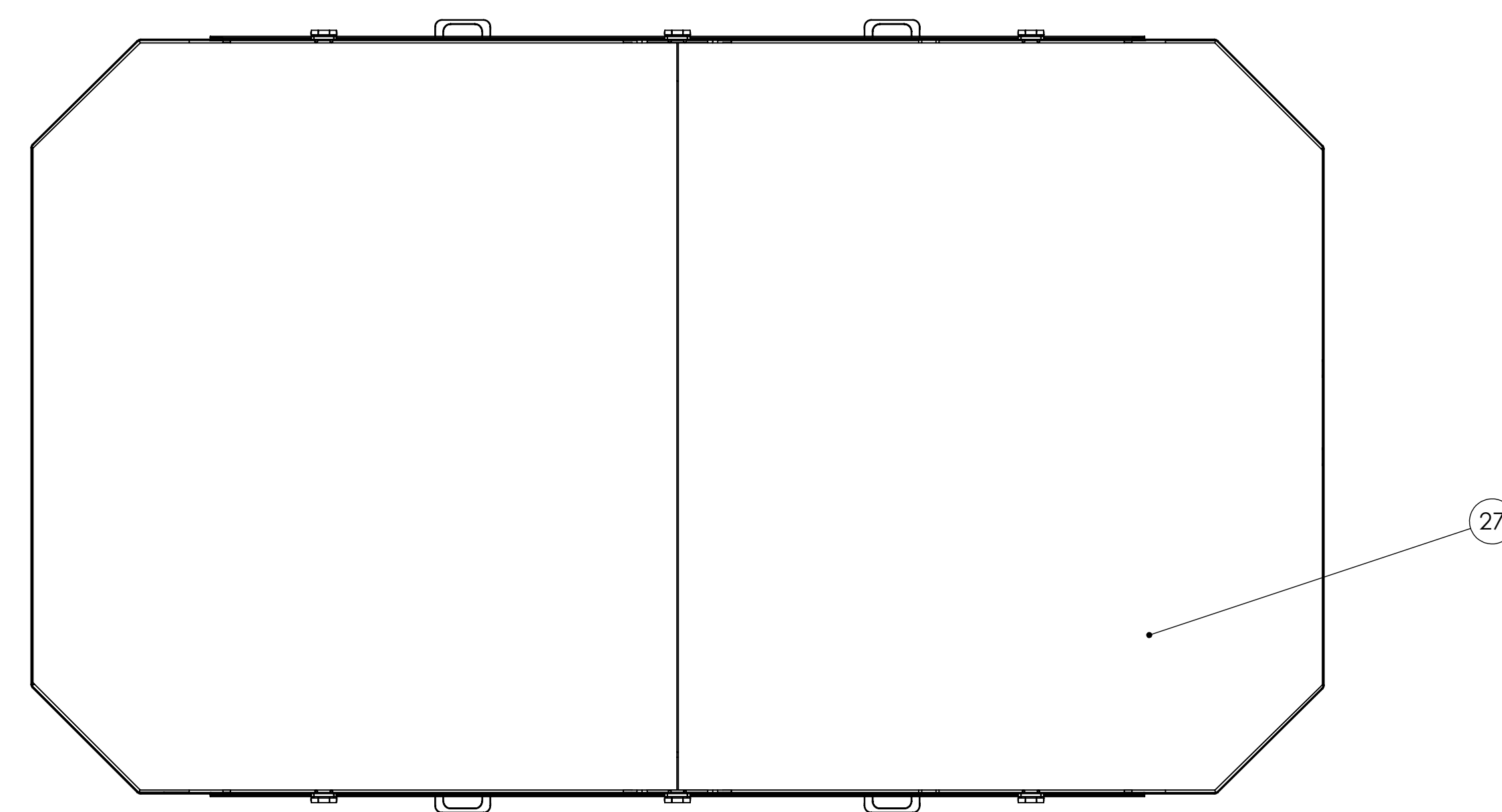
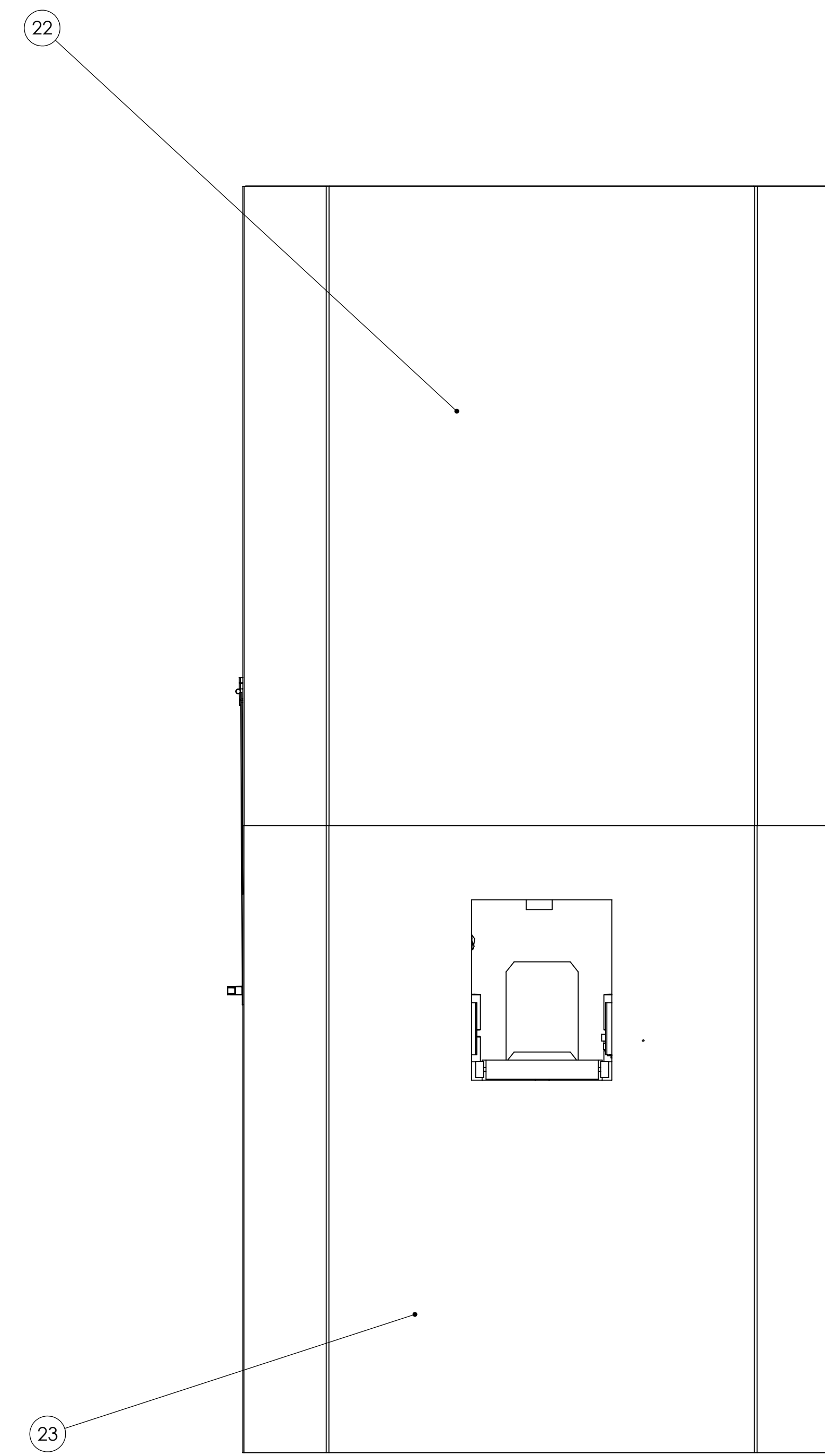
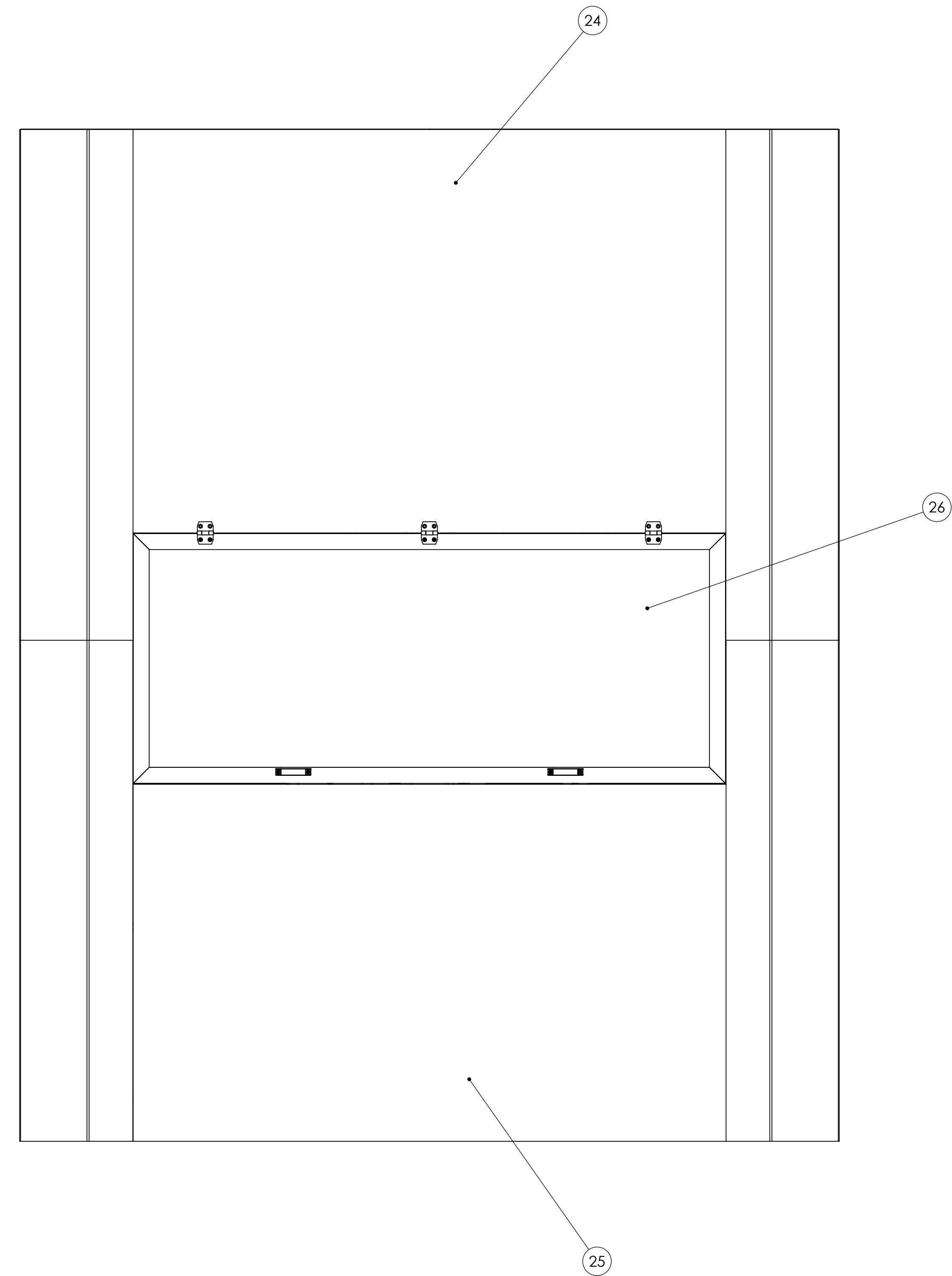
LÄHTEET

1. Planmec Oy:n kotisivut, luettu 7.9.2007 [www.dokumentti], <http://www.planmec.fi/>
2. Piiluaminen, luettu 1.9.2007 [www.dokumentti], <http://www.merlintreks.com/dru/>
3. Risto Vuolle-Apiala Hirsityöt, Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä 1999, ISBN 951-664-026-5
4. Cadworks Oy:n kotisivut, luettu 7.9.2007 [www.dokumentti], <http://www.cadworks.fi/>
5. Cadon Oy:n kotisivut, luettu 10.9.2007 [www.dokumentti], <http://www.cadon.fi/>
6. Keinänen, Kärkkäinen, Metso, Putkonen Logiikat ja ohjausjärjestelmät, Tummavuoren Kirjapaino Oy, Vantaa 2001, ISBN 951-0-22601-7
7. Virtuaalipajan tietokortti CE -merkintä, kotisivut, luettu 10.9.2007 [www.dokumentti] <http://www.ttl.fi/>
8. Esko Valtanen, Tekniikan taulukkokirja, Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä 2002, ISBN 952-986-07-7
9. Blom, Lahtinen, Nuutio, Pekkola, Pyy, Rautiainen, Sampo, Seppänen, Suosara, Koneenelimet ja mekanismit, Edita Oyj, Helsinki 2001, ISBN 951-37-2903-6
10. Mulco Oy:n kotisivut, luettu 2.10.2007 [www.dokumentti], <http://www.mulco.net>
11. Airila, Karjalainen, Mantovaara, Nurmi, Ranta, Verho, Koneenosien suunnittelu 4, WSOY, Porvoo 1985, ISBN 951-0-13223-3
12. Mauri Airila, mekatroniikka, Valopaino Oy, Helsinki 2004, ISBN 951-672-274-1
13. Keinänen, Kärkkäinen, Hydraulikka ja pneumatiikka, WS Bookwell Oy, Vantaa 2001, ISBN 951-0-21572-4
14. Airila, Ekman, Hautala, Kivioja, Kleimola, Martikka, Miettinen, Niemi, Ranta, Rinkinen, Salonen, Verho, Vilenius, Välimaa, Koneenosien suunnittelu, WS Bookwell Oy, Porvoo 2001, ISBN 951-0-20172-3

15. Dantal hydraulics LTD:n kotisivut, luettu 11.10.2007 [www.dokumentti],
<http://www.dantal.in/>

LIITTEIDEN LUETTELO

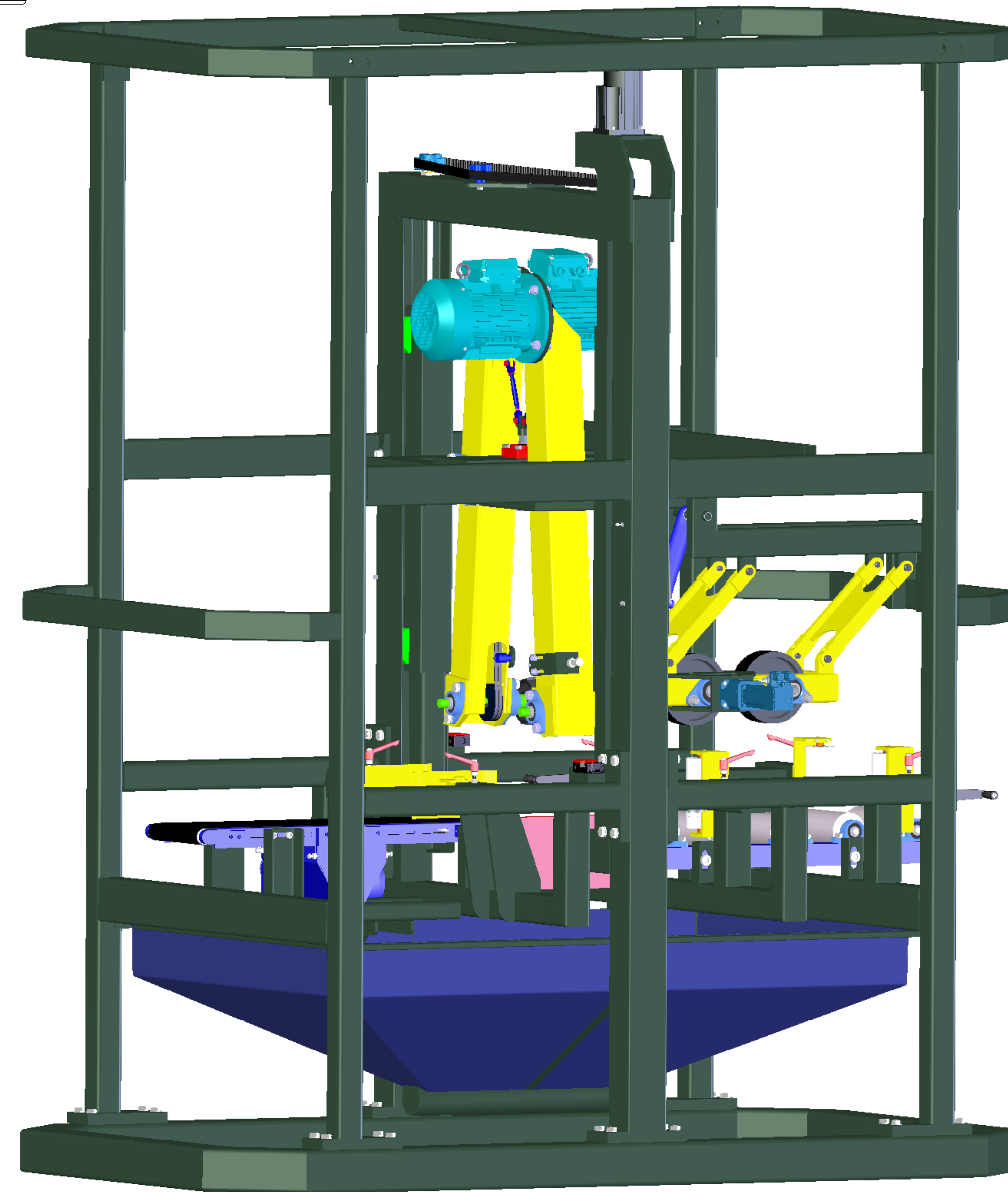
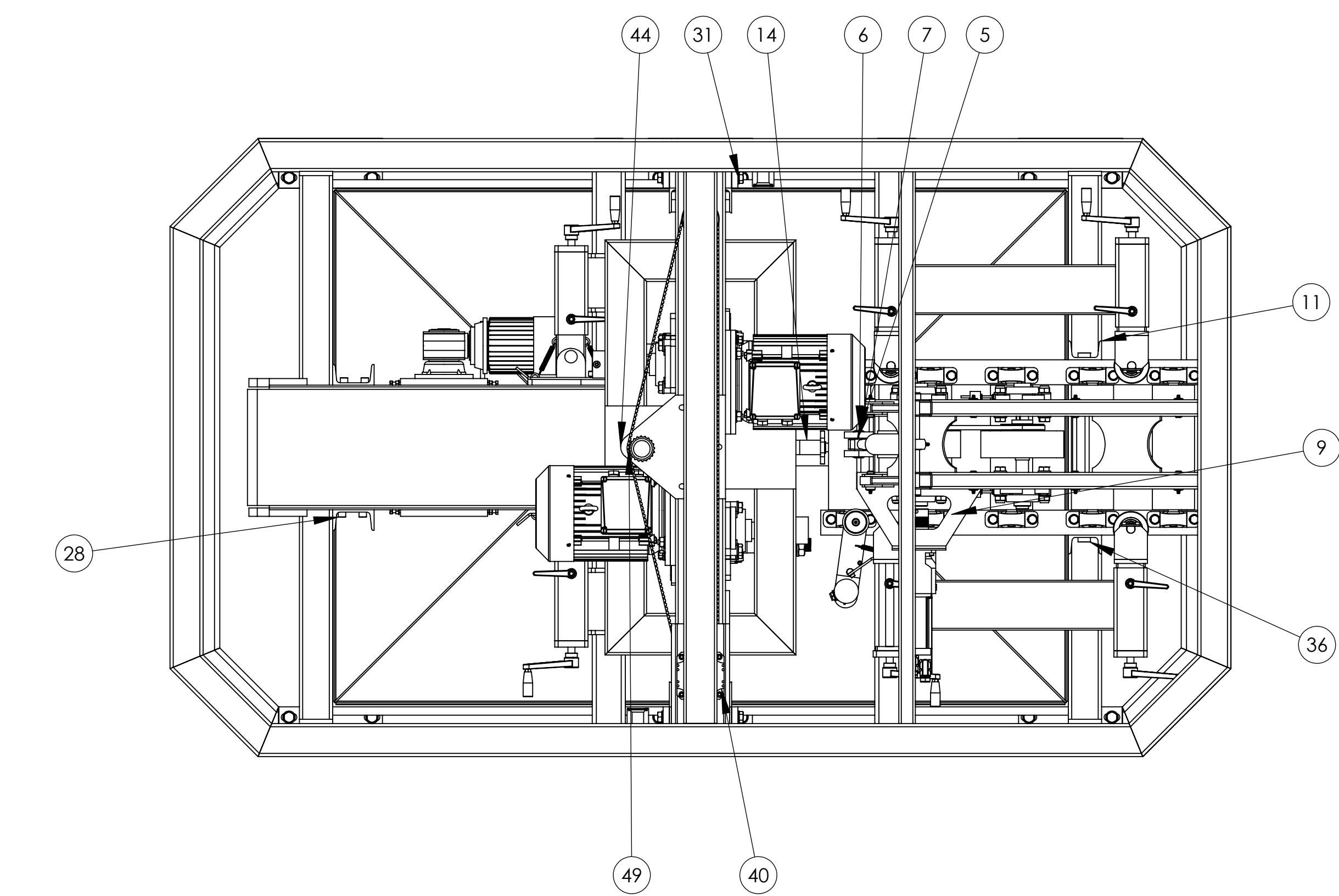
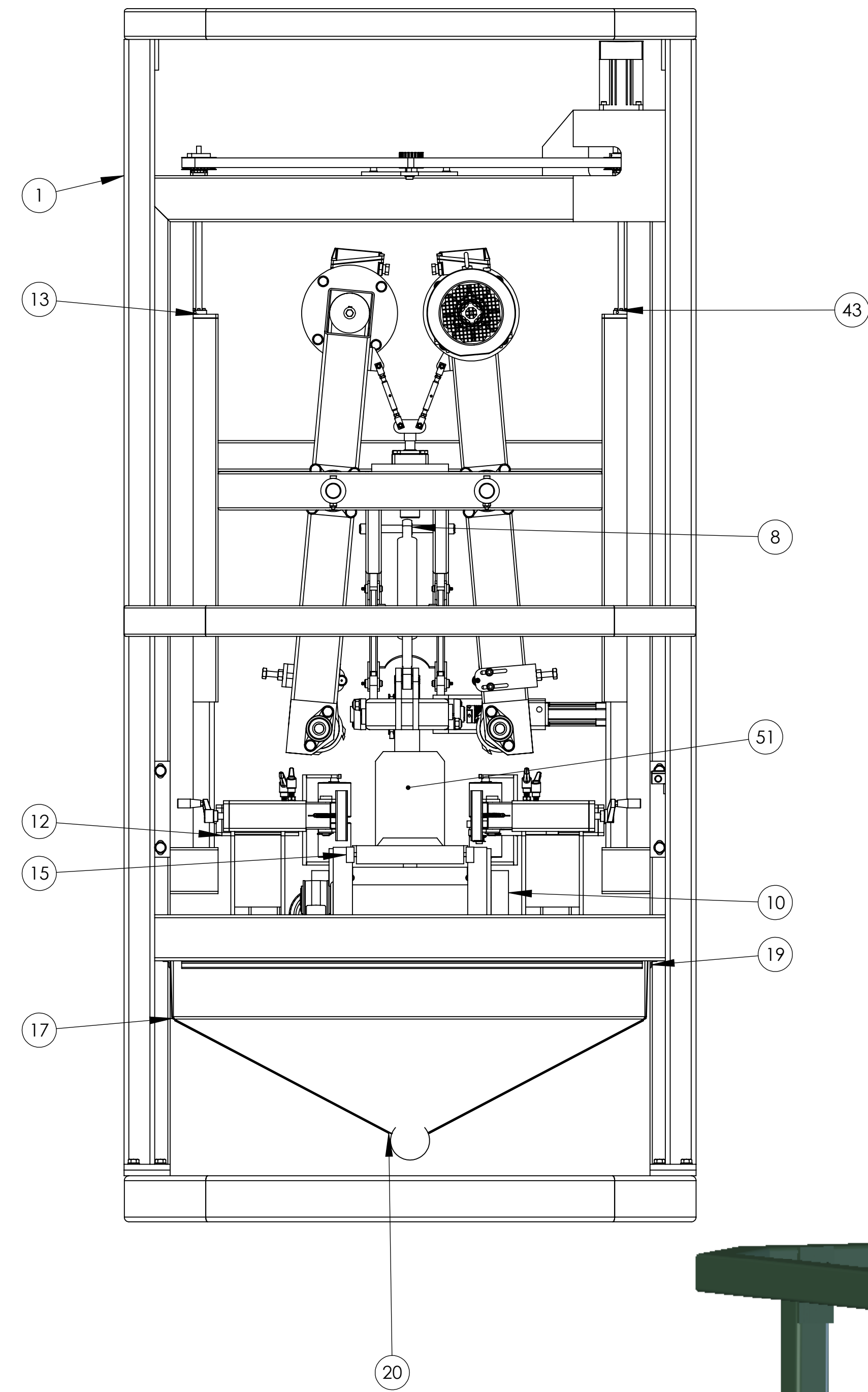
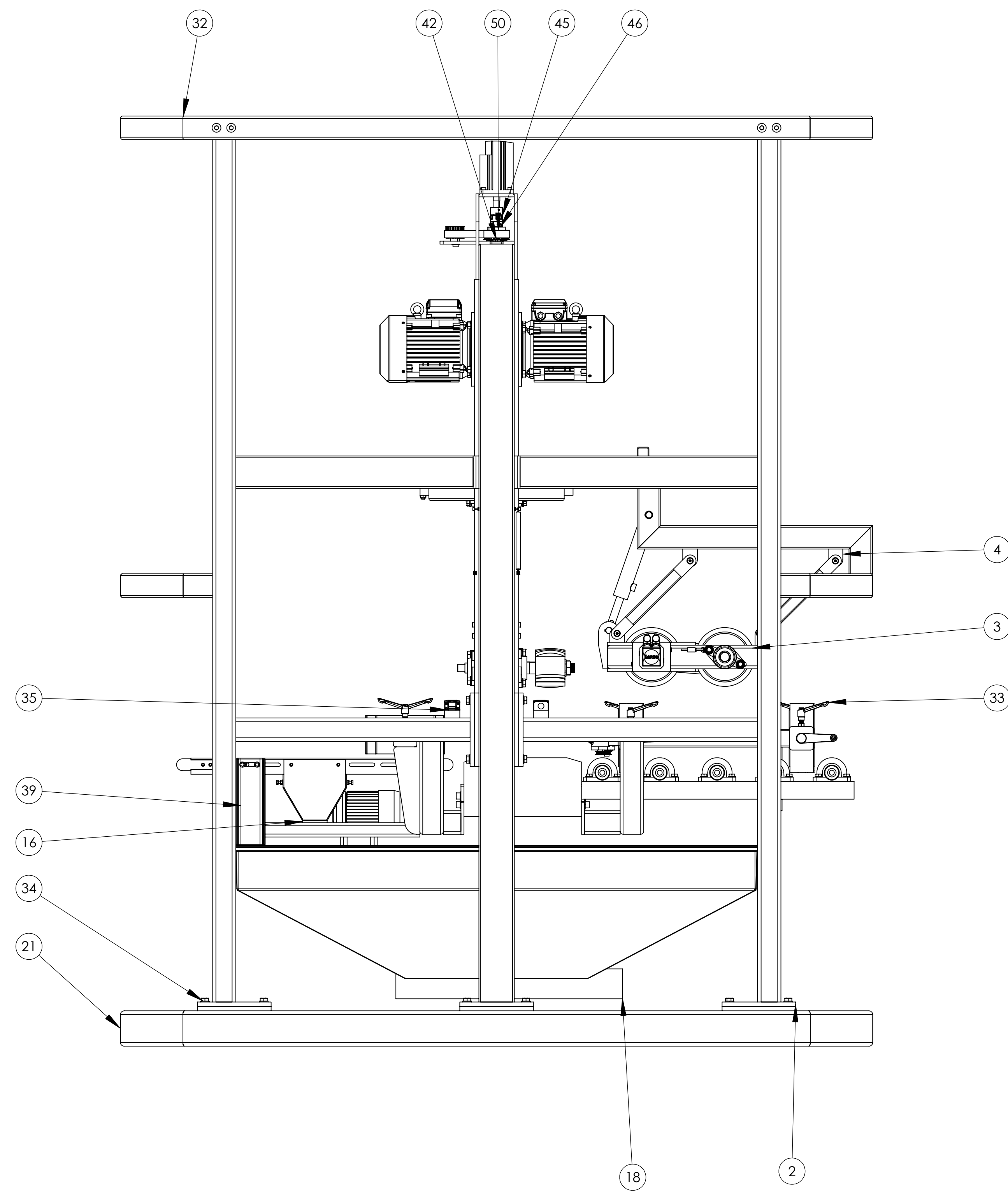
LIITE 1	Pulssianturi
LIITE 2	Matka-askel-kaavio
LIITE 3	Hirrenveistokone
LIITE 4	Hirrenveistokone, ilman suojapeltejä
LIITE 5	Luukku
LIITE 6	Teräpään rungon kokoonpano
LIITE 7	Teräpään 2 räjäytyskuva
LIITE 8	Syöttölaite
LIITE 9	Kuljettimen runko
LIITE 10	Ohjain
LIITE 11	Ohjuri
LIITE 12	Ohjaimen kokoonpano
LIITE 13	Mittari



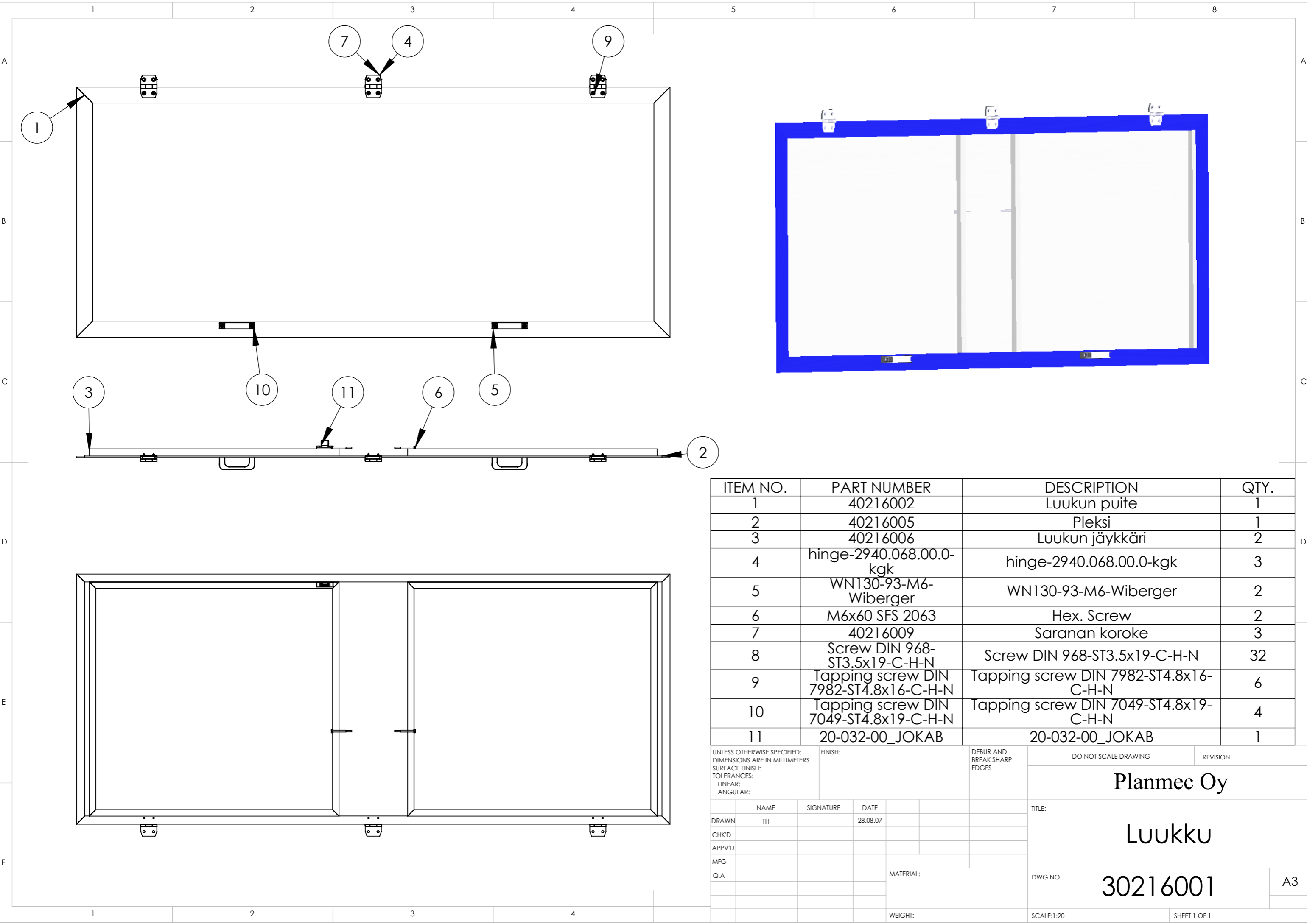
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	Default/ QTY.
1	Runko		1
2	Runko 2		2
3	Syöttölaite		1
4	Runko syöttölaite		1
5	cylinder-25ca-40_25-150_85-ca-verken		1
6	Tappi D20x43		1
7	Circlip DIN 471 - 10 x 1		9
8	Akseli D20x248,6		1
9	Rullakuljetin300		1
10	Runko rullakuljetin		1
11	C.palkki 80x5		2
12	Ohjaimen kok.pano2		1
13	Teräspään runko kok.pano		1
14	PL 400x130x35 Conveyor-Belt-EC3-40-M1-300x900-2M8_U0-U0_GY-MR540-FL-0_37-48-A2BL-Flex-Ind		1
15	Kuljettimen runko		1
16	Lastusupplio 1		2
17	Imuputki D101,6		1
18	L 20x20x3x826		4
19	Latta 20x2x630		2
20	Runko alapää		1
21	20201010	Päätysuoja1	2
22	20201011	Päätysuoja2	2
23	40201012	Sivusuoja 1	2
24	40201013	Sivusuoja 2	2
25	3021 6001	Luukku	2
26	40201014	Yläsuoja	2
27	M8x25 DIN 912	Hex. Socket Screw	47
28	M6 ISO 4035	Hex. Nut	12
29	Gas-Spring-16-12-9109-Lesjofors		2
30	M12 DIN 125	Washer	48
31	Runko yläpää		1
32	Ohjaimen kok.pano		1
33	M16x35 DIN 933	Hex. Screw	40
34	20-022-		2
35	01_JSNY58_IQKAB		2
36	M12x20 DIN 7984	Hex. Socket Screw	5
37	M20 DIN 985	Hex. Lock Nut	4
38	M14 SFS 2041	Washer	4
39	C.palkki 100x10x290		2
40	Servomoottori SET-ISO-ETK		1
41	FF12-Rollco		2
42	FK12-Rollco		2
43	Bolt-Screw-FSC-F160SC7-1250-D0-D0-Rollco		2
44	Hammashihnan_kiristy srulla_kiinnityslevy		1
45	3D_EK2_020		1
46	Hammashihnapyörä 27x25_AT10_ohjaava		2
47	Key ISO 2491 5x3-36-A		2
48	M5x12 DIN 913	Set Screw	2
49	Hammashihnan_TA10 kiristysrulla		1
50	Hammashihna_AT10x 2500		1
51	Hirsi 180x220x4600		1

UNKESKÖNEN SUKUPUOLINEN SUKUPUOLINEN NIMI SUKUPUOLINEN NIMI SUKUPUOLINEN NIMI	NIMI NIMI NIMI NIMI	SUKUPUOLINEN SUKUPUOLINEN SUKUPUOLINEN SUKUPUOLINEN SUKUPUOLINEN SUKUPUOLINEN SUKUPUOLINEN SUKUPUOLINEN	DO NOT SCALE (DRAWING) REVISION
NAME NAME NAME NAME	SIGNATURE SIGNATURE SIGNATURE SIGNATURE	DATE DATE DATE DATE	TITLE TITLE TITLE TITLE
DRAWN CHECKED APPROVED DATE	NAME NAME NAME NAME	DATE DATE DATE DATE	SCALE SCALE SCALE SCALE

Planmec Oy
 Hirrenveistokone
 00201001
 A0
 SHEET 01 OF 1



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	Risuttu/QTY.
1	20202001	Runko	1
2	20203001	Runko 2	2
3	20213001	Syöttölaite	1
4	20212001	Runko syöttölaite	1
5	cylinder-25ca-40_25-150_85-ca-verken		1
6	40212008	Tappi D20x63	1
7	Circlip DIN 471 - 10 x 1		9
8	40212009	Akseli D20x248,6	1
9	20207001	Rullakujetin300	1
10	30207005	Runko rullakujetin	1
11	40207008	C palkki 80x5	2
12	30209001	Ohjaimen kok.pano2	1
13	20204001	Teräpään runko kok.pano	1
14	40201003	PI 400x130x35	1
15	40201003	Conveyor-Belt-ECS-40-M1-300x900-2M8_U0-U0_CY-MRS40-FL-0_37-48-A2BL-Flex-Ind	1
16	30210001	Kujettimen runko	1
17	30201004	Lastusupplio 1	2
18	30201005	Lastusupplio Imuputki D101,6	1
19	40201006	L 20x20x3x826	4
20	40201007	Lafta 20x2x630	2
21	20214001	Runko alapää	1
22	20201010	Päätysuojat	2
23	20201011	Päätysuojat2	2
24	40201012	Sivusuojat 1	2
25	40201013	Sivusuojat 2	2
26	30216001	Luukku	2
27	40201014	Yläsuojat	2
28	M8x25 DIN 912	Hex. Socket Screw	47
29	M6 ISO 4035	Hex. Nut	12
30	Gas-Spring-16-12-9109-Lesjofors		2
31	M12 DIN 125	Washer	48
32	20215001	Runko yläpää	1
33	20208001	Ohjaimen kok.pano	1
34	M16x35 DIN 933 20-022	Hex. Screw	40
35	01_35NYSB_1OKA8		2
36	M12x20 DIN 7984	Hex. Socket Screw	5
37	M20 DIN 985	Hex. Lock Nut	4
38	M14 SFS 2041	Washer	4
39	40201008	C palkki 100x10x290	2
40	Servomoottori SEI B&K		1
41	FF12-Rolco		2
42	FK12-Rolco		2
43	Boll-Screws-FSC-R1 60SC7-1250-D0-D0-Rolco		2
44	30201009	Hammashihnan_kiristysrulla_kiinnityslevy	1
45	3D_EK2_020		1
46	Hammashihnapyörä_27x25_AT10_ohjaava		2
47	Key ISO 2491 5x3-36-A		2
48	M5x12 DIN 913	Set Screw	2
49	Hammashihnan_TA10 kiristysrulla		1
50	Hammashihna_ATT0x2500		1
51	Hirsi 180x220x4600		1



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	40216002	Luukun puite	1
2	40216005	Pleksi	1
3	40216006	Luukun jäykkäri	2
4	hinge-2940.068.00.0-kgk	hinge-2940.068.00.0-kgk	3
5	WN130-93-M6-Wiberger	WN130-93-M6-Wiberger	2
6	M6x60 SFS 2063	Hex. Screw	2
7	40216009	Saranan koroke	3
8	Screw DIN 968-ST3.5x19-C-H-N	Screw DIN 968-ST3.5x19-C-H-N	32
9	Tapping screw DIN 7982-ST4.8x16-C-H-N	Tapping screw DIN 7982-ST4.8x16-C-H-N	6
10	Tapping screw DIN 7049-ST4.8x19-C-H-N	Tapping screw DIN 7049-ST4.8x19-C-H-N	4
11	20-032-00_JOKAB	20-032-00_JOKAB	1

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND BREAK SHARP EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

Planmec Oy

Luukku

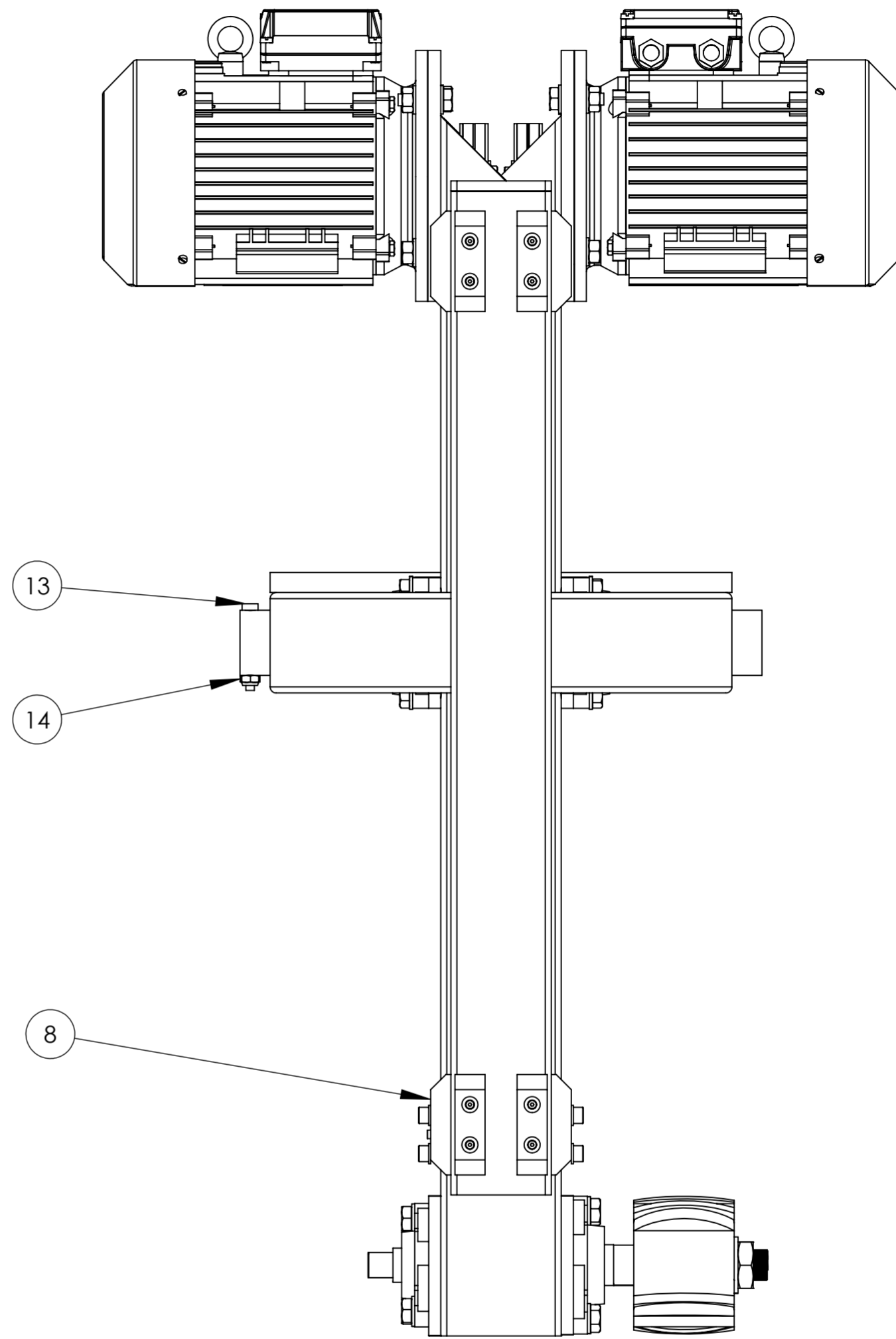
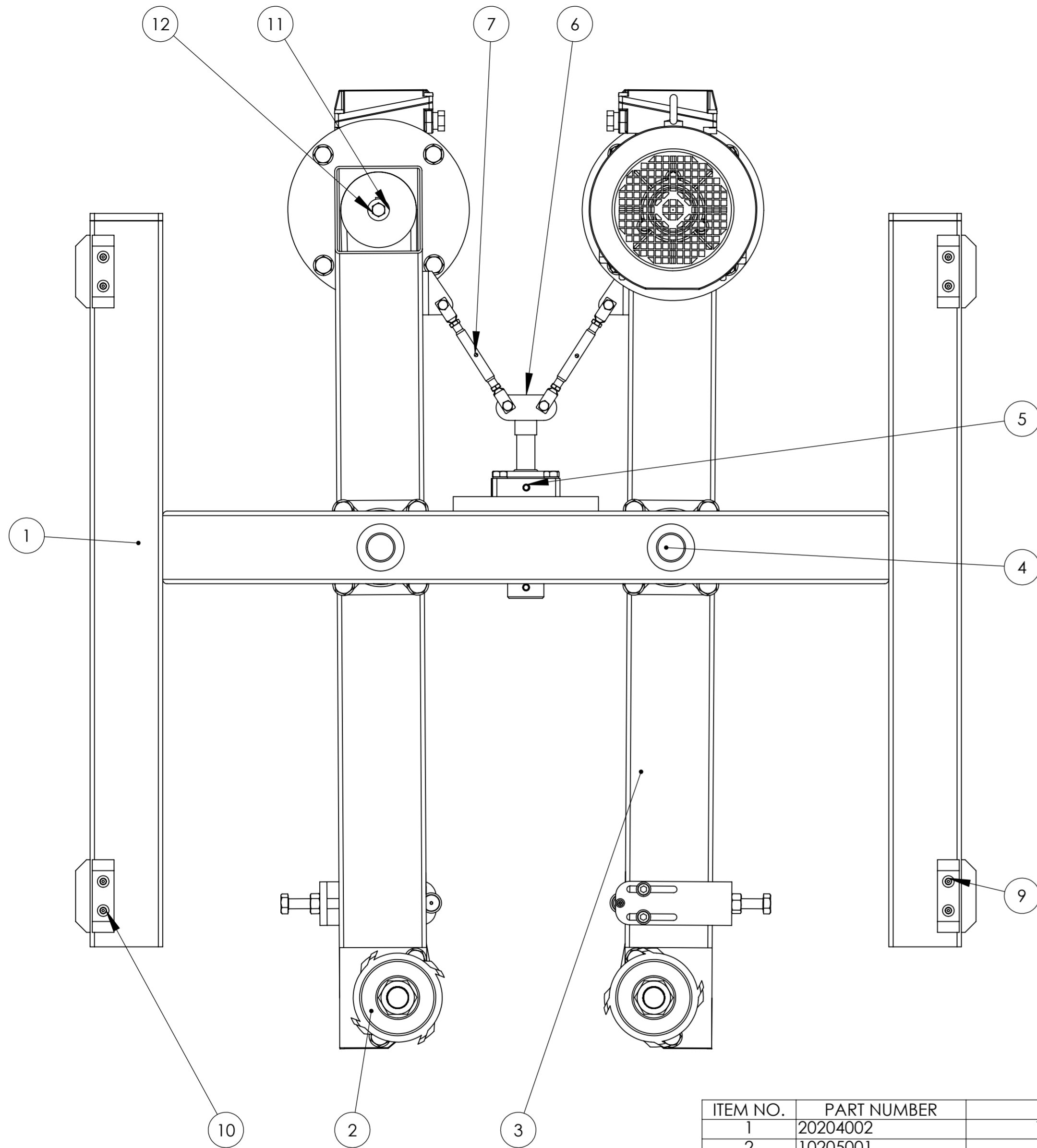
DRAWN: TH SIGNATURE: DATE: 28.08.07

CHK'D: APPV'D: MFG: Q.A:

TITLE:

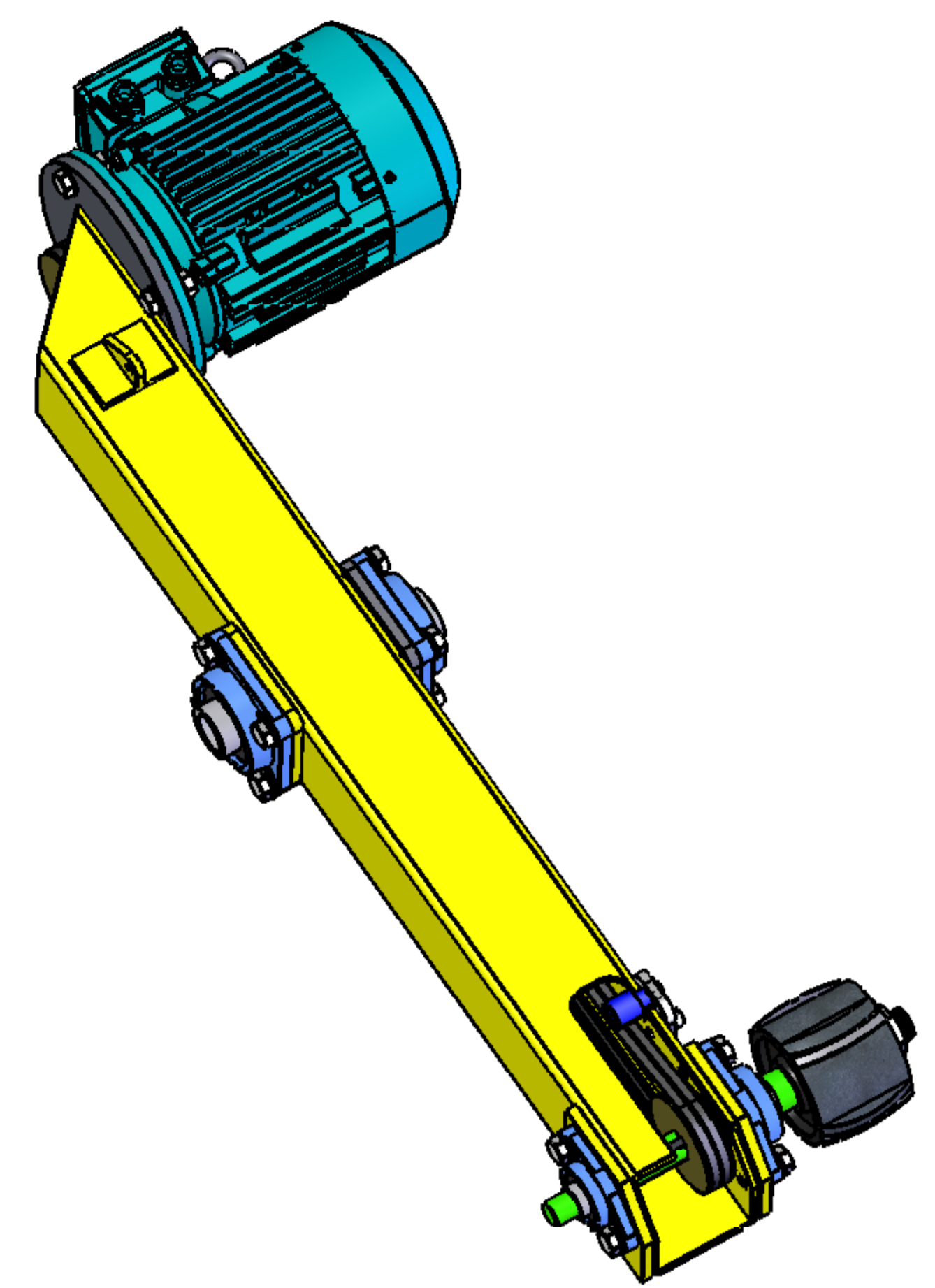
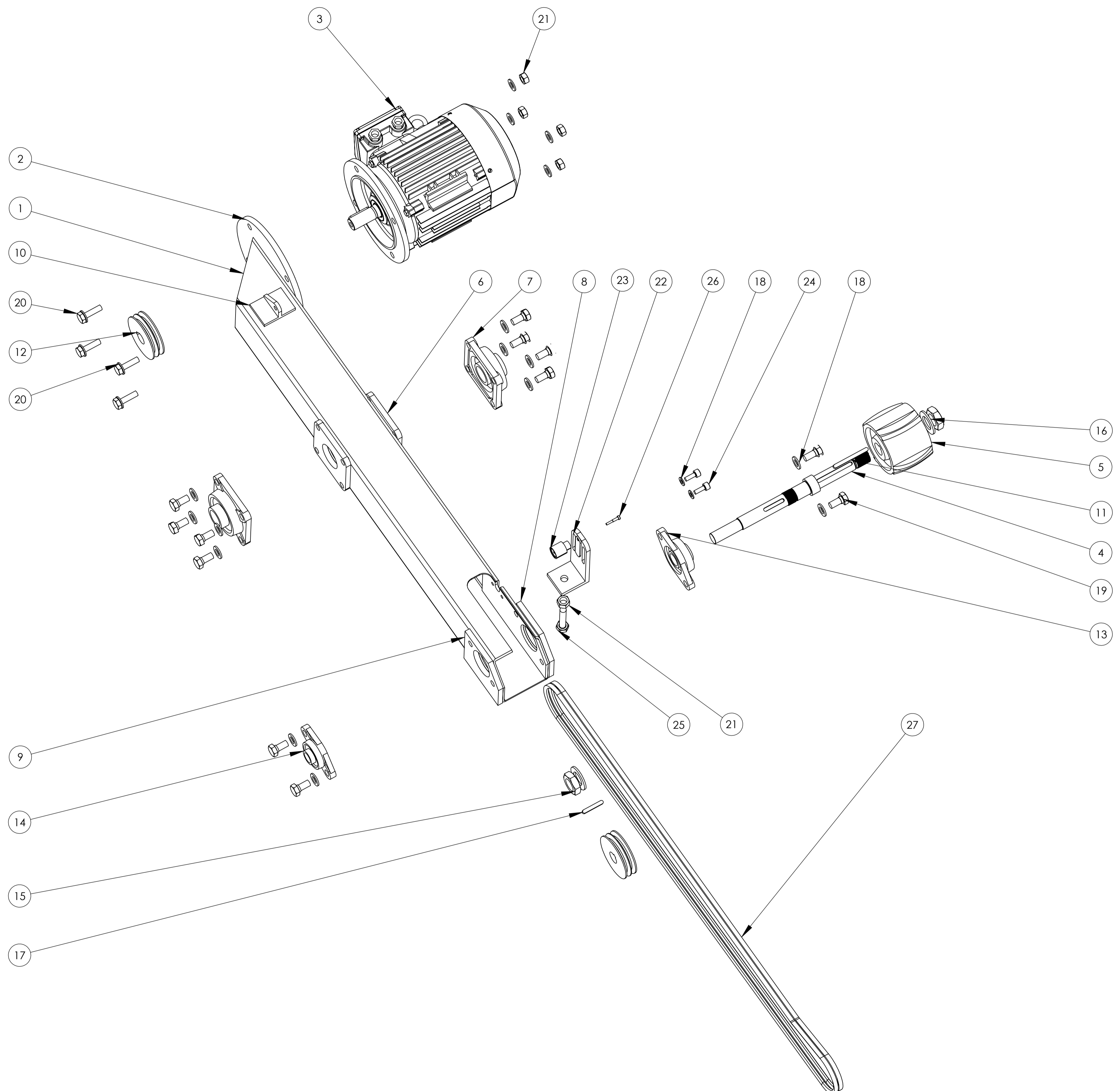
DWG NO. **30216001** A3

WEIGHT: SCALE:1:20 SHEET 1 OF 1



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	Piirustus/QTY.
1	20204002	Teräpään runko	1
2	10205001	Teräpää	1
3	10206001	Teräpää 2	1
4	40204010	akseli40	2
5	Sylinteri-levitys MVP-25		1
6	40204012	vantinkiinnitys	1
7	Bottle-Screw-RFR-04-851403S-Certex		2
8	40204011	Liukupala100x30x20	16
9	M5 DIN 433	Washer	32
10	M5x25 DIN 7984	Hex. Socket Screw	32
11	M10 DIN 9021		2
12	M10x20 DIN 933	Hex. Screw	2
13	M10x80 DIN 6912	Hex. Socket Screw	2
14	M10 DIN 985	Hex. Lock Nut	2

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:									
DRAWN: TH		SIGNATURE		DATE 20.08.07				TITLE: Planmec Oy	
CHK'D								Teräp.runko kok.pano	
APP'VD								DWG NO. 20204001	
MFG								A2	
G.A.						MATERIAL:		SCALE:1:10	
						WEIGHT:		SHEET 1 OF 1	



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	20206003	Teräpään 2 hitsaus	1
2	40205004	Moottorin kiinnitysleikka	1
3	ISSKg_112_M-2-Bevi		1
4	30206002	Teräakseli2	1
5	Terä		1
6	40205007	Laippalaakeriyksikkö_UCF-200-40_tukilevy	2
7	UCF 208 Asahi	Bearing	2
8	40205006	LAIPPALAAKERIYKSIKKÖ_UCFL-200-30_tukilevy	1
9	40205006	LAIPPALAAKERIYKSIKKÖ_UCFL-200-25_tukilevy	1
10	40205005	vanftikiinnitys2	1
11	Terä-kiila		1
12	Hihnapyörä100x2		2
13	UCFL 206 Asahi	Bearing	1
14	UCFL 205 Asahi	Bearing	1
15	M30 DIN 439 B	Hex. nut	2
16	M30 DIN 126	Washer	2
17	Hihnapyörä-kiila		1
18	M10 DIN 125	Washer	18
19	M16x30 SFS 2064	Hex. Screw	12
20	Kuusioruuvi_DIN_601+alusiasta.SLDPRT		4
21	M16 DIN 934	Hex. nut	5
22	30205010	Kiilahiinankestimenrunko	1
23	Hammashihnan_kiristysrulla		1
24	M10x25 DIN 912	Hex. Socket Screw	2
25	M16x70 DIN 933	Hex. Screw	1
26	M5x30 DIN 6912	Hex. Socket Screw	1
27	KiilahiinaSPZ		2
28	40205008	Tukilappu	1

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:
 DO NOT SCALE DRAWING
 DEBUR AND BREAK SHARP EDGES
 REVISION

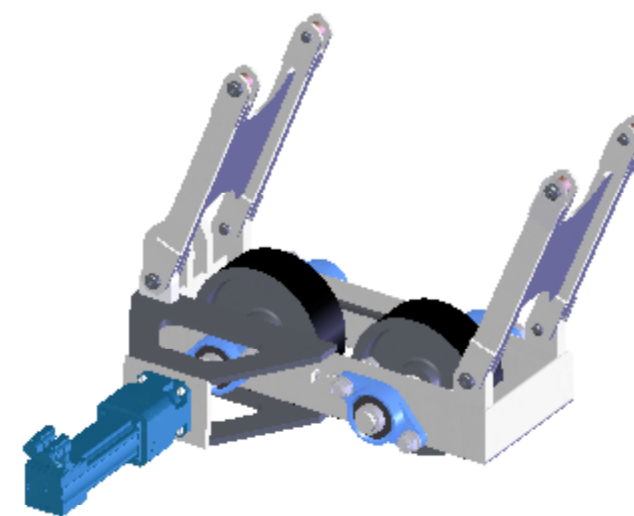
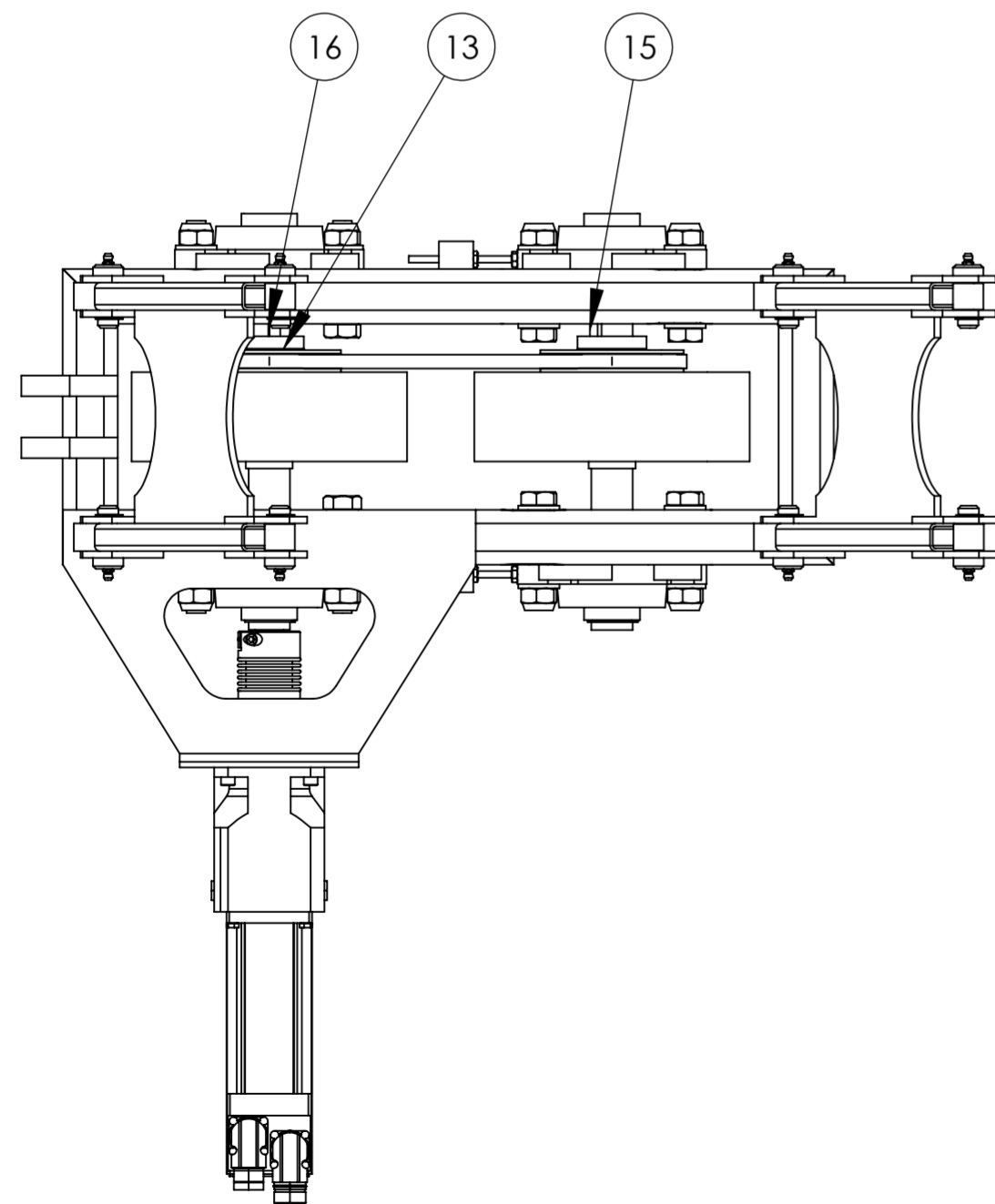
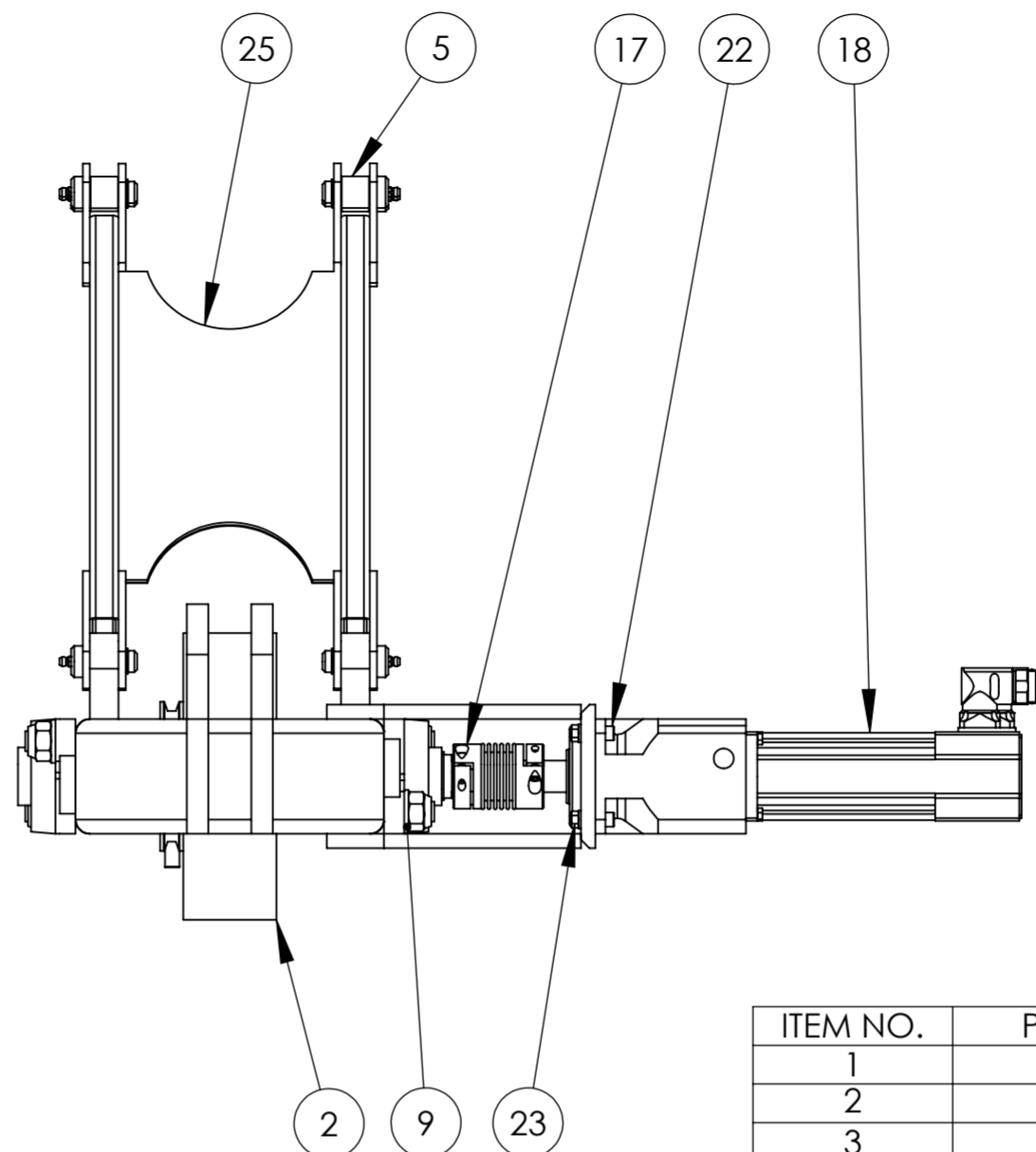
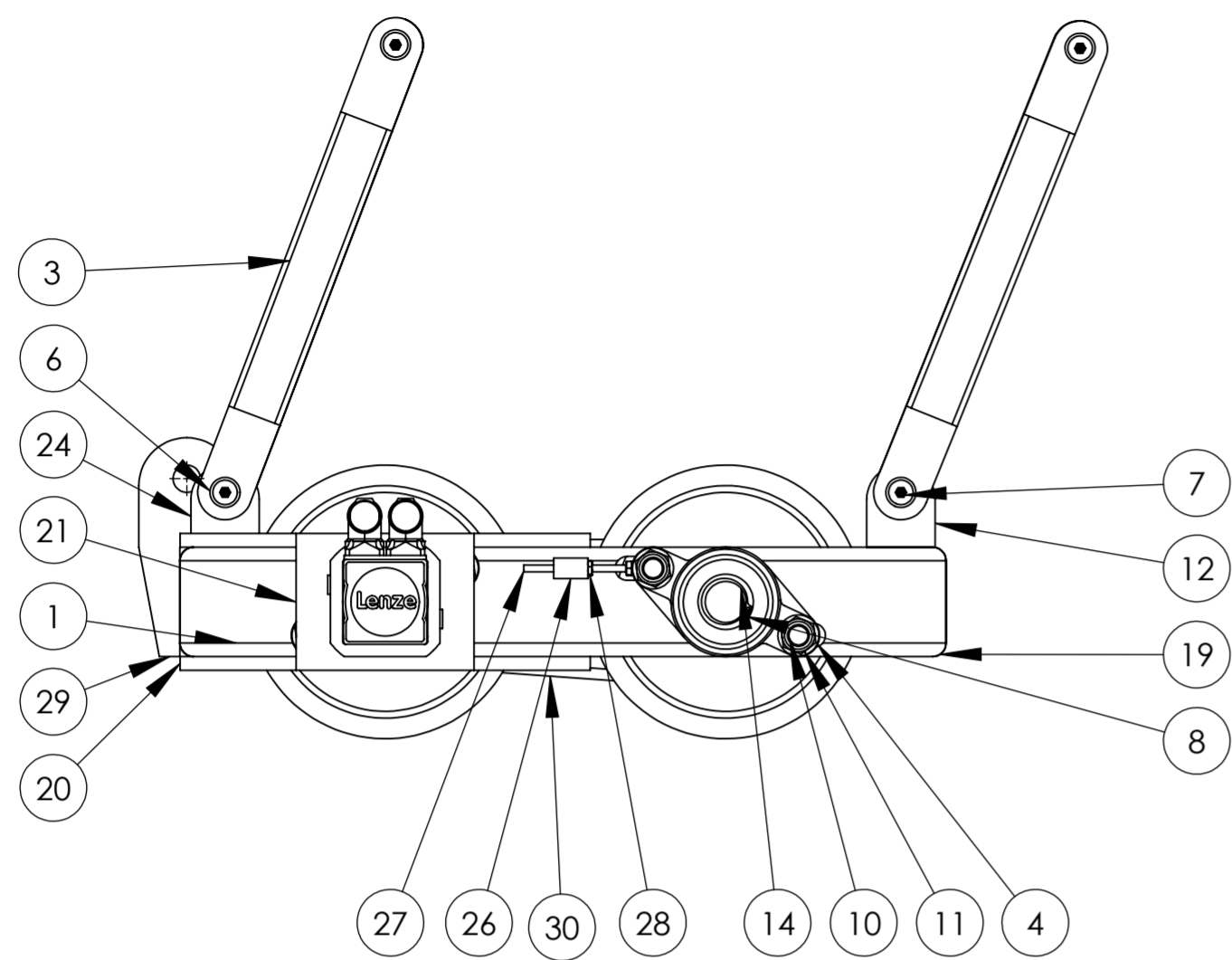
Planmec Oy

Teräpää 2 räjäytys

DWG NO. 10206001 A1

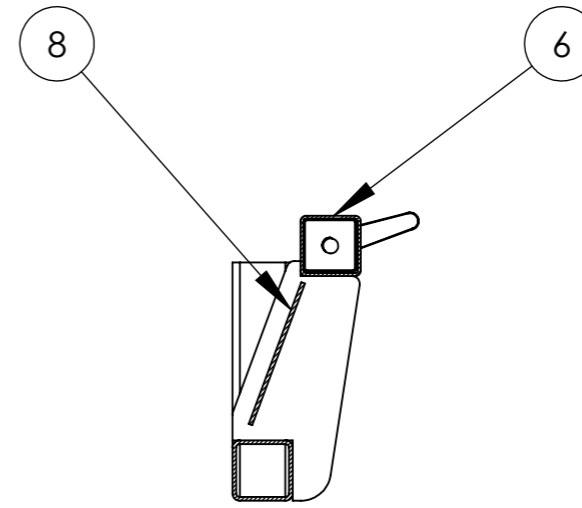
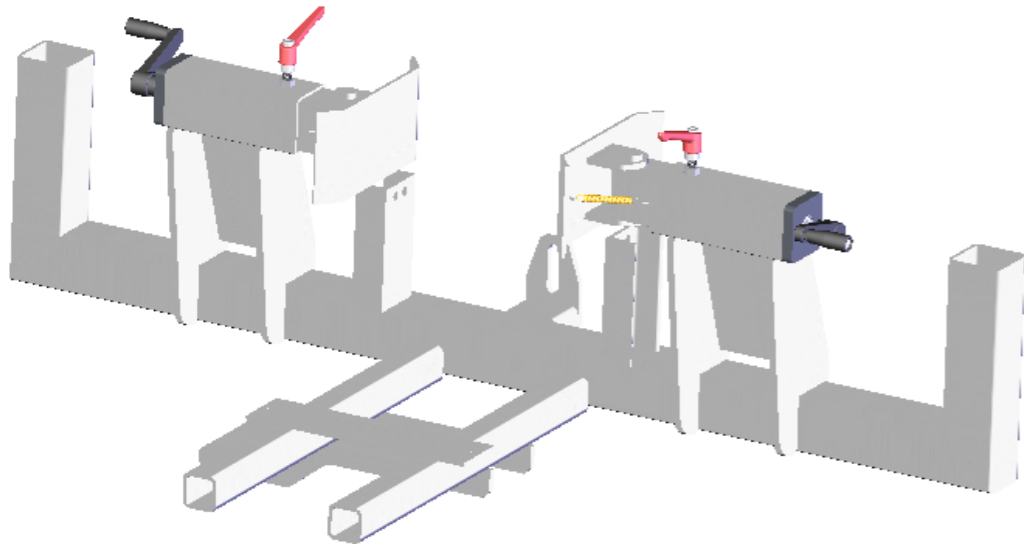
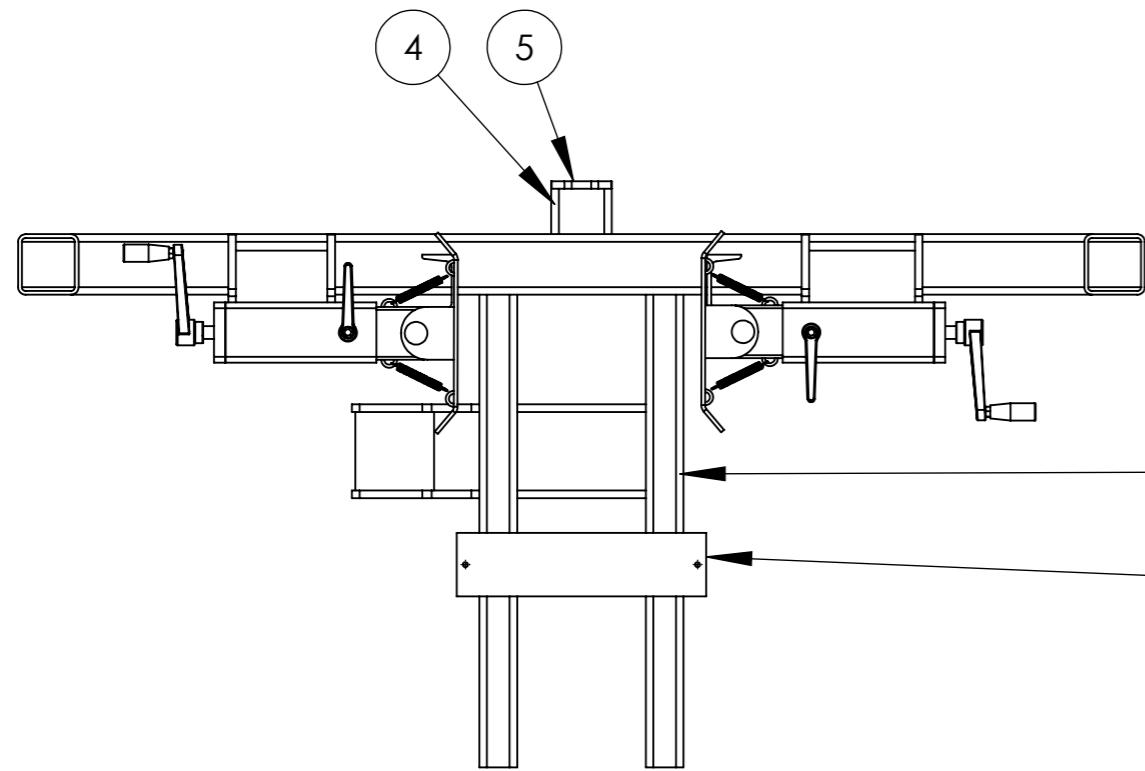
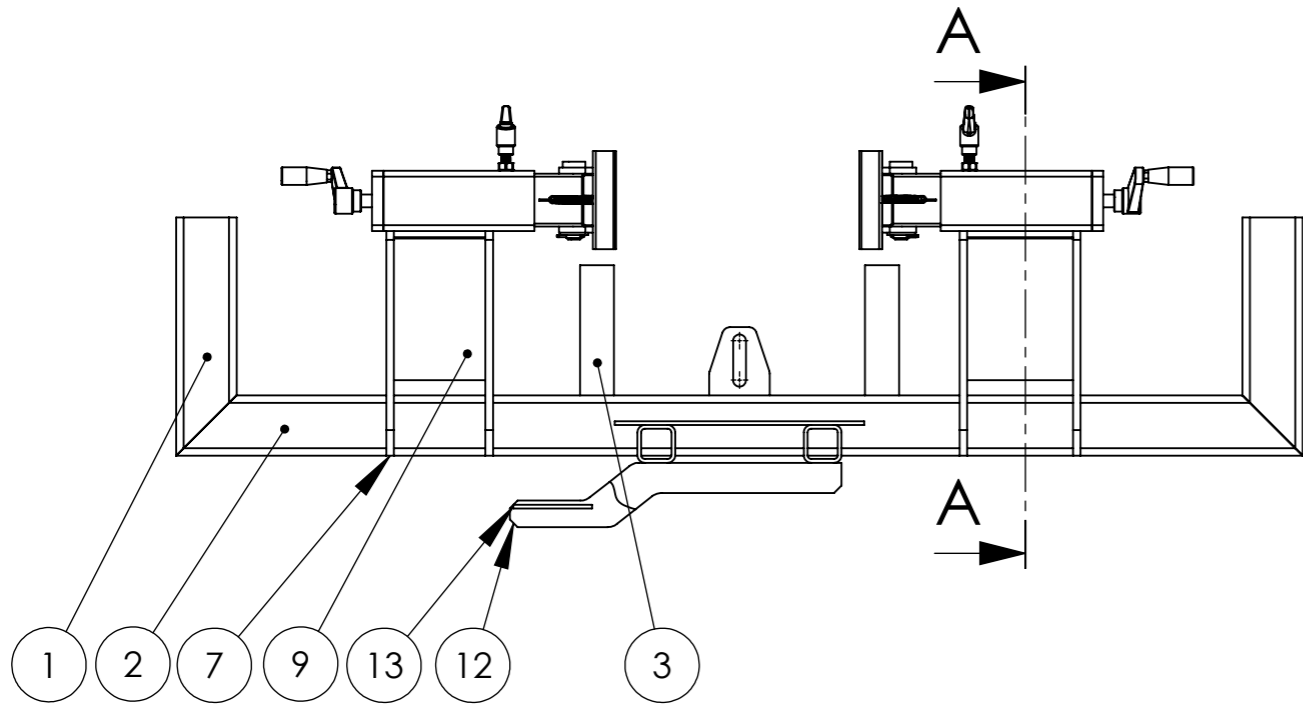
SCALE:1:1 SHEET 1 OF 1

NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN: TH		21.08.07
CHK'D:		
APP'VD:		
MFG:		
Q.A:		



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	40213002	PP 80x40x2	2
2	30213003	Syöttörulla	2
3	30213004	Tanko 40x20	4
4	UCFL 206 Asahi	Bearing	4
5	Laakeriholkki JM1 15x22x20		8
6	40213007	Tappi D15	8
7	lubrication-nipple- 1036-indoma		8
8	Circlip DIN 471 - 30 x 1.5		10
9	M6 SFS 2041	Washer	16
10	M16x75 SFS 2063	Hex. Screw	8
11	M16 DIN 985	Hex. Lock Nut	8
12	40212004	PL 50x50x20	3
13	40213008	Hihnapyörä 100x1	2
14	40213009	Akseli D30x 302,6	1
15	Kiila 8x7x110		2
16	40213010	Akseli D30 servo	1
17	coupling-akn-18-22- 22-eie		1
18	Vaihdesevomoottori Lenzo Gpa 01		1
19	40213011	PP 80x40x5x245	2
20	30213012	PI s=10	2
21	40213013	PL S=10 servon kiinnitys	1
22	M6x25 DIN 912	Hex. Socket Screw	4
23	M6 ISO 4032	Hex. Nut	4
24	40213014	PL 50x50x20b	1
25	30213015	PL 5 jöykkäri	2
26	40213016	Kiristin	2
27	M6x75 DIN 933	Hex. Screw	2
28	M6 ISO 4035	Hex. Nut	2
29	40213017	PL 70x160xD20 sylinterin korvakko	2
30	Kiilahihna SPZ 800		1

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
DRAWN: CHK'D: APPV'D: MFG: Q.A.		NAME: TH	SIGNATURE:	DATE: 27.08.07	TITLE: Planmec Oy Syöttölaite
MATERIAL:		DWG NO.:		20213001	
WEIGHT:		SCALE:1:10		SHEET 1 OF 1	
				A2	



SECTION A-A

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	40207007	PP 80x80x5x235x45	2
2	40207006	PP 80x80x5x1330x45x45	1
3	40210002	C palkki 80x50x172	2
4	40210003	PP 80x80x5x60	1
5	40207010	PL 80x160x10	1
6	30211001	Ohjuri	2
7	30210004	PL ohjurin kiinnike	4
8	40210005	PL 300x141x5	1
9	40210006	PL 300x121x5	1
10	40210007	PP 50x50x5x525	2
11	40210008	PL 330x84x5	1
12	40210009	Kannake	2
13	40210010	PL 104x104x5	1

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

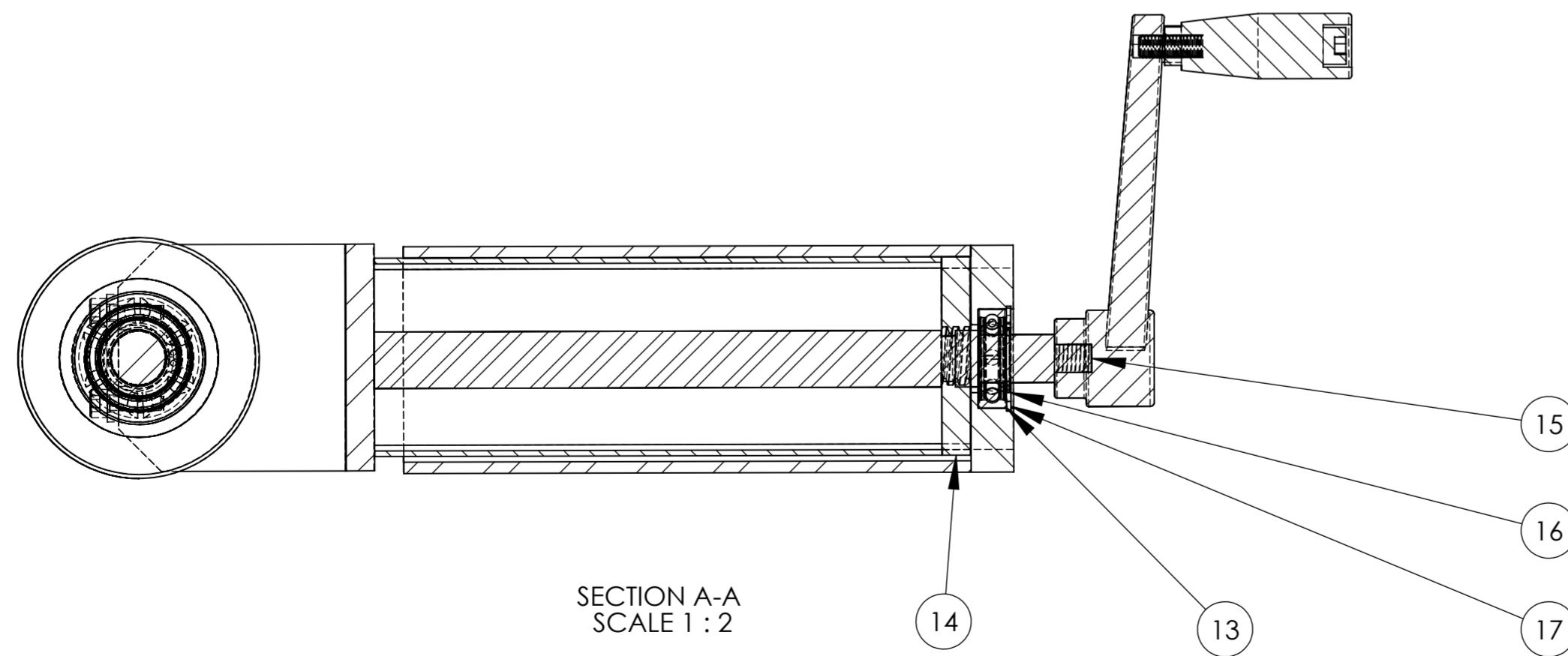
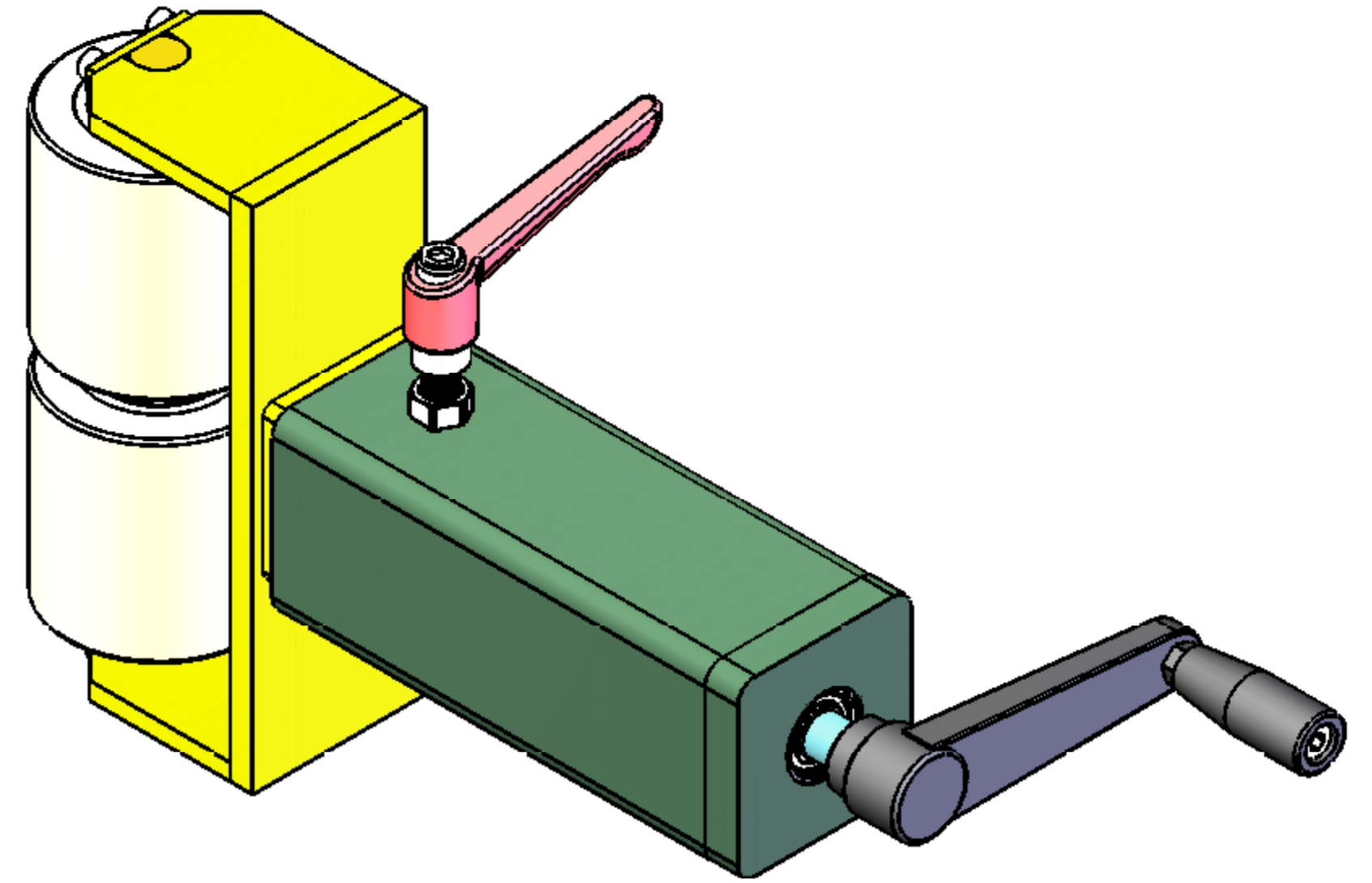
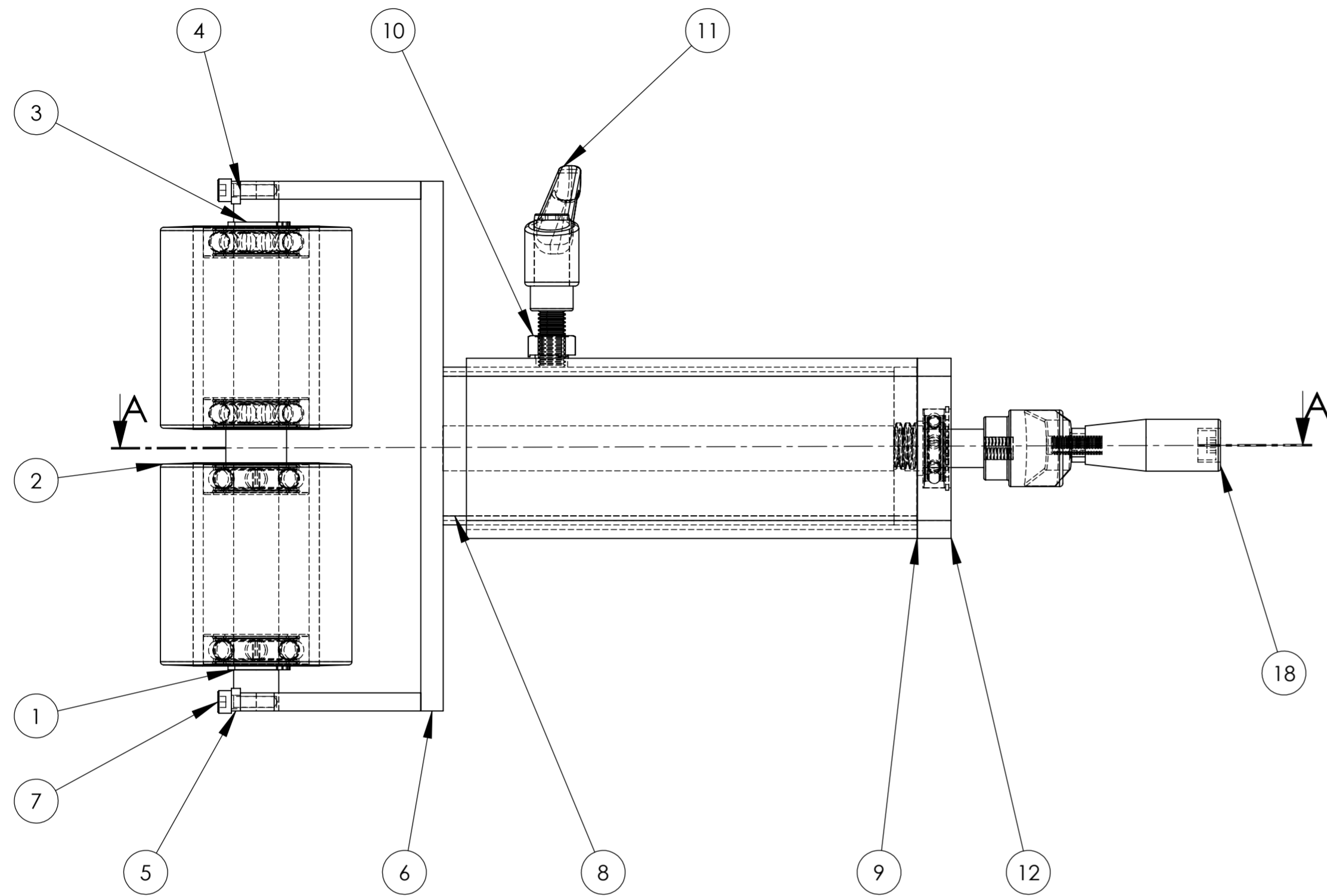
DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

Planmec Oy

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	TH		24.08.07		
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A				MATERIAL:	
				WEIGHT:	

TITLE:		Kuljettimen runko	
DWG NO.			
30210001		A3	
SCALE:1:10		SHEET 1 OF 1	



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Akseli tukirulla		1
2	Wheel-105068-Moving		2
3	Circlip DIN 471 - 20 x 1.75		2
4	PL 80x80x10		2
5	PL 45x10x4		2
6	PL 235x80x10		1
7	M6x20 DIN 912	Hex. Socket Screw	4
8	PP 70x70x2		1
9	PP 80x80x4		1
10	M12 DIN 929		1
11	GN300-92-M12x25-Wiberger		1
12	PL 80x80x12		1
13	Bearing-6003-ZZ-Internordic		1
14	PL 70x70x10 M20		1
15	Trapetsikierretanko D20		1
16	Circlip DIN 471 - 17 x 1		1
17	Circlip DIN 472 - 35 x 1.5		1
18	WN570-E-110xM10-Wiberger		1

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: FINISH: DEBUR AND BREAK SHARP EDGES

DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:

DO NOT SCALE DRAWING REVISION

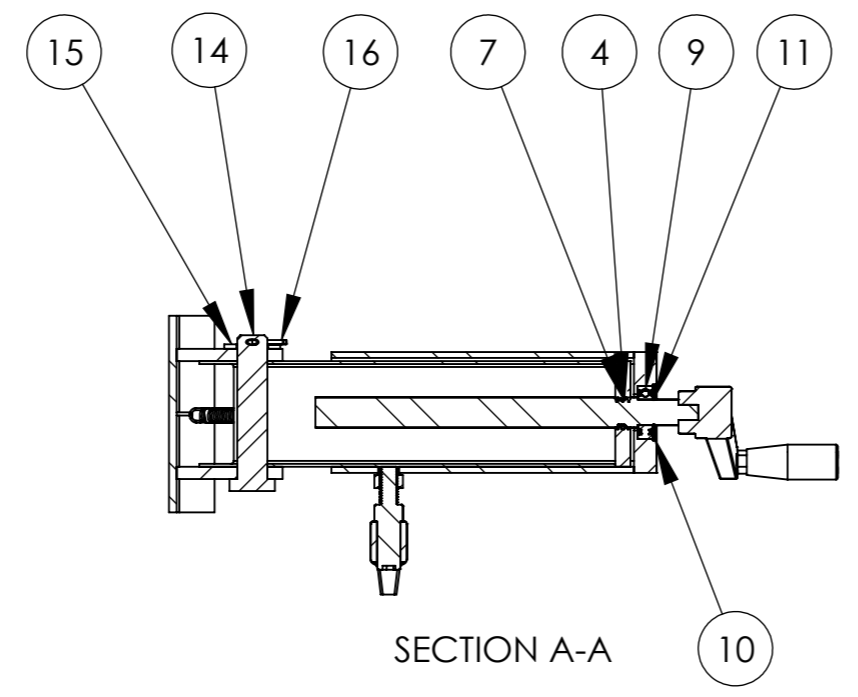
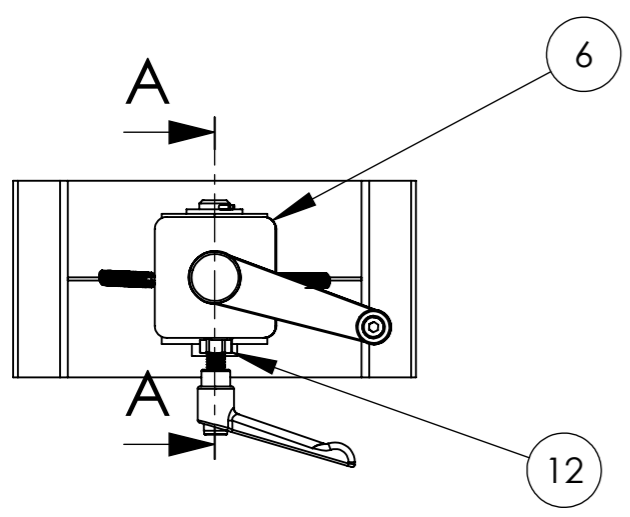
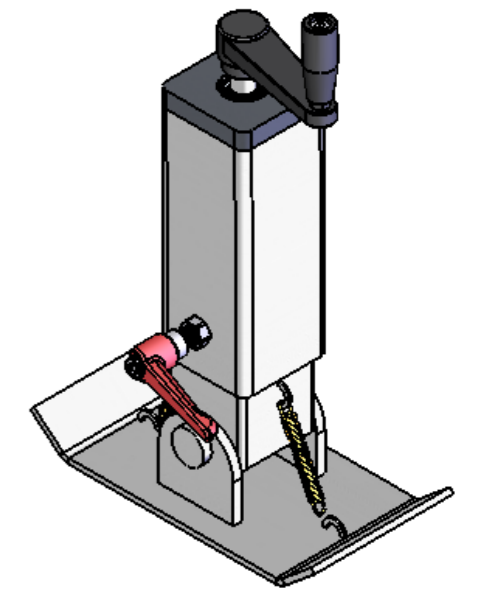
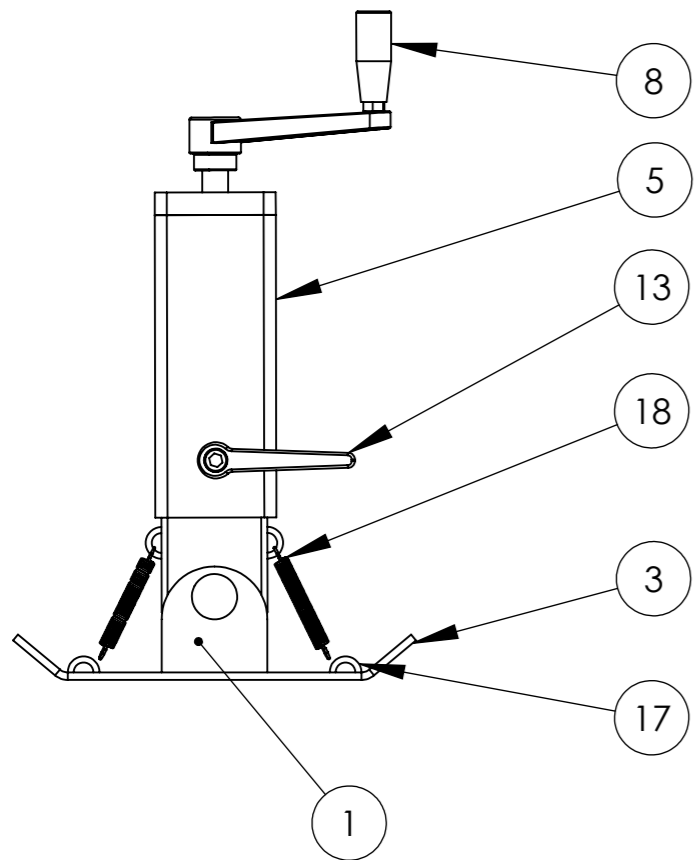
Planmec Oy

Ohjain

DWG NO. 20208009 A2

SCALE:1:5 SHEET 1 OF 1

NAME	SIGNATURE	DATE
TH		23.08.07
CHK'D		
APP'VD		
MFG		
Q.A		
MATERIAL:		
WEIGHT:		



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	40211002	PL 70x70x8 D20	2
2	40211003	PP 70x70x2 suksi	1
3	40211004	Suksi	1
4	40208017	PL 70x70x10 M20	1
5	40208015	PP 80x80x4	1
6	40208017	PL 80x80x12	1
7	40208018	Trapetsikierretanko D20	1
8	WN570-E-110xM10-Wiberger		1
9	Bearing-6003-ZZ-Internordic		1
10	Circlip DIN 472 - 35 x 1.5		1
11	Circlip DIN 471 - 17 x 1		1
12	M12 DIN 929		1
13	GN300-92-M12x25-Wiberger		1
14	40211005	Tappi D20x86	1
15	M20 DIN 125	Washer	1
16	ISO 1234-3.2x32-C		1
17	40208007	Jousen kiinnike	4
18	Extension-Spring-SF-DF-3429-SS1774-04-Lesjofors		2

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND BREAK SHARP EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

Planmec Oy

Ohjuri

TITLE:

DWG NO. **30211001**

A3

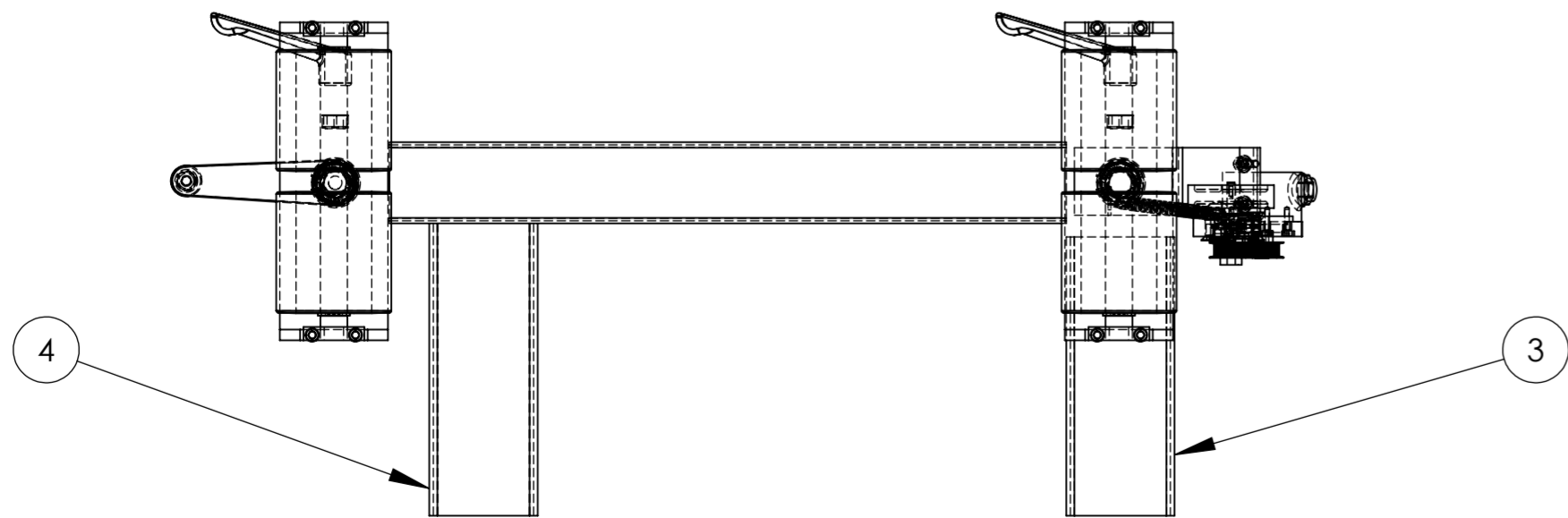
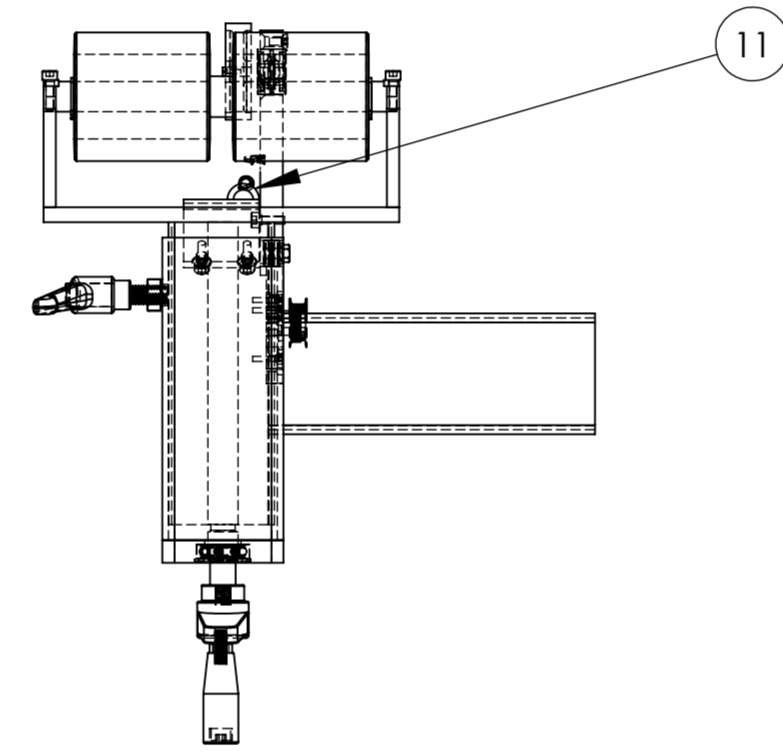
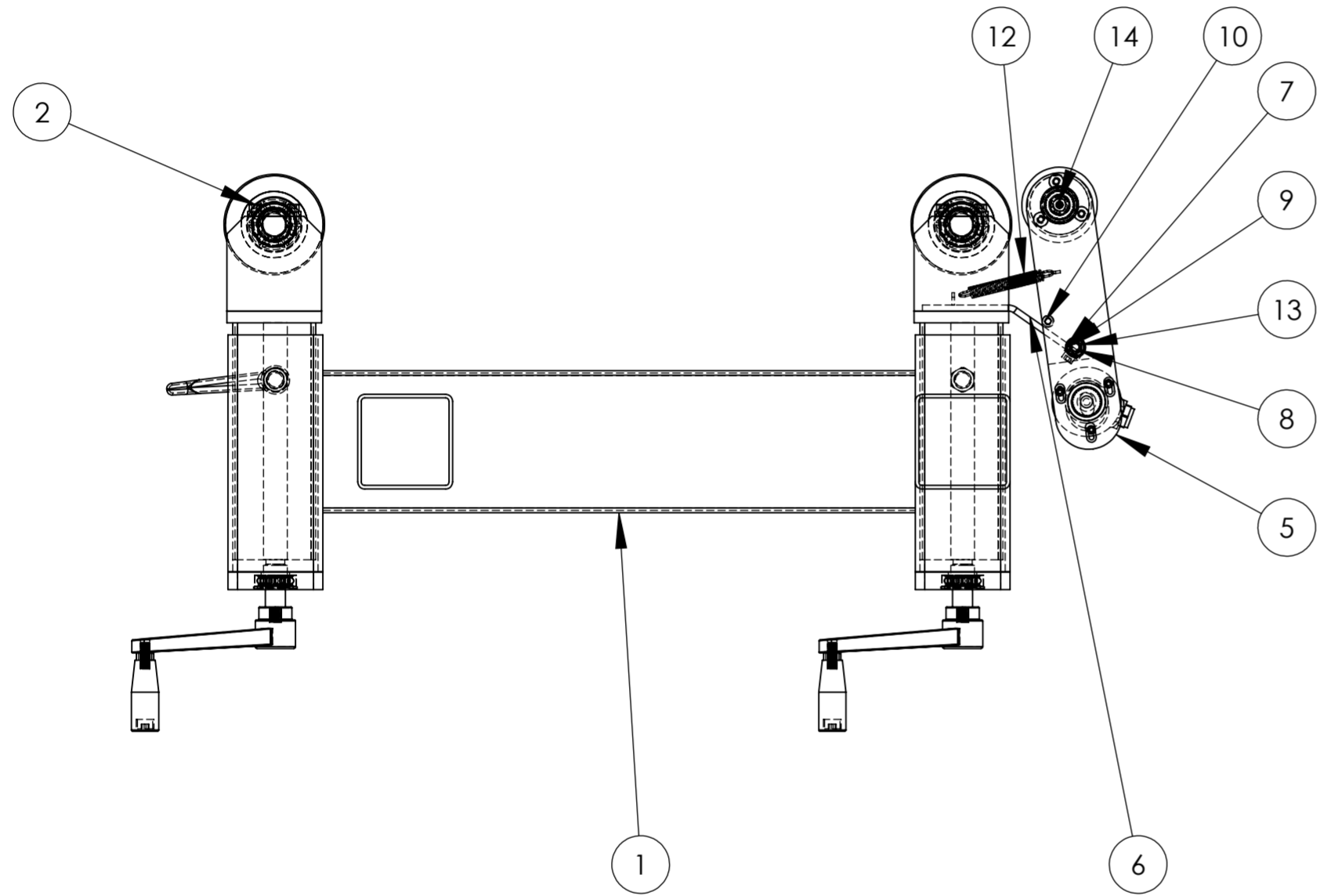
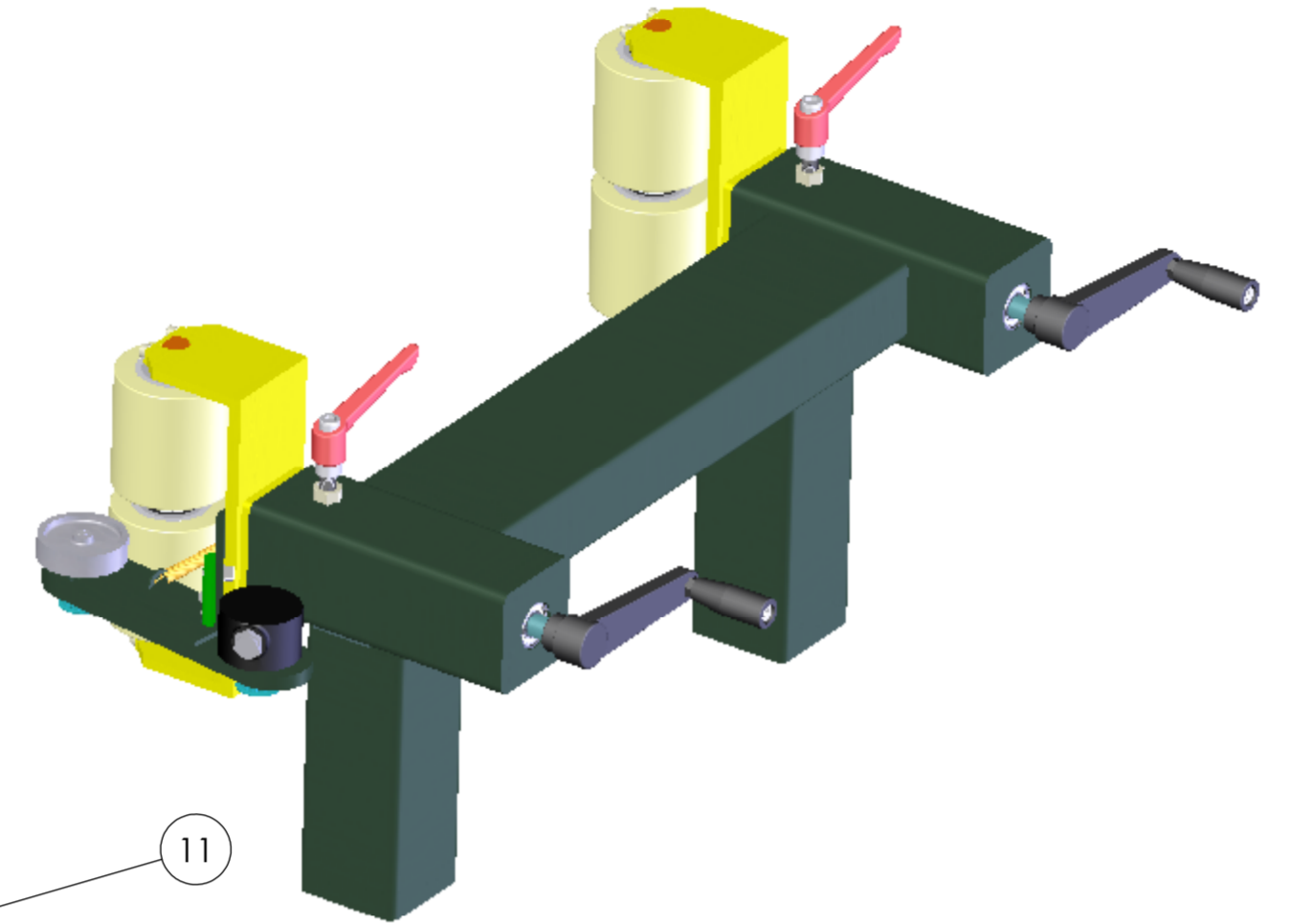
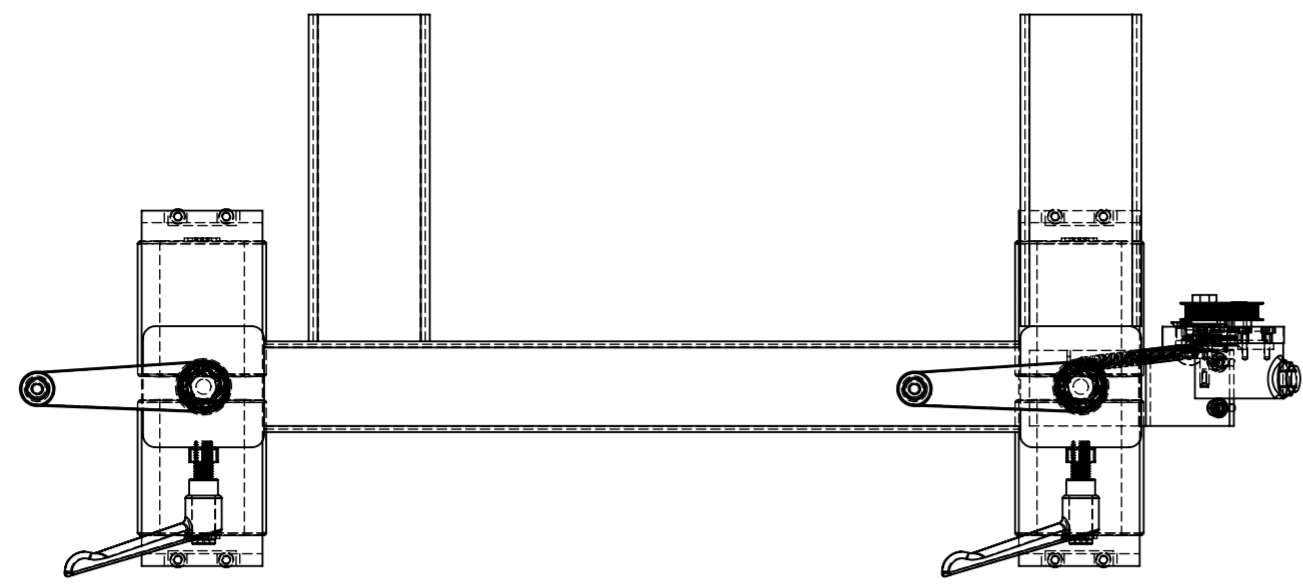
SCALE:1:5

SHEET 1 OF 1

NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN TH		24.08.07
CHK'D		
APPV'D		
MFG		
Q.A		

MATERIAL:

WEIGHT:



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	40208002	PP 120x60x2	1
2	20208009	Ohjain	2
3	40208003	PP 80x80x3x216	1
4	40208004	PP 80x80x3x226	1
5	30208019	Mittari	1
6	40208005	PL 75x100x5	1
7	DIN 625 - 619_7 - 10,SI,NC,10_68		2
8	40208006	Akseli D7	1
9	M6 DIN 126	Washer	3
10	M6x16 DIN 912	Hex. Socket Screw	3
11	40208007	Jousen kiinnike	2
12	Extension-Spring-SF-DF-3429-SS1774-04-Lesjofors		1
13	M6 DIN 934	Hex. nut	1
14	3x10 DIN 84		1
15	Hammashihna T2,5 420		1

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND BREAK SHARP EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

Planmec Oy

TITLE:
Ohjaimen kok.pano

DRAWN: TH
 CHK'D:
 APP'VD:
 MFG:
 Q.A.

NAME: TH
 SIGNATURE:
 DATE: 23.08.07

MATERIAL:

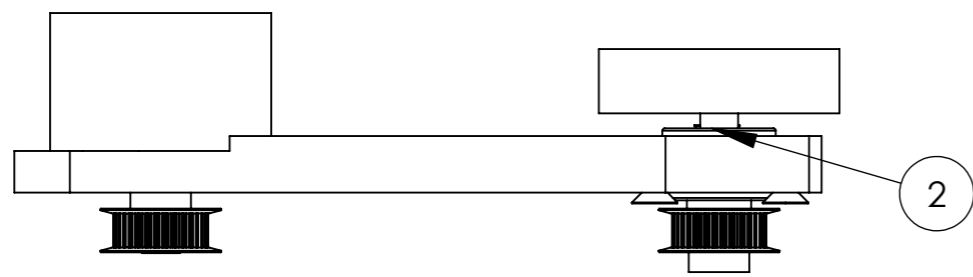
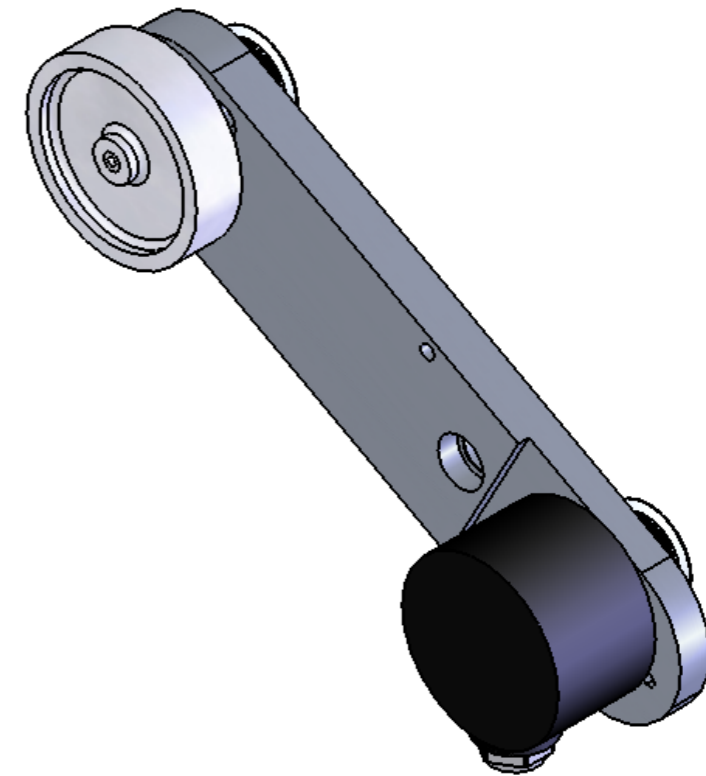
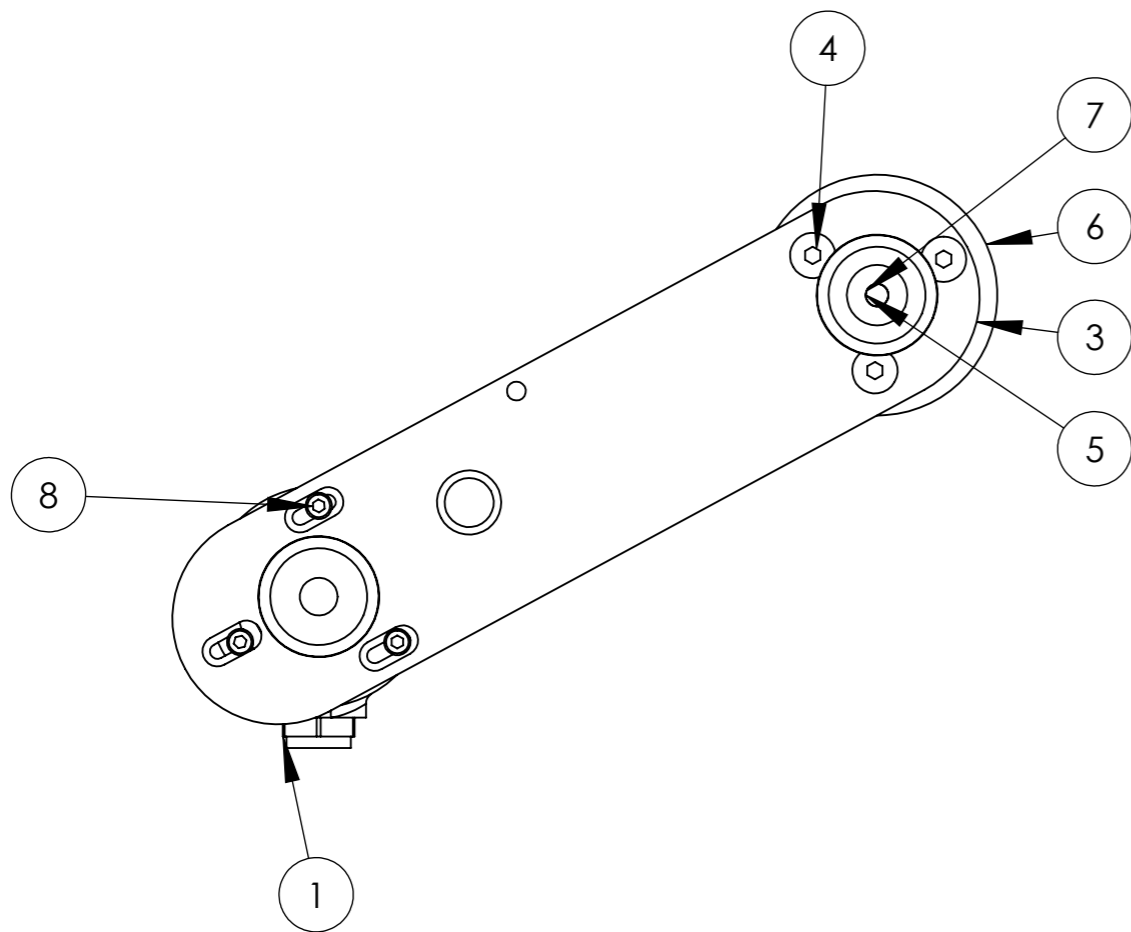
WEIGHT:

DWG NO. **20208001**

A2

SCALE:1:10

SHEET 1 OF 1



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Pulssianturi OEM BEI DHM510P659		1
2	DIN 628 - 7200B - 8.SI.NC.8_68		2
3	Pulssianturin runko		1
4	M6x12 DIN 7991	Hex. socket screw	4
5	Mittapyörän akseli		1
6	Mittapyörä p=200 Nemicon 9109-6		1
7	Pulley-16-T2,5-32-2- Mekanex		2
8	M4x16 DIN 912	Hex. Socket Screw	3

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:						<h1>Planmec Oy</h1> <h2>Mittari</h2>			
TOLERANCES:									
LINEAR:						TITLE:			
ANGULAR:						DWG NO.		30208019	
DRAWN		NAME		SIGNATURE		DATE			
CHK'D		TH				23.08.07			
APPV'D									
MFG									
Q.A						MATERIAL:			
						WEIGHT:			
						SCALE:1:2		SHEET 1 OF 1	
								A3	