

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Lentokonetekniikka

Tutkintotyö

Petri Mäkelä

**MUOTTIEN KÄSITTELYN, SIIRRON JA KIINNITYKSEN SUUNNITTELU RTM-
PRÄSSIIN**

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Espoo 2007

DI Simo Marjamäki
Patria Aerostructures, valvoja DI Lauri Halme

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Konetekniikka

Lentokonetekniikka

Mäkelä, Petri

Tutkintotyö

Työn ohjaaja

Työn teettäjä

Maaliskuu 2007

Hakusanat

Muottien käsittelyn, siirron ja kiinnityksen suunnittelu RTM-prässiin

39 sivua, 20 liitesivua

DI Simo Marjamäki

Patria Aerostructures Oy, valvojana DI Lauri Halme

RTM, muotti, suunnittelu

TIIVISTELMÄ

Tämän työn aiheena oli RTM-muottien siirron, käsittelyn ja kiinnityksen suunnittelu Patria Aerostructuresin Jämsän tuotantolaitoksen RTM-prässiin. Tarkoituksena oli kehittää muottien asennus prässiin vastaamaan ALCAS-projektin johdosta muuttuneisiin tarpeisiin. Muottien dimensiot ja massa ovat ALCAS-projektissa huomattavasti aiempaa suurempia. Tämä aiheutti modifikaatioita myös itse RTM-prässiin ja muotin asennussuunnan muutokseen. Siten tuli suunnitella myös kokonaan uusi asennustapa.

Suunnitteluohjelmana muottien siirtoon tarvittavan kuljetuspöydän suunnittelussa käytettiin Catia V5 tietokonemallinnusohjelmaa, joka on yleisesti käytössä Patrialla ja oli siten soveliaain 3d-mallinusoehjelma.

Tulokseksi saatiin mallinnukset RTM-huoneesta -prässistä sekä kuljetuspöydästä. Lisäksi saatiin ehdotukset muottien liikuttelusta prässissä ja muotin kiinnityksestä prässiin.

Näiden mallinnusten avulla voidaan toteuttaa kuljetuspöydän valmistus. RTM-huoneen ja prässiin mallinnusten avulla projektin suunnitelmia voidaan viedä eteenpäin.

TAMPERE POLYTECHNIC

Mechanical and Production Engineering

Aeronautical Engineering

Mäkelä, Petri Die handling, fastening and transferring planning to an RTM press

Bachelor Thesis 39 pages, 20 appendices

Thesis Supervisor Simo Marjamäki (MSc)

Commissioning by Patria Aerostructures Oy. Supervisor: Lauri Halme (MSc)

March 2007

Keywords RTM, dies, designing

ABSTRACT

The subject of this thesis was to design RTM dies transfer, fastening and handling systems for the Patria Aerostructures' RTM press. This redesigning was necessary due to the changed dimensions of dies; the ALCAS projects dies were larger than previously used dies.

For the designing of die handling table and to model the RTM press, Catia V5 was used. The use of the program was due to the fact that it is widely used in the Patria organisation.

As a result, models from the RTM room and the press and model for the die handling table were achieved. Also suggestions for the die moving and die fastening were made.

With the help from these models and suggestions, the handling of the Alcas dies can be carried forward.

ALKUSANAT

Tämän tutkintotyön tekeminen alkoi tammikuussa 2006. Kolmen kuukauden ajan tein työtä lähinnä Patrian Tampereen toimipisteessä, olihan siellä työpisteenikin. Toki välillä vierailin Jämsän Hallin tehtailla, sillä tuotteiden valmistus ja tässä työssä käsitelty prässikin sijaitsee siellä. Huhtikuusta lähtien tein tutkintotyötä päätoimiseni työn ohessa Espoossa.

Kiitokset haluan esittää koko ALCAS-projektin tiimille, erityisesti työni valvojalle Lauri Halmeella ja vetäjälle Outi Tervalalle. Lisäksi Mikko Kilpeläinen ansaitsee ehdottomasti kiitokset työn alkuvaiheiden avustamisessa.

Espoossa 5.3.2007

Petri Mäkelä

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	2
ABSTRACT	3
ALKUSANAT	4
SISÄLLYSLUETTELO	5
1 JOHDANTO	7
2 TAUSTATIETOA	8
2.1 Patria-konserni	8
2.2 ALCAS-projekti	8
2.3 RTM-prosessi	11
2.3.1 RTM menetelmänä	11
2.3.2 RTM-prosessin vaiheet:	12
2.3.3 RTM-prosessissa vaadittavat laitteet	13
2.3.5 RTM-valmistus	13
2.3.7 RTM-muotit	14
3 MUUTOKSET JA NIIDEN SYYT VALMISTUSPROSESSISSA	16
3.1 Modifikaatioon johtaneet syyt	16
3.2 Modifikaatio	16
4 RATKAISUVAIHTOEHDOT	19
4.1 Vaihtoehtojen rajaavat tekijät	19
4.2 Vaihtoehdot siirtoon prässin ulkopuolella	20
4.2.1 Käytetyt menetelmät	20
4.2.2 Kiinteä rullapöytä ja trukki	20
4.2.3 Kiinteä nostopöytä, nosturi ja trukki	21
4.2.4 Liikuteltava nostopöytä ja trukki	22
4.2.5 Poikittaissuuntaan liikkuva nostopöytä	23
4.2.6 Ovelle kääntyvä kiinteä muottipöytä	24
4.3 Vaihtoehdot muotin siirtoon prässissä	25
4.3.1 Johdanto	25
4.3.2 Hydrauliset rullakiskot	25
4.3.3 Koneellinen muotin asennuslaitteisto	26
4.3.4 Kahden vinssin avulla toteutettu liike	27
4.3.5 Muotin siirtotrukki	28
4.4 Vaihtoehdot muotin kiinnitykseen prässiin	29
4.4.1 Muotin kiinnityksestä yleisesti	29
4.4.2 Hilma GmbH kiinnintinvaihtoehto 1	30
4.4.3 Hilma GmbH kiinnintinvaihtoehto 2	31
4.4.4 Amf GmbH:n kiinnitin	32
5 VALITUT RATKAISUT	33
5.1 Ovelle kääntyvä kiinteä muottipöytä	33
5.1.1 Muottipöytä	33
5.1.2 Muotin kehikko	35
5.2 Muotin liikuttaminen prässissä	35
5.2.1 Serapid Ltd. hydrauliset rullakiskot	35
5.2.2 Vinssien avulla toteutettu liike	36
5.3 Valittu kiinnitysmenetelmä	37
6 OMAT PÄÄTELMÄT	38
LÄHTEET	39

LIITTEET

- 1 RTM-huoneen Catia V5-mallinnuskuva
- 2 RTM-prässin alapöydän mittapiirustus
- 3 RTM-prässin yläpöydän mittapiirustus
- 4 RTM-prässin etupääty
- 5 Muottipöydän mittapiirustus
- 6 Muottikehikon mittapiirustus
- 7 Manibox-köysivintturit
- 8 Serapid rullakisko
- 9 Blickle kääntöpyörän spesifikaatiot
- 10 Blickle kääntöpyörän spesifikaatiot
- 11 T-uran mittatarkkuudet
- 12 BS-kuljetinrulla
- 13 Hilma GmbH kiinnitin 1
- 14 Hilma GmbH kiinnitin 2
- 15 Amf GmbH kiinnitin

1 JOHDANTO

Patria Oyj on kansainvälisesti toimiva puolustusväline- ja ilmailuteollisuuskonserni. Päätuotealueet ovat panssaroidut pyöräajoneuvot, kranaatinheitinjärjestelmät, helikopterit ja lentokoneet sekä näiden elinkaaren tukipalvelut ja puolustuselektronikkajärjestelmät. Patria toimittaa omaan erityisosaamiseensa ja kumppanuuksiin perustuvia, kansainvälisesti kilpailukykyisiä ratkaisuja maailmanlaajuisille markkinoille. Patrian omistavat Suomen valtio (73,2%) ja European Aeronautic Defence and Space Company EADS N.V. (26,8%).

Patria Aerostructures on erikoistunut suunnittelemaan ja valmistamaan vaativia komposiittisia lentokone- ja avaruusrakenteita ja on aktiivisesti mukana uusien komposiittiteknologioiden kehittämisohjelmissa.

Tutkintotyön tehtävänä oli tarkoitus tutkia ja suunnitella komposiittivalmistuksessa käytettävien muottien liikuttelu, käsittely ja kiinnitys prässiin. Tutkintotyöni kirjallisessa osassa esittelen RTM-prosessia, kerron eri vaihtoehdoista ja esittelen tarkemmin valitsemani ratkaisut. Kaikki mallinnukset on tehty Catia V5-ohjelmalla ja ne on toimitettu Patria Aerostructuresille.

2 TAUSTATIETOA

2.1 Patria-konserni

Patria on kansainvälisesti toimiva ilmailu- ja puolustusteollisuuskonserni, jolla on merkittävä asema Itämeren alueella. Päätuotealueet ovat panssaroidut pyöräajoneuvot, kranaatinheitinjärjestelmät, helikopterit ja lentokoneet sekä elinkaaren tukipalvelut. Patria toimittaa omaan erityisosaamiseensa ja kumppanuuksiin perustuvia, kansainvälisesti kilpailukykyisiä ratkaisuja maailmanlaajuisille markkinoille.

Patrian omistavat Suomen valtio (73,2 prosenttia) ja European Aeronautic Defence and Space Company EADS N.V. (26,8 prosenttia). Konsernin liikevaihto vuonna 2004 oli 346,4 miljoonaa euroa ja sen palveluksessa oli keskimäärin 1 988 henkilöä.

Aerostructures-liiketoiminta suunnittelee ja valmistaa vaativia komposiittisia lentokone- ja avaruusrakenteita ja on aktiivisesti mukana uusien komposiittiteknologioiden kehittämisohjelmissa. Liiketoiminnan merkittävin hanke on ilmanohjaimien toimittaminen maailman suurimpaan matkustajalentokoneeseen, Airbus A380:een. Aerostructuresin toimipaikat ovat Jämsän Halli ja Tampere

/6/

2.2 ALCAS-projekti

ALCAS (Advanced Low Cost Aircraft Structures) on EU:n 6. puiteohjelman lentokonerakenteisiin keskittyvä projekti. Projektin juuret ovat EU:n komission vuonna 2000 julkaisemassa Vision 2020 raportissa, jonka tavoitteiden toteuttamiseksi teollisuus laati ehdotuksen projektiaiheiksi. Muutosten jälkeen ALCAS-projektiin on kerätty kaikki uusiin lentokonerakenteisiin liittyvät aiheet, eli siipi, runko, matkustajakoneet ja niin sanotut business jetit eli liikematka-suihkukoneet.

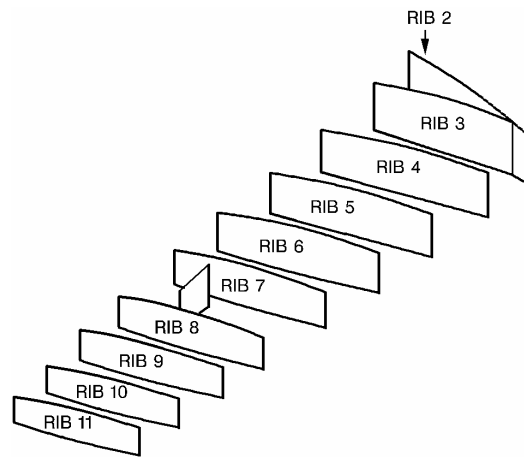
Projektin kokonaisvastuu on Airbusilla, tosin Dassaultilla on myös huomattava rooli business jet-koneissa. Patrian osuus projektissa keskittyy siipikotelon komposiittisten siipikaarien kehitykseen.

Patria Aerostructures on aiemmin osallistunut vastaavaan 5. puiteohjelman projektiin, TANGO:on, jonka tuloksena on kehitetty RTM-valmistusprosessia. Siipikaaret, kuva

2.1, (engl. ribs) ovat yksi Patria Aerostructuresin valitsemista tuoteperheistä, jossa tavoitellaan uniikkia osaamista ja kilpailukykyä nykyisiin metalli- ja komposiittiratkaisuihin verrattuna.

Patrian työpaketti sisältää moottoripyronien kiinnityskaarien kehityksen, joka käsittää kaksi siipikaarta ja ne yhdistävän välikaaren eli diaphragm ribin. Nämä ovat laskutelineen kiinnityskaarien jälkeen korkeimmin kuormitetut kaaret.

Projektin kaupallistamisen selvin tavoite on koko ALCASin tavoitteena oleva täyskomposiittinen siipi seuraavan sukupolven matkustajakoneeseen. /1/

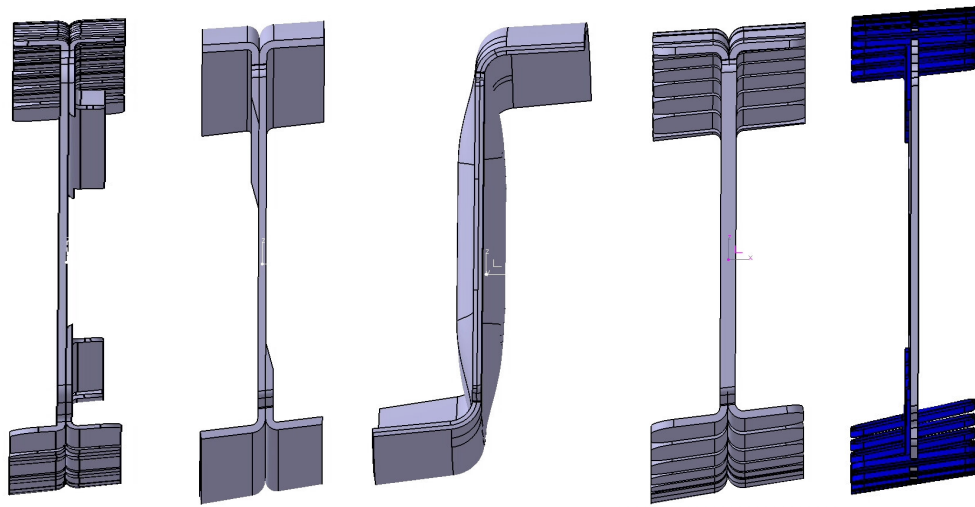


Kuva 2.1 Lentokoneen siiven siipikaaret ALCAS-projektissa. /1/

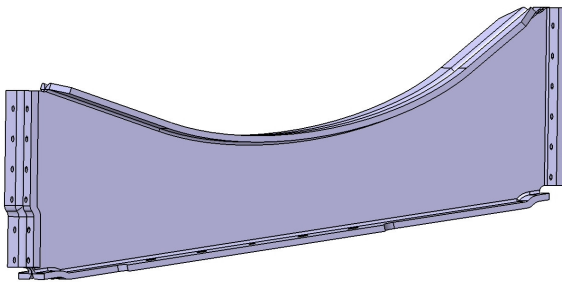
Siipikaaret

Patria vastaa ALCAS-projektissa 7. ja 8. siipikaaren sekä niiden välisen välikaaren suunnittelusta, testauksesta ja valmistuksesta. Patrian valitsema valmistusmenetelmä on RTM, Resin Transfer Moulding, jota on esitelty tarkemmin luvussa 2.3

Suunnitteluvaiheessa valittavana oli useita kiinnityskaari-vaihtoehtoja, lopullinen ratkaisu tehtiin valmistusteknisten-, hinta-, paino- ja ALCAS-projektin tavoitteiden pohjalta. Valittu ratkaisu on I-palkki, missä koostuu C-osuudesta ja kahdesta irtolaipasta. Vaihtoehtoisia siipikaariratkaisuja on kuvassa 2.2 ja välikaaresta yksi suunnitelma kuvassa 2.3. /1/, /2/



Kuva 2.2 Siipikaarikonseptien eri vaihtoehtoja /2/



Kuva 2.3 Yksi vaihtoehto välikaaresta /2/

2.3 RTM-prosessi

2.3.1 RTM menetelmänä

RTM (Resin Transfer Moulding) on niin sanottu suljetun muotin komposiittivalmistusmenetelmä. Siinä hartsia injektoidaan uros- ja naarasmuotin väliseen tilaan. Menetelmä perustuu nestemäisen hartsin infuusioon kuiviin lujitteisiin paine-eron avulla. /7/

RTM-menetelmä on nopeasti yleistynyt valmistusmenetelmä etenkin ilmailuteollisuudessa. Yleisiä käyttökohteita ovat monimutkaisen geometrian omaavat, korkeasti kuormitettavat rakenteelliset osat, esimerkiksi siipikaaret, korvakkeet ja tukivarret. Isoille kappaleille RTM on vielä kuitenkin kehittyasteella. /7/

Lujitteina RTM-menetelmässä voidaan käyttää lähes kaikkia kuivia kudoksia ja kankaita. Matriisiaineina puolestaan voidaan käyttää 1- tai 2-komponentti epokseja, vinyyli- tai polyestereitä. Ilmailuteollisuudessa yleisessä käytössä ovat lähinnä hiilikuitulujitteet ja epoksihartsit. /7/

Valmistuksessa käytetään kaksipuolisia, suljettuja muotteja. Lujitteet usein preformataan ennen infusointia. Muutoin sulku tapahtuu joko mekaanisesti tai prässin avulla. /7/

RTM-menetelmän edut:

- Korkea rakenteiden integroimisaste
- Erittäin hyvät toleranssit
- Mahdollisuus korkeaan automaatioasteeseen
- Hyvä pinnanlaatu kaikilla pinnoilla
- Apuaineita ei tarvita

RTM-menetelmän haitat:

- Laminaatin kaikki mekaaniset ominaisuudet eivät ole yhtä hyviä, kuin prepregeillä, syynä hartsin hauraus.
- Muottisysteemit usein monimutkaisia ja kalliita, isoille kappaleille myös painavia.
- Negatiiviset päästöt kappaleissa tekevät muoteista monimutkaisia.
- Painonlisäys prepreg-laminaattiin verrattuna noin 0 -15%.

/7/

2.3.2 RTM-prosessin vaiheet:

Tyypillinen RTM-prosessi etenee seuraavanlaisesti:

1. Kuivien lujitteiden asettelu kerroksittain ja niiden leikkaus mittoihinsa
2. Lujitteiden esimuotoilu eli preformaus
3. Lujiteaihion asetus muottiin ja muotin sulku
4. Muotin sekä hartsin lämmitys infuusiolämpötilaan (muotti 120 °C, hartsi 80 °C)
5. Hartsi-infusion aloitus, injektointipaine noin 2-5bar. Hartsia läpivuodatetaan muotissa, kunnes siinä ei enää näy selkeitä ilmakuplia.
6. Vuodatusreikä suljetaan ja muotin lämpötila nostetaan kovetuslämpötilaan, hartsia pidetään paineistettuna.
7. Kovetusajan jälkeen muotti jäähdytetään sopivaan lämpötilaan ja avataan.
8. Kappale poistetaan ja muotti puhdistetaan
9. Trimming
10. Maalaus

/7/

2.3.3 RTM-prosessissa vaadittavat laitteet

RTM-menetelmä vaatii vähintään seuraavat laitteet:

1. Muotit, joiden tulee olla riittävän jäykkiä. Niiden tulee kestää muotoaan muuttamatta käytettävät injektointipaineet (2-5 baaria).
2. Injektointiyksikön, jolla hartsi injektoidaan muottiin.
3. Temperointilaitteiston, jonka avulla säädellään lämpötiloja muotin eri kohdissa. Edesauttaa injektointia ja kappaleen tasaista kovettumista.
3. Muotin käsittelylaitteet. Muottien painosta johtuen tarvitaan laitteistoa muottipuoliskojen nostamiseen ja siirtelemiseen.

/3/

Lisäksi hyödyllisiä apuvälineitä ovat:

- Mahdollisesti käytettävien pintahartsien eli gelcoatien ruiskutuslaitteet
- Jälkikovetusunit. Usein muodon pysyvyys ja optimaalisten ominaisuuksien saavuttaminen edellyttää jälkikovettumista.
- Viimeistelylaitteet. RTM-tuotteet vaativat lähes aina jälkityöstön. Kappaleiden muodoista ja määristä riippuen ne voivat olla joko mekaanisia työstölaitteita, tai vesitaikka laserleikkureita

/3/

2.3.5 RTM-valmistus

Sen jälkeen kun lujitekerrokset on sidottu toisiinsa prässin ja lämpötilan noston avulla, eli kun kappale on preformattu, valmis preformauskappale asetetaan koiras- ja naarasmuotin väliin. Muottipuoliskot asetetaan päällekkäin ohjaustappien ohjaamana. Muotit kiinnitetään prässiin joustamattomalla kiinnitysmenetelmällä, toisiinsa niitä ei välttämättä tarvitse kiinnittää, mikäli käytetään prässiä. ALCAS-projektin yhteydessä Patria Aerostructuresilla ei ole käytössä erillisiä preformaustuotteita, vaan preformaus suoritetaan injektio- ja muotissa./4/

Varsinaisessa valmistuksessa muottionkaloon injektoidaan hartsia ylipaineella, kunnes vuodatushartsi on kirkasta tietyn ajanjakson verran. Tällä varmistutaan, että kaikki ilma saadaan pois muotista. Läpivuodatus voidaan lopettaa, kun vuodatushartsissa ei ole selkeitä ilmakuplia. Hartsin injektointiaukko sijoitetaan tyypillisesti muotin alimpaan osaan, tosin monimutkaisilla muoteilla voidaan käyttää useita aukkoja, jotta kaikki ilma saadaan poistettua muottionkalosta. /4/

Seuraavaksi vuodatusaukko suljetaan ja muotin lämpötila nostetaan sopivalla gradientilla kovetuslämpötilaan. Kovetusajan jälkeen muotti jäädytetään sopivaan lämpötilaan ja sitten avataan. Jäähtynyt kappale voidaan tämän jälkeen viedä jatkokäsittelyyn, kuten trimmaukseen ja maalaukseen. /7/

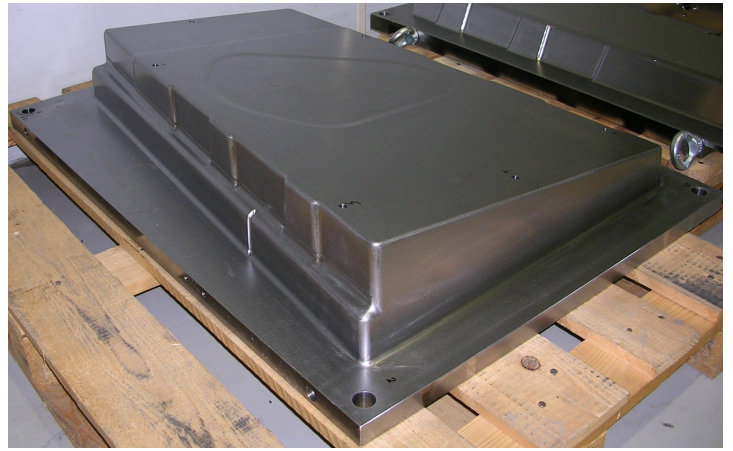
2.3.7 RTM-muotit

RTM-muotti on kaksipuolinen, koostuen kahdesta osasta, uros- ja naarasmuotista. Teollisuudessa muottien raaka-aineina käytetään yleensä joko polyesteri- tai epoksihartsia, lujitteena yleensä lasikuitu. Vaativimpien tuotteiden valmistuksessa, kuten esimerkiksi lentokone-teollisuudessa, käytetään myös metallisia muotteja. /4/

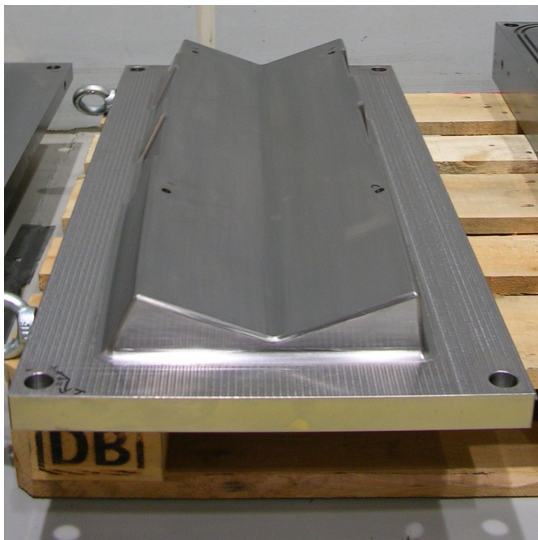
Etenkin suurten paineiden ja sarjojen valmistusmenetelmissä tyypillisin metallimuottimateriaali on teräs. Työkaluterästen kestävyys on erinomainen, huollon tarve on pieni ja mittatarkkuus on hyvä. Toisaalta suuri tiheys nostaa isojen muottien massan epäkäytännöllisen suureksi. /5/ ALCAS-projektissa on käytössä teräksestä valmistetut, kaksipuoliset muotit. Kuvissa 2.4 ja 2.5 on ALCAS-muottien suunnittelumuotit, jotka ovat huomattavasti lopullisia muotteja pienempiä. Periaatteiltaan ja pääosin ulkonäöltään ne ovat kuitenkin lopullisia muotteja vastaavan kaltaisia.

RTM-muotteja voidaan lämmittää nestekierrolla tai sähköllä. ALCAS-projektissa käytettävien muottien lämmitys on hoidettu sähköllä.

Muottisuunnittelun on tärkeä tekijä RTM-tuotannossa. Tämä johtuu siitä, että muotin on sekä mahdollistettava joustava hartsin injektointi että jaettava sulkuvoima tasaisesti koko kappaleelle. Lisäksi lämmitettävän muotin on siirrettävä tarvittava lämpö, jotta hartsi saadaan kovettumaan. /4/



Kuva 2.4 Suunnitteluvaiheen C-osuuden RTM muotti (mitat 1000 x 700 x 160mm) /2/



Kuva 2.5 Suunnitteluvaiheen irtolaippamuotti (mitat 1000 x 550 x 110) /2/

3 MUUTOKSET JA NIIDEN SYYT VALMISTUSPROSESSISSA

3.1 Modifikaatioon johtaneet syyt

Patria Aerostructuresin Jämsän Hallin tuotantolaitoksessa sijaitsevaa prässää on aiemmin käytetty muun muassa ALCASia edeltävässä TANGO-projektissa RTM-kappaleiden valmistuksessa. TANGO-projektissa valmistettujen tuotteiden dimensiot olivat huomattavasti pienempiä, ja siten siinä käytetyt muotit olivat dimensioltaan huomattavasti ALCAS-projektin vastaavia pienempiä. Muottien kasvaneiden dimensioiden takia prässää tuli modifioida, jotta sitä voitaisiin käyttää RTM-osien valmistuksessa myös ALCAS-projektissa.

3.2 Modifikaatio

Aiemmin prässäin asennettiin muotti prässin leveältä sivulta eli edestäpäin operointisuuntaan nähden. Asennuksen apuna on käytetty trukkia ja lopulliselle paikalleen muotti on siirretty miesvoimin, trukin avustamana. Johtuen ALCAS-projektin siipikaarien dimensioista, tulee ALCAS-muoteistakin erittäin pitkiä, edestä asentaminen prässäin ei siten enää ole ALCAS-muoteille mahdollista. Siksi modifikaation tarve prässille oli ilmeinen. Kuten kuvasta 3.1 ilmenee, ei muotin asentaminen päädyistä tullut kysymykseen. Prässin molemmissa päädyissä olevat metallilevyt päätettiin poistaa ja toteuttaa asennus prässäin päädyistä käsin. Muotin varsinaisesta asennustavasta ei tässä vaiheessa ollut kuitenkaan vielä valmista sovellusta.

Päätyihin tehtyjen muutosten lisäksi toisessa päädyssä olevat pumput ja sähkökaappi siirrettiin seinustalle. Prässin modifikaatiosta vastasi Konepaja Virtanen, joka on myös valmistanut prässin.

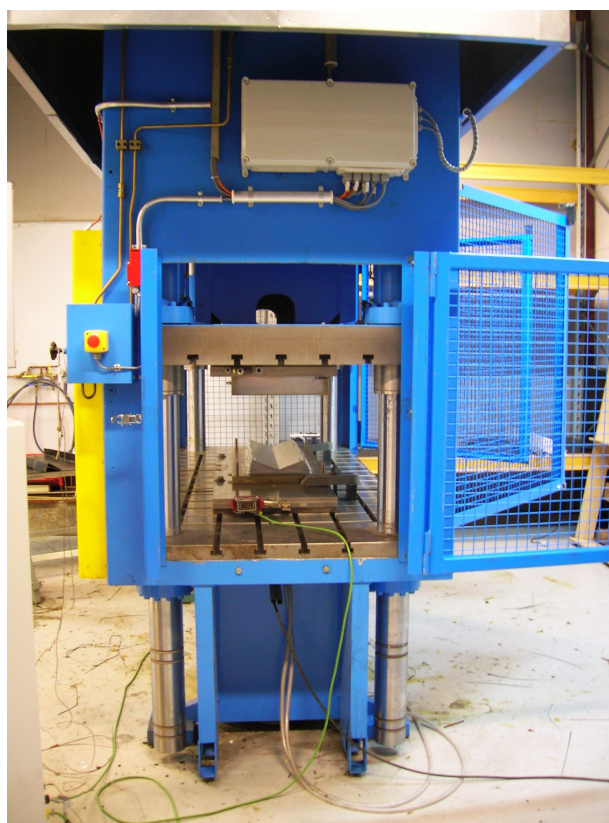


Kuva 3.1 Prässi ennen modifikaatiota, pumput ja sähkökaappi oikeassa päädyssä..

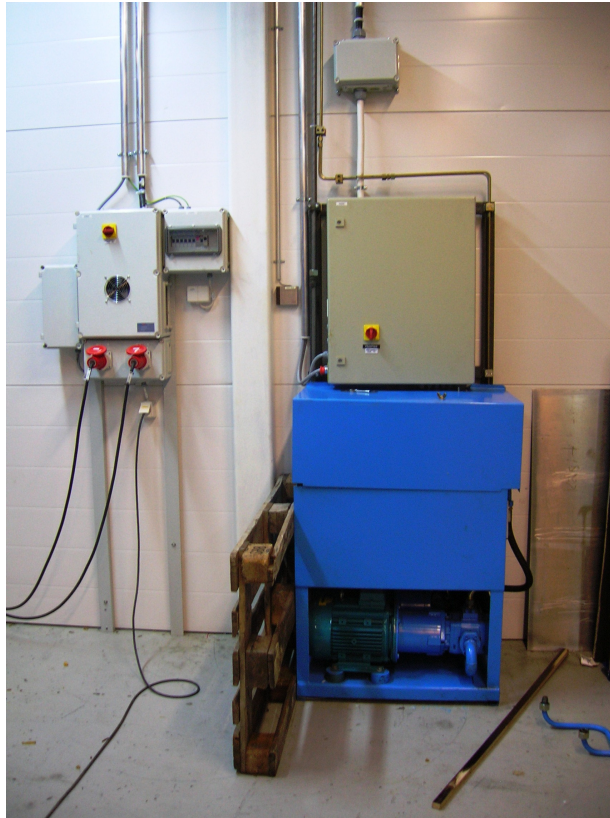
Lisäksi modifikaatiossa prässin avattuihin päätyihin asennettiin rajakytkimin varustetut ovet ja takaosan ovesta tehtiin kaksiosainen ja varustettiin myös rajakytkimillä, kuva 3.2. Rajakytkimien avulla prässiä pystytään vastedes käyttämään vain ovien ollessa suljettuina. Kuvassa 3.3 on prässin oikea pääty kuvattuna edestäpäin modifikaation jälkeen. Kuvasta 3.4 ilmenee sähkökaapin sijainti modifikaation jälkeen.



Kuva 3.2 Prässi takaosa, modifikaation jälkeiset kaksiosaiset ovet ja rajakytkimet



Kuva 3.3 Prässi modifikaatiotöiden jälkeen, turvaovet avoinna.



Kuva 3.4 Prässin pumput ja sähkökaappi siirrettynä takaseinälle

4 RATKAISUVAIHTOEHDOT

4.1 Vaihtoehtojen rajaavat tekijät

Ratkaisun etsimisessä ja sopivimman valitsemisessa tuli ottaa huomioon monta asiaa. Ratkaisuun vaikuttavia vaikeuttavia ja huomioitavia tekijöitä olivat RTM-huoneen ahtaus, onhan se jo nykykäytössään hieman pieni. Ahtaaseen huoneeseen noin 4000 kg painavan muotin kuljetus ja liikuttelu vaatii työkoneen, esimerkiksi trukin tai nosturin. Tarkoitukseen soveltuva kone ei kuitenkaan ahtaiden tilojen takia saa olla suurta tilaa vaativa, eikä myöskään suuri kustannuserä. Kyseessä ei ole lopullisen tuotannon valmistaminen, vaan ALCAS-projekti on puhtaasti tuotekehitysprojekti.

Tuotekehitysprojekti määrittelee myös, että muottien vaihtotaajuus on alhainen, eikä muottien vaihtonopeus ole ratkaiseva tekijä valintojen suunnittelussa. Kyseessä ei ole sarjatuotanto, eikä lopullisia muottejakaan tule olemaan kuin muutama kappale.

Tarvittavat ratkaisut muodostaisivat kokonaisuuden, jonka avulla muotin puoliskot saadaan kuljetettua säilytyspaikaltaan prässille sekä asennettua ja kiinnitettyä prässiin.

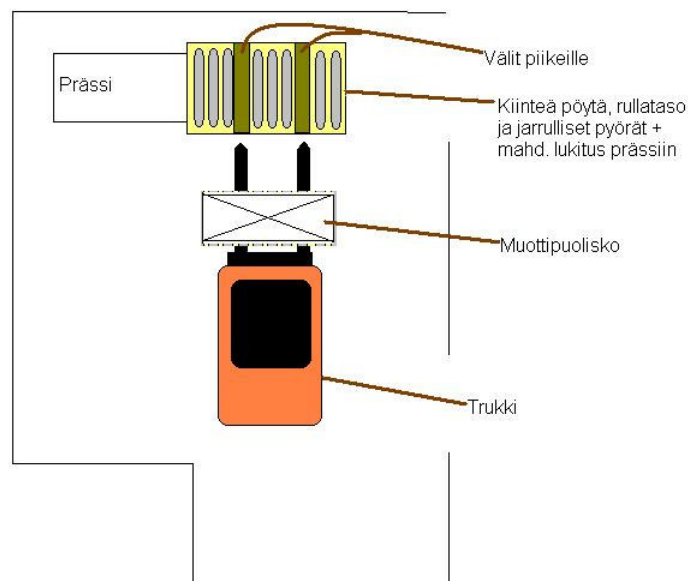
4.2 Vaihtoehdot siirtoon prässin ulkopuolella

4.2.1 Käytetyt menetelmät

Mitoittamalla karkeasti mallinsin RTM-huoneen pohjapiirustuksen ja loin tehtyyn pohjaan hahmotelmia mahdollisista muotinsiirtomenetelmistä.

Ratkaisumenetelmien pohtimisen lisäksi mallinsin alkuperäisten piirustusten puuttumisen vuoksi hydraulisen prässin muotin siirtoon ja kiinnityksiin liittyviltä osin, sekä muunkin RTM-huoneen Catia V5:llä. Mallinnukset on esitelty liitteinä 1-4.

4.2.2 Kiinteä rullapöytä ja trukki



Kuva 4.1 Hahmotelma kiinteästä rullapöydästä ja trukista.

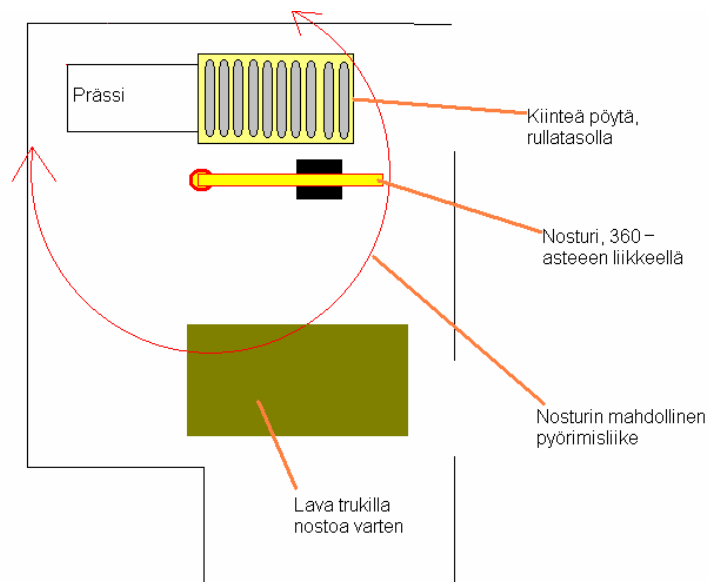
Ratkaisun, kuvattuna kuvassa 4.1, hyviä puolia ovat ennen kaikkea sen halpuus ja yksinkertaisuus. Pöydän päälle tulevan rullatason hinta on arviolta noin 1000 euroa. Lisäksi tämänkaltainen ratkaisu mahdollistaa muottipuoliskojen käsittelyn erillään sekä muotin tai haluttaessa muotinpuoliskon asentamisen edestä käsin, kuten aiemmin on toimittu.

Erittäin hyvää ratkaisussa on myös se, ettei RTM-huoneeseen tarvitse tehdä suuria muutoksia ratkaisun toteuttamiseksi.

Ratkaisun toteutuksessa on huomioitava se, että muotin siirto trukilla vaatii muottia tukevan kehikon, jottei muotissa esiinny kuljetuksesta johtuvia muodonmuutoksia.

Mikäli kehikosta ei tehdä erikseen varastointiin soveltuvaa versiota, vaatii tämä ratkaisu kulun nosturin kautta, jotta muotti kehikkoineen saadaan siirrettyä säilytystä varten lavalle. Huonoa ratkaisussa on myös se, että trukilla liikkuminen erittäin hankalaa RTM-huoneessa, etenkin muotin kanssa. Lisäksi rullapöytää on liikuteltava edestakaisin trukin kulun mahdollistamiseksi muotin vaihdon aikana.

4.2.3 Kiinteä nostopöytä, nosturi ja trukki



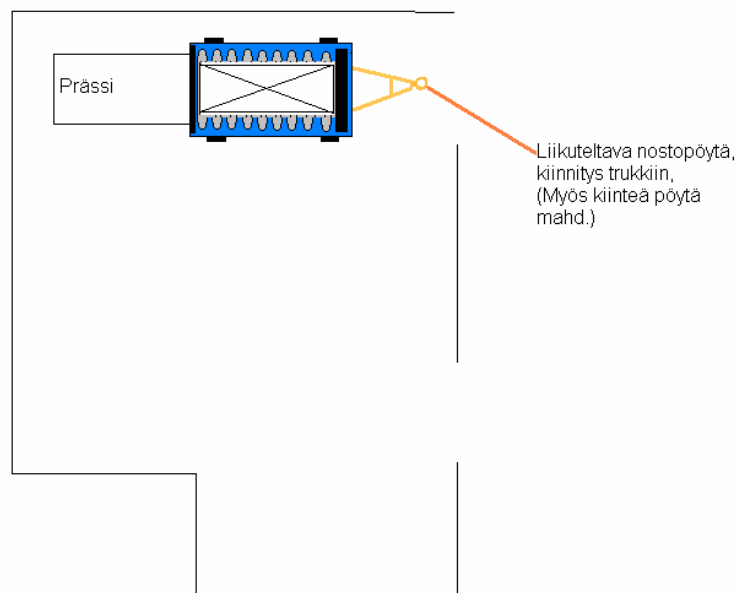
Kuva 4.2 Hahmotelma kiinteästä nostopöydästä, nosturista ja trukista.

Ratkaisun hyviä puolia on, että se on kohdassa 4.2.2 esiteltyä ratkaisua vieläkin yksinkertaisempi, ainakin pöydän osalta, koska se on päältä yhtenäinen rullapöytä.

Lisäksi tässä ratkaisussa muotin ja rullapöydän käsittely on helpompaa. Muottipöydän liikuttelu voidaan aina toteuttaa kuormattomalla trukilla. RTM-huoneeseen sijoitettavan nosturin ansiosta ei tarvita erillistä kulkua nostureillekaan. Optimoimalla nosturin asennuspaikka, mahdollistetaan muotin asentaminen myös edestä käsin.

Huonoa tässä ratkaisussa on, että se on kalliimpi kuin kohdassa 4.2.2 esitelty vaihtoehto, lähinnä nosturin verran. On myös huomioitava, että nosturista saatava hyöty suhteessa hintaan on varsin kyseenalainen ja nosturi vie myös huomattavasti tilaa prässin edestä.

4.2.4 Liikuteltava nostopöytä ja trukki

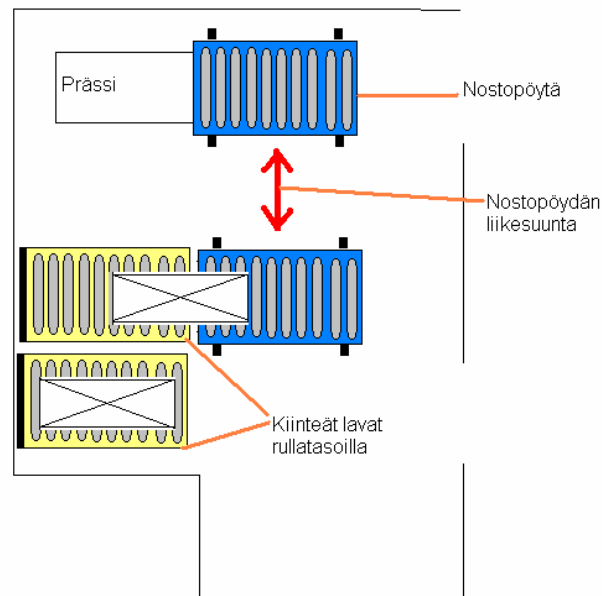


Kuva 4.3 Hahmotelma liikuteltavasta nostopöydästä ja trukista.

Kuvan 4.3 ratkaisun hyviä puolia on, että pöydän korkeus on säädeltävissä. Siten ei ole tarvetta erilliselle nosturille kappaleen siirrossa lavalta pöydälle. Kuljetuksen ajaksi alas laskettavan muottipöydän ansiosta painopiste saadaan alemmaksi. Erittäin hyvää ratkaisussa on myös se, että sen tilan tarve RTM-huoneesta on vähäistä.

Tämän ratkaisun huonoja puolia ovat, että se on kallis ja että nostopöytä lisää kokonaisuuden painoa noin 750–1400 kg:a. Jämsän tuotantolaitoksen ahtaat käytävät tekevät liikennöinnin trukki-peräkäräry-yhdistelmällä myös erittäin hankalaksi.

4.2.5 Poikittaissuuntaan liikkuva nostopöytä

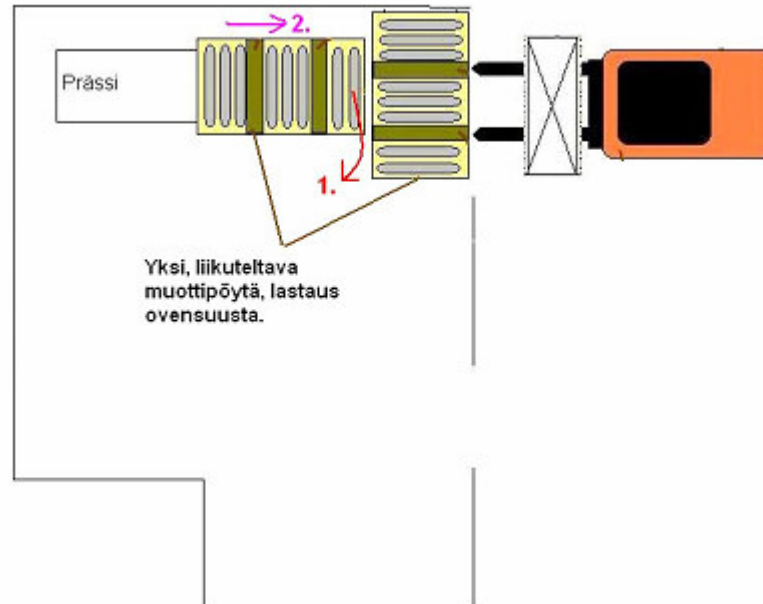


Kuva 4.4 Hahmotelma poikittaissuuntaan liikkuvasta nostopöydästä.

Yllä olevassa kuvassa 4.4 kuvattuna olevan ratkaisun hyviä puolia on, ettei ole tarvetta nosturille, eikä trukille. Lisäksi huomioitavaa on se, että kaikki tapahtuu RTM-huoneen sisällä. Muissa ratkaisuissa on tarpeen kulku ulos RTM-huoneesta.

Tämän ratkaisun huonoja puolia on, ettei se RTM-huoneen ahtauden takia mahdollista muottipuoliskojen käsittelyä erikseen. Lisäksi ratkaisu vaatii muottien käsittelyyn omat, rullilla varustetut, lavat, mikä entisestään vie tilaa huoneesta. Tila nousee myös muutenkin ongelmaksi tässä ratkaisussa, koska RTM-huoneessa suoritetaan myös RTM-kappaleiden preformaatio ja muita tarpeellisia käsittelyjä, sekä injektointi. Siten tämä ratkaisu on auttamattomasti tähän tilaan käyttökelvoton. Mikäli olisi kyse suurista kappalemääriä sisältävästä tuotannosta isossa tehdashallissa, olisi tämä ratkaisu silloin erittäin varteenotettava ratkaisu.

4.2.6 Ovelle kääntyvä kiinteä muottipöytä



Kuva 4.5 Hahmotelma ovelle kääntyvästä kiinteästä muottipöydästä.

Ratkaisun hyviä puolia on, ettei se vaadi trukin kulkua ahtaaseen RTM huoneeseen (kuva 4.5). Muotin asentaminen tapahtuu huoneen ovensuusta. Lisäksi se on erittäin yksinkertainen ratkaisu.

Tämän ratkaisun huonoja puolia on, ettei vastaavasta ratkaisusta ole aiempia kokemuksia, eikä valmiita kokonaisuuksia ole olemassa. Kaikki on itse suunniteltava. Lisäksi, kuten kaikki muutkin trukin avulla tapahtuvat muotin siirrot, vaatii tämäkin ratkaisu kehon muotin tukemiseen. Siksi hahmotelmassa pöydän rullataso on jaettu kolmeen osaan.

Tarkemmin tätä ratkaisua on esitelty luvussa 5.2

4.3 Vaihtoehdot muotin siirtoon prässissä

4.3.1 Johdanto

Raskas muotti tarvitsee siirtomenetelmän myös prässissä, sillä ennen käytetty trukilla asennus ei enää tule kyseeseen. Asiasta olin yhteydessä muun muassa Serapidin LTD:n kanssa.

Heidän mukaan tarvitaan sekä hydrauliset rullakiskot (roller bars), että koneellisen siirtomekanismin. Lisäksi tarvitaan pumppu tuottamaan hydraulikiskojen käyttövoima. Hintahaarukka soveltuville ratkaisulle on noin 18000-30000 €, järjestelmistä riippuen.

Mikäli kokonaista muottia, lämpölevyjä ja suojalevyä siirretään samanaikaisesti, kitkavoimien suuruus noin 2500- 4000 N, 4000 kg massalle, kun kitkakertoimeksi otetaan liikekitkakerroin välillä 0,05-0,10.

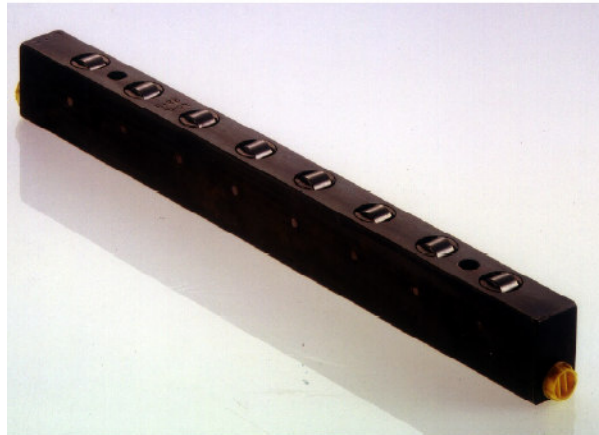
Tämä on linjassa Serapidin arvion kanssa, mikä oli 4000 N.

Tämä johtaa suoraan tarpeeseen koneelliselle siirtomekanismille. Pelkästään käsivoimin liikuttelu ei tule ahtaiden prässinleukojen välistä kyseeseen.

4.3.2 Hydrauliset rullakiskot

Kappaleiden siirtoon prässissä Serapid Ltd valmistaa hydraulikäyttöisiä rullakiskoja, mitkä asennetaan prässin alapöydän t-uriin. Kuvassa 4.6 on Serapid Ltd:n rullakisko, varustettuna kahdeksalla rullalla.

Prässin pöydän uriin asennetut rullakiskot mahdollistavat muotin liikuttamisen kiskoissa hydraulisesti laskettavien ja nostettavien kuulien tai rullien avulla. Kuulien tai rullien lukumäärä ja kiskon pituus on valittavissa kulloiseenkin tarpeeseen sopivaksi.



Kuva 4.6 Hydraulikäyttöinen rullakisko. /8/

Patrian prässiin sopivimmat kiskot ovat rullilla varustetut, koska kuulista aiheutuva pintapaine etenkin ALCAS-muoteille on liian suuri. Serapid Ltd ehdotus on neljän 36 rullalla varustetun 1230-millimetrinen LGHL rullakiskojen käyttöä. Tarjous on toimitettu Patrialle, ja LGHL rullakiskojen kuvaus on liitteessä 8.

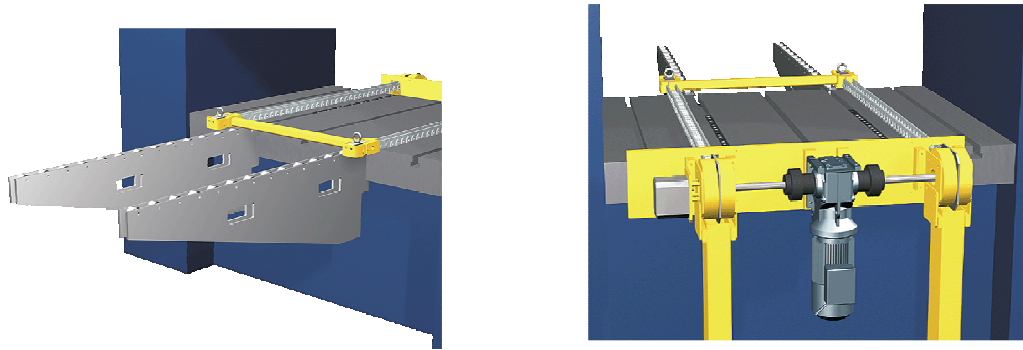
Kiskojen prässikiinnittimien lisäksi tarvitaan kiskoille käyttövoimaa tuottava hydraulipumppu. Serapid Ltd:n ehdotus on pneumaattisesti käytettävä hydraulipumppu. Myös pumpusta on Serapid:in tarjous toimitettua Patria Aerostructuresille.

4.3.3 Koneellinen muotin asennuslaitteisto

Esimerkiksi Serapid Ltd. valmistaa kappaleiden siirtoon tarkoitettua QDX Push Pull järjestelmää (kuvassa 4.7).

Järjestelmässä sähkökäyttöiset ketjut liikuttavat kappaletta prässissä haluttuun suuntaan, joko ulos tai sisään prässistä. Huomattavaa on kuitenkin, että järjestelmä tarvitsee Patrian muottien painon johdosta myös rullakiskot prässin t-uriin.

Serapid Push Pull Systemien hinnat ovat noin 7000-15 000 €. Lisää asiasta on Patria Aerostructuresille toimitetuissa tarjouksissa.



Kuva 4.7 Serapid Push Pull System edestä ja takaa /8/

4.3.4 Kahden vinssin avulla toteutettu liike

Yksinkertaisempi vaihtoehto tuottaa muotin liike on kahden vinssin avulla. Kun nostopöytään ja prssiin kiinnitetään vinssit, saadaan hoidettua sekä sisään vetävä että ulos vetävä liike. Kuvassa 4.8 on 2000 kg:n kapasiteetin omaava vinssi.

Siten ne tekevät samat toiminnot kuin luvussa 4.3.3 esitelty Serapid QDX Push Pull System. Kuten QDX-järjestelmässäkin, vinssien käyttö ei poissulje rullakiskojen tarvetta. Huomioitavaa on kuitenkin se, että vinssit ovat huomattavasti halvempia kuin QDX Push Pull-järjestelmät. Liitteessä 7 on esiteltyä Ergolift Oy:n vinssivalikoima.



Kuva 4.8 Esimerkkikuva vinssistä /9/

4.3.5 Muotin siirtotrukki

Serapid Ltd valmistaa myös muottipöydän, trukin ja QDX Push Pull-järjestelmän yhdistävää ratkaisua (kuva 4.9). GPO-laitevalikoimasta sopivin Patrian ALCAS projektin tarkoitukseen on 6 tonnin versio GPO-trukista, erikseen räätälöitynä ison geometrian omaavalle ALCAS-muotille.



Kuva 4.9 Serapid GPO trukki /8/

GPO-trukin avulla voidaan suorittaa muotin kuljetus tehtaan sisällä ja integroidun QDX Push Pull-järjestelmän avulla muotti voidaan myös työntää tai ottaa pois prässistä. Huomioitavaa tässäkin ratkaisussa on silti se, että tämäkin menetelmä tarvitsee avukseen rullakiskot prässiin tai vastaavan kevennysmenetelmän muotin liikuttelussa prässissä.

Suurin rajoittava tekijä GPO-trukissa ALCAS-projektin tarpeisiin on suuri hinta, rullakiskojen kanssa yhteishintaa muodostuu noin 100 000 €, josta trukin osuus on suurin piirtein 90 000 €.

4.4 Vaihtoehdot muotin kiinnittämiseksi prässiin

4.4.1 Muotin kiinnityksestä yleisesti

Kiinnityksessä on tärkeää varmistaa pitävän kiinnityksen lisäksi se, ettei muottipuoliskoille aiheudu minkäänlaisia muodonmuutoksia. Muottipuoliskojen tulee olla kiinni prässin leuoissa siten, ettei prässiä avattaessa tai suljettaessa puoliskojen eri kohtiin kohdistu huomattavan erisuuria voimia, aiheuttaen muodonmuutoksia.

Muottien kiinnitykseen tällä hetkellä käytettävät kiinnittimet ovat mekaanisia. Helppointa on jatkossakin käyttää mekaanisia kiinnittimiä hydraulisten sijaan. Siten vältytään tarpeelta rakentaa hydraulisen käyttövoiman lähdettä kiinnittimille. Lisäksi hydrauliset kiinnittimet käyttövoimalähteinen ja käyttöpiireinen vaativat ympäristöstä huomattavasti enemmän tilaa verrattuna mekaanisiin kiinnittimiin, joita varten ei tarvita mitään erillisiä käyttövoimalähteitä tai muuta vastaavia ratkaisuja.

Siksi jo valmiiksi ahtaassa RTM-huoneessa ei ole järkevää suunnitella käytettävän muita kuin mekaanisia kiinnittimiä.

Nyt käytössä olevia peruskiinnittimiä voidaan käyttää ALCAS-muotin kiinnitykseen, muiden kiinnitysmenetelmien apuna. Näitä tavallisia koneistuskiinnittimiä ei ole tässä työssä tutkittu, sillä Patrialla on niistä jo aikaisempaa kokemusta. Lisäksi niiden soveltuvuus ALCAS-muottien kiinnittämiseen on niiden suurehkon tilantarpeen vuoksi kyseenalainen. Siksi näenkin tämän myös oivana tilaisuutena tutkia muunlaisia kiinnittimiä.

Huomioitavaa muottia suunniteltaessa on, että kiinnittimille tulee varata asennuskohdat. Ottaen huomioon muotin koon suhteessa RTM-prässiin, eivät kiinnityskohdille varatut asennuskohdat voi olla suuria, eikä myöskään itse kiinnittimien viemä tila prässin leuoista. Lisäksi kiinnityksen suunnittelussa on otettu huomioon mahdollinen muotin asennus prässin edestä käsin, mikä varaa jo valmiiksi rajallisista t-urista kaksi, mikäli käytetään hydraulikiskoja muotin asennukseen.

Tämä asettaa vaatimuksia kiinnittimelle, jonka tulisi siis olla mahdollisimman pieni, mutta kiinnitysvoimaltaan iso.

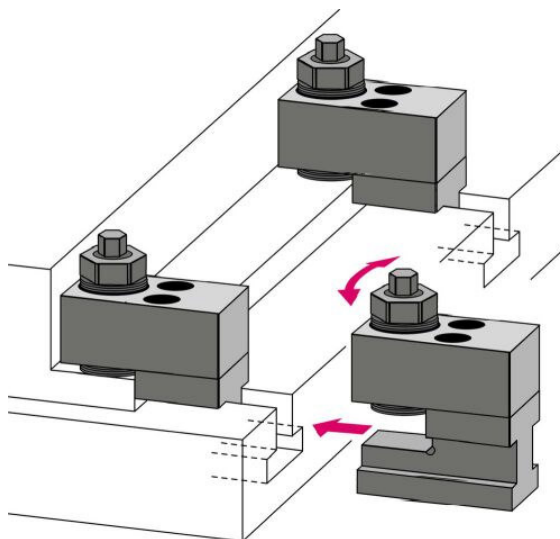
4.4.2 Hilma GmbH kiinnintinvaihtoehto 1

Yksi tunnettu kiinnittimien valmistaja on Hilma Römheld GmbH. Yrityksen valikoimassa on useita erilaisia kiinnittimiä nimenomaan muottipuoliskojen kiinnitykseen prässiin. Kuvassa 4.10 oleva kiinnitin on erittäin soveltuva ALCAS-muottien kiinnitykseen.



Kuva 4.10 Hilma Römheldin kiinnitin 1 /13/

Kiinnitin koostuu t-uraan tulevasta rungosta ja tapista. Kooltaan kiinnitin on pieni, RTM-prässin pöydästä kiinnitin tarvitsee tilaa 63 mm. Kiinnittimeen sisään tulevan muotin kauluksen tarvitsee olla maksimissaan 41 mm. Kuvassa 4.11 on esitetty kiinnittimen asetustapaa. Kiinnittimen mitat ovat nähtävissä liitteessä 13.



Kuva 4.11 Kiinnittimen asennus muotin kaulukseen /13/

Pienen koon sekä vähäisen muottikaulusvaatimuksen lisäksi tämän kiinnittimen etuna on suuri kiinnitysvoima. 22 millimetrin t-uraan asetettavalla kiinnittimellä päästään aina 40 kN:in kiinnitysvoimaan. Kiinnitin ei tarvitse mitään sille spesifioitua kiinnityskohtaa, joten sitä voidaan käyttää myös aikaisempien muottien kiinnitykseen. Haittapuolina on kiinnittimen suurehko paino. Tämä vaikeuttaa kiinnittimen käsittelyä, vaikkei 4 kg:n massa mahdoton liikuteltava RTM-huoneen ympäristössä ole. Hinta- tai saatavuustietoja ei ole tämän työn yhteydessä tutkittu.

4.4.3 Hilma GmbH kiinnitinvaihtoehto 2

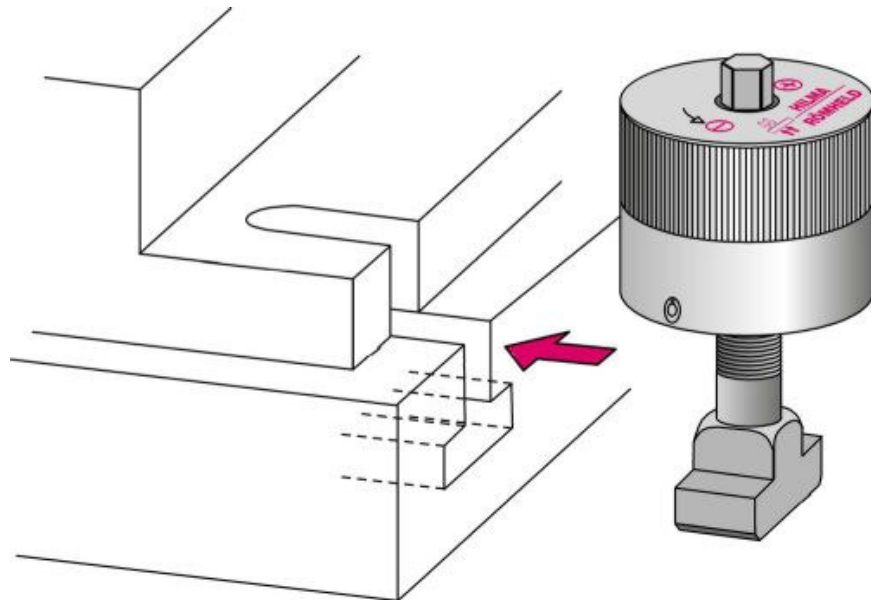
Toinen mahdollinen kiinnitin Hilman valikoimassa on kuvassa 4.12. Kuten luvussa 4.4.2 esitelty kiinnitin, myös tämä on suunniteltu nimenomaan muottien kiinnitykseen prässipöytään. Myös tämä kiinnitin on mekaaninen.



Kuva 4.12 Hilma Römheldin kiinnitin 2 /13/

Etuna edellä esitettyyn kiinnittimeen, tämä kiinnitin on planeettapyörä-rakenteensa ansiosta vielä vähemmän tilaa vievä 22 millimetrin t-uraan tehty kiinnittimen viemä tila on hyvin minimaalinen. Planeettapyörästä sisällyttävän yläosan halkaisija on 62 mm, tarvittavan muottikauluksen paksuus on 16 mm ja maksimipaksuus 24 mm. /14/

Koska kiinnittimen prässiin kiinni tuleva osuus on periaatteessa integroitu muottikauluksen sisälle, ei muottipöydästä vaadita muotin ulkopuolella yhtään lisätilaa. Tämä on huomattava etu jo valmiiksi rajallisessa tilassa, kuten ALCAS-muottien tapauksessa on kyse. Kiinnittimen asennustapa on esitetty kuvassa 4.13.



Kuva 4.13 Kiinnittimen asennus muottikaulukseen /13/

Huolimatta pienestä koostaan myös tällä kiinnittimellä saadaan aikaan erittäin suuria kiinnitysvoimia. Valmistaja lupaa 22 mm:n t-uraan asennettavalle kiinnittimelle 60 kN:n kiinnitysvoiman. Lisää tästä kiinnitimestä luvussa 5.3.

4.4.4 Amf GmbH:n kiinnitin

Myös saksalainen Amf GmbH valmistaa kiinnittimiä. Heidän valikoimansa mekaanisista kiinnittimistä on myös erittäin laaja. Verrattuna Hilma GmbH:n kiinnittimiin Amf:n kiinnittimet ovat hieman perinteisimpiä.

Kuvassa 4.14 esitetty kiinnitin täyttää esitetyt perusvaatimukset. Se on mekaaninen ja kooltaan pienehkö. Kiinnittimen kokonaisuudessaan vaatima syvyysuuntainen pituus on 106 millimetriä ja muottikauluksen korkeus tulee olla välillä 16-105 mm. (Liite 15)



Kuva 4.14 Amf kiinnitin /14/

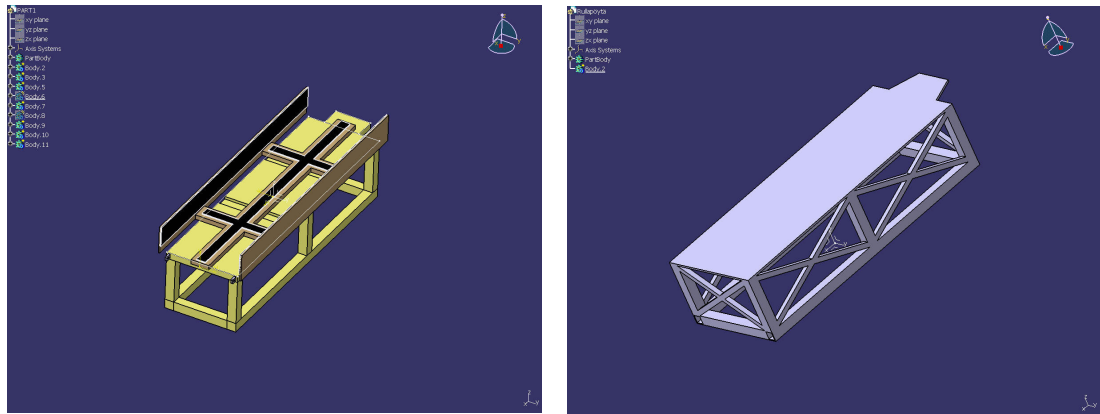
Tarvitsemansa tilan puolesta kiinnitin on kuitenkin huonoin verrattuna esitettyihin Hilma GmbH:n kiinnittimiin. Perinteisemmästä kiinnitysmenetelmästä huolimatta ei kiinnittimen paino ole Hilman vastaavia huomattavasti alhaisempi. Tällä AMF:n kiinnittimellä on painoa 2,98 kg.

5 VALITUT RATKAISUT

5.1 Ovelle kääntyvä kiinteä muottipöytä

5.1.1 Muottipöytä

Esillä olleista ratkaisuista parhaimmaksi arvioitiin ovelle kääntyvä kiinteä muottipöytä. Ensimmäin tehtiin luonnoksia pöydästä, joita on kuvattuna kuvassa 5.1. Niiden pohjalta suunniteltiin Catia V5:ttä apuna käyttäen pöydästä lopullinen malli. /1-2/



Kuva 5.1 Catia V5:llä tekemiäni luonnoksia muottipöydästä.

Lopullinen muottipöytä on yhdestä kulmasta ankkuroitu kiinni lattiaan, muut kolme kulmaa ovat pyörien varassa. Turvallisuuden takaamiseksi, tulee kolmesta pyörästä kahden kestää koko pöydän massa. /6/

Blickle Räder+Rollen GmbH u. Co:n valmistamista kuljetuspyöristä kyseeseen tulevat siten joko 1800 kg:n kantavuuden LS-GTH 252K-ST tai LS-GTH 302K-ST, jonka kantavuus on 2000 kg per pyörä. Tarkemmat tiedot näistä pyöristä on liitteissä 9 ja 10. Pöydässä on muotin liikkeen mahdollistamiseksi kolme rullatasoa sekä teline vinssille. Rullatasoista oltiin sähköpostitse yhteydessä Blue Steel Oy:hyn, mutta vastausta ei heiltä saatu. Suunnitelmaan luonnosteltiin kuitenkin rullatasot, käyttäen apuna Blue Steelin internetsivustoilta saatuja tietojen pohjalta. /12/. Pieninkin rullataso, jossa on kahdeksan kuljetinrullaa, kestää yksinään muotin painosta aiheutuvat rasitukset.

Yhden kuljetinrullan kantavuus on 500 daN

Yhteensä kuljetinrullia on suunniteltu pöytään kahdeksan kappaletta.

Muottipuolikkaan massa, sisältäen lämpölevyn ja teräksisen suojalevyn, on arviolta noin 2800 kg.

Kahdeksan kuljetinrullan antama kantavuus:

$$8 \times 500 \text{ daN} = 8 \times 5000 \text{ N} = 40\,000 \text{ N}$$

Pöydässä on myös muotin pituuden vuoksi muottia tukeva kehikko, joka samalla toimii lavana muotille. Erillistä lavaa ei siten muotin säilytyksessä tarvita.

Varsinaisia lujuuslaskentoja pöydälle ei ole tehty, eikä siten materiaalivalintojakaan. Prässiin kiinnitettävää, muotin sisäänvedon mahdollistavaa vinssin telinettä ei tässä työssä ole suunniteltu.

5.1.2 Muotin kehikko

Keskusteluissa eri muotinvalmistajien kanssa ilmeni, että trukilla tapahtuvaan kuljetukseen tarvitaan muottia tukeva kehikko. Muotin pituudesta ja ohuesta seinämäpaksuudesta johtuen, trukin kaksi kantopiikkiä eivät riitä tukemaan muottia tarpeeksi. Ilman kehikkoa muotin tarkasti toleroidut dimensiot muuttuisivat erittäin todennäköisesti. Siten pöydän yhteyteen suunniteltiin kehikko, joka samalla toimii lavana muotille. Näin erillistä lavaa muotin säilytykseen ei välttämättä tarvita. Muotin kehikossa on lisäksi sivuilla palkit estämässä muotin liikkeitä trukilla tapahtuvan kuljetuksen aikana. Tukipalkit estävät myös muotin asennuksen aikana muotin siirtymisen pois pöydältä. Kehikosta on Catia V5-piirustus liitteenä 6.

5.2 Muotin liikuttaminen prässissä

5.2.1 Serapid Ltd. hydrauliset rullakiskot

Muotin liikuttamiseen prässissä järkevin ratkaisu on Serapid Ltd:n rullakiskot. Toisin kuin Hilma Ltd:n valmistamat vastaavat rullakiskot, luvattiin Serapid Ltd:ltä kiskojen kestävän prosessin aikana olevat lämpötilat. Lisäksi yleisesti rullakiskot ovat olemassa oleva, nimenomaan muotin siirtoon alun perinkin suunniteltu ratkaisu.

Kiskoja on olemassa eri pituuksia. Käyttötarkoitukseen sopivimmat ovat 1000 mm mittaiset rullakiskot, koska niitä voidaan tarvittaessa käyttää myös muotin asentamiseen edestäpäin. Näin ollen rullakiskoista on hyötyä myös pienempien, edestä asennettavien, muottien kohdalla.

Neljän kiskon avulla saadaan prässin alapöydän 2600 mm:n pituudesta katettua 2000 mm. Mikäli muotin edestä asennuksessa tarvitaan vain yhtä rullakiskoparia, toinen kiskopari voi olla pitempi, pituudeltaan esimerkiksi 1230–1470 mm:ä, jolloin

kiskottomaksi matkaksi alapöydässä jää huomattavasti pienempi alue asennettaessa muottia sivulta käsin.

Pieneksi ongelmaksi rullakiskojen käytön osalta tekee se, että Patrian prässin pöytien t-uria ei ole tehty DIN 650-standardin mukaisesti. Standardista DIN 650 on lisää liitteessä 11.

Prässin t-urat ovat mitoiltaan lähinnä DIN 650–22-standardia, mutta poikkeavat siitä siten, että urien syvyys on 36 mm eikä standardin määrittelemät 38 mm. Koska Serapid Ltd. valmistaa rullakiskot DIN 650-standardin mukaisesti, aiheuttaa tämä ongelmia. 2 mm:n ero tarkoittaa sitä, että muotti makaisi edelleen rullakiskojen päällä, vaikka rullat laskettaisiin ala-asentoonsa. Tämä on ilman muuta epätoivottu tilanne, etenkin kun prässi suljetaan.

Ongelmaa voidaan kompensoida kahdella tavalla. Serapid Ltd:n ehdotus oli, että he valmistavat mittatilaustyönä 36mm:n uria varten. Tämä kuitenkin nostaa rullakiskojen hintaa 15 %.

Toinen tapa on ottaa huomioon 2 mm ero lämpölevyn alla olevan teräksisen suojalevyn avulla. Siihen voidaan tehdä urien kohdalle rullakiskojen levyiset, vähintään 3 mm:n syvyiset urat, kompensoimaan siten uran ja rullakiskon syvyyseron.

5.2.2 Vinssien avulla toteutettu liike

Kahden vinssin avulla saadaan toteutettua sekä sisään että ulos liike muotille. Vinssien tulee olla vetokyvyltään vähintään 500 kg:n laitteita. Ergolift Oy myy Manibox-käsiwinssisejä, joista GR-sarja on erittäin sopiva tähän tarkoitukseen. GR-sarjan vinssit ovat käsikäyttöisiä hammasvaihdevinttureita. Sopivin vinssi on 1000 kg:n vetokyvyltä varustettu vinssi, joka painaa 38 kg. Seuraava saman sarjan vinssi on vetokyvyltään 2000 kg, mutta painoa sillä on kuitenkin jo 70 kg.

5.3 Valittu kiinnitysmenetelmä

Paras ratkaisu muottipuoliskojen kiinnittämiseen RTM-prässin pöytään on neljä kappaletta Hilma GmbH:n planeettapyörä-ratkaisulla toteutetut kiinnittimet. Tämä kiinnitin on esitelty luvussa 4.4.3. Tarpeellinen määrä kiinnittimiä on kahdeksan kappaletta, neljä muottipuoliskoa kohden.

Neljällä kiinnittimellä saadaan aikaan maksimissaan 240 kN:n kiinnitysvoima, mikä on riittävä pitämään ALCAS-muotin kiinni prässissä. ALCAS-muottipuoliskon paino kun arviolta on noin 2400 kg.

Yläleuan noston ja laskun aikana tapahtuvien muottipuoliskoon kohdistuvien voimien aiheuttamien muodonmuutosten ehkäisemiseksi on muottipuoliskoa tuettava useammasta pisteestä, kuin vain neljästä. Nämä kiinnitykset voidaan toteuttaa joko jo olemassa olevilla kiinnittimillä tai 4.4.4 esitellyllä Amf GmbH:n kiinnittimillä.

Tämän kiinnittimen valintaa puoltaa myös se, että se on nopea ja helppo asentaa. Hinta saattaa olla kallis verrattuna tavallisiin kiinnittimiin, mutta ALCAS-projektin yhteyteen nämä kiinnittimet sopivat parhaiten. Nyt kun kiinnittimiä käytetään tuotekehitysprojektin yhteydessä, saadaan samalla arvokasta tutkimustulosta kiinnittimistä ja niiden mahdollisesta sopivuudesta sarjatuotantomaisempaan valmistukseen.

6 OMAT PÄÄTELMÄT

Mielestäni onnistuin työn tavoitteissa tyydyttävästi. Työn alkuunpääsyä hieman hidasti uusi työympäristö, enhän ollut aiemmin työskennellyt Patrialla. Asiaa kuitenkin helpottivat avuliaat työkaverit.

Itse työtä alussa hidasti prässin piirustusten puuttuminen. Tästä syystä jouduin ensin mittaamaan ja mallintamaan prässin itse. Catia V5-mallinnuksen teko kuitenkin auttoi suunnittelua jatkossa ja luultavasti on hyvänä apuvälineenä jatkossakin. Lisäksi Aerostructuresilla tullaan tämän työn ja muun tutkimusten avulla kehittämään ALCAS-muoteille siirto-, kiinnitys- ja käsittelyjärjestelmä. Tarvehan tällaiselle järjestelmälle on ilmeinen.

Itselleni RTM-prässin mallinnuksesta oli se etu, että opin huomattavasti uutta Catia-ohjelmasta ja sain sen käyttöön huomattavasti lisävarmuutta ja – harjoitusta. Lisäksi tutkintotyön teon ohessa sain tutustua erittäin läheltä lentokonetehtaaseen ja lentokonetuotantoon Suomessa.

Työn teko kuitenkin pitkittyi muutettuani työpaikan perässä Espooseen. Tämä myös vaikeutti kiinnittimien osuuden tekoa. Toivon kuitenkin, että tästä työstä on hyötyä sen tilaajalle, Patria Aerostructuresille.

LÄHTEET

Painetut lähteet

- 1 ALCAS-projektin toteutusmalli, PROCEDURE A-PR-ALC-001
- 2 Halme L., ALCAS Year 1 Activity Report: Patria 15.2.2006
- 3 Järvelä, P., 2805890 Polymeerikomposiitti, Tampereen Teknillinen Yliopisto, Luentomoniste 2002
- 4 Kilpeläinen, M., Prepreg-, RTM-, ja RTM-preformaussuottien pinnoitusmenetelmät, Diplomityö, Tampereen Teknillinen Yliopisto, Tampere 2004
- 5 Saarela O., Airasmaa, I., Kokko J., Skrifvars M., Komppa V., Komposiittirakenteet, Muoviyhdistys ry, Hakapaino Oy, Helsinki 2004
- 6 Makkonen Arvi, myyntipäällikkö. Keskustelu 9.3.2006, Rollmex Oy.
- 7 Forbester Iain, myynti-insinööri. Keskustelu 2.3.2006, Serapid Ltd.

Painamattomat lähteet

- 8 Halme Lauri, ALCAS-pääinsinööri. Keskustelut 2006, Patria Oyj.

Sähköiset lähteet

- /6/ Patria Oyj. [www-sivu]. [viitattu 18.3.2006] Saatavissa:
<http://www.patria.fi>
- /7/ Tervala, O., Komposiittiluonnit [PowerPoint-esitys] 1.12.2004, Patria Oyj
- /8/ Serapid Limited. [www-sivu]. [viitattu 18.3.2006] Saatavissa:
<http://www.serapid.com/gb/qdc/qdc.html>
- /9/ Ergolift Oy. [www-sivu]. [viitattu 22.3.2006] Saatavissa:
http://www.ergolift.fi/tuotteet/index.php?group=00000021&mag_nr=3
- /10/ Blickle Räder+Rollen GmbH u. Co. KG, [www-sivu] [viitattu 17.3.2006] Saatavissa:
<http://www.blickle.de/>
- /11/ ITBONA Inc. [www-sivu], [viitattu 29.2.2006] Saatavissa:
<http://www.itbona.com/ITBONA/STOLLE/tslotaccuracy.htm>
- /12/ Blue Steel Oy. [www-sivu]. [viitattu 27.3.2006] Saatavissa:

<http://www.bluesteel.fi/index.htm>

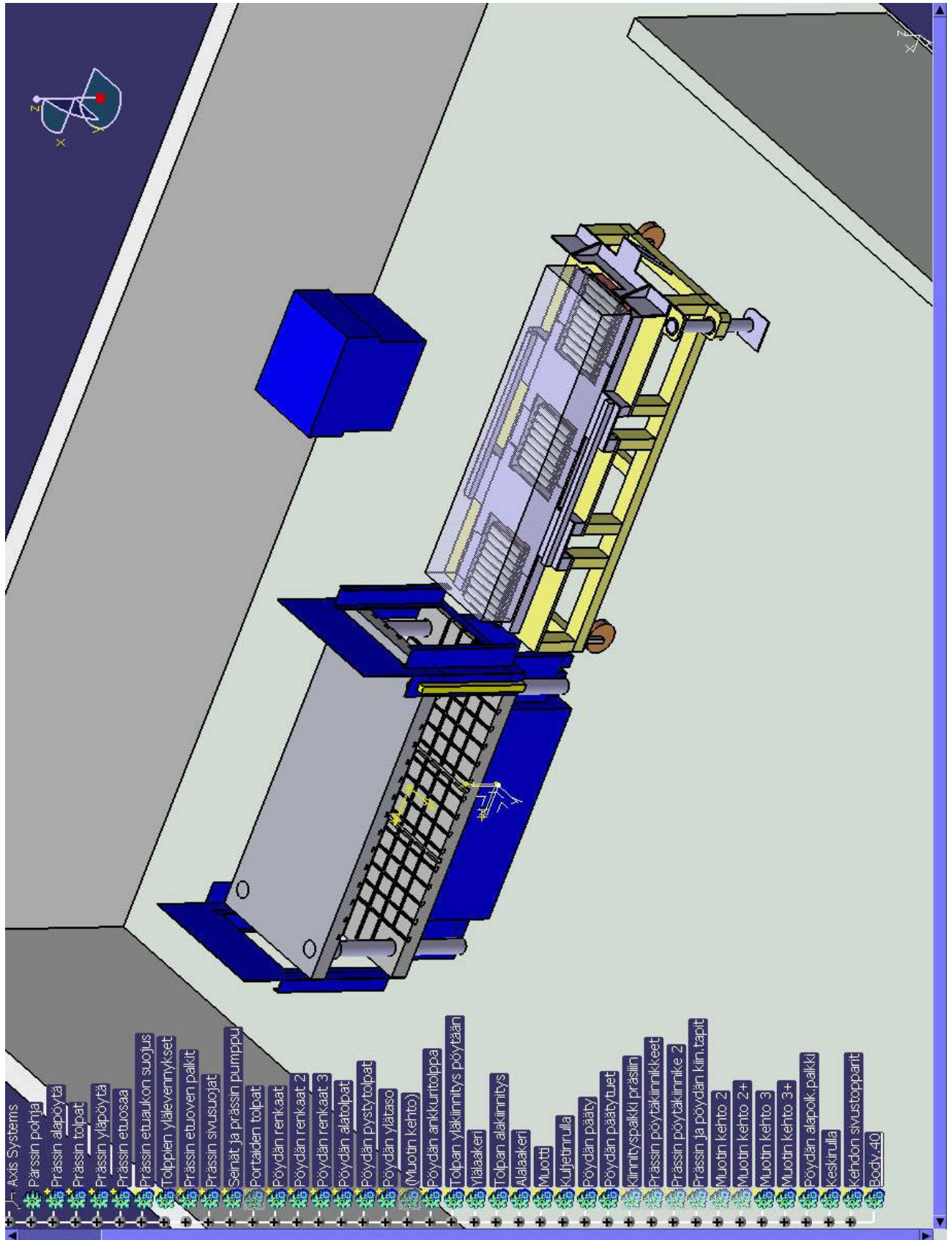
/13/ Hilma GmbH, [www-sivu]. [viitattu 16.11.2006] Saatavissa:

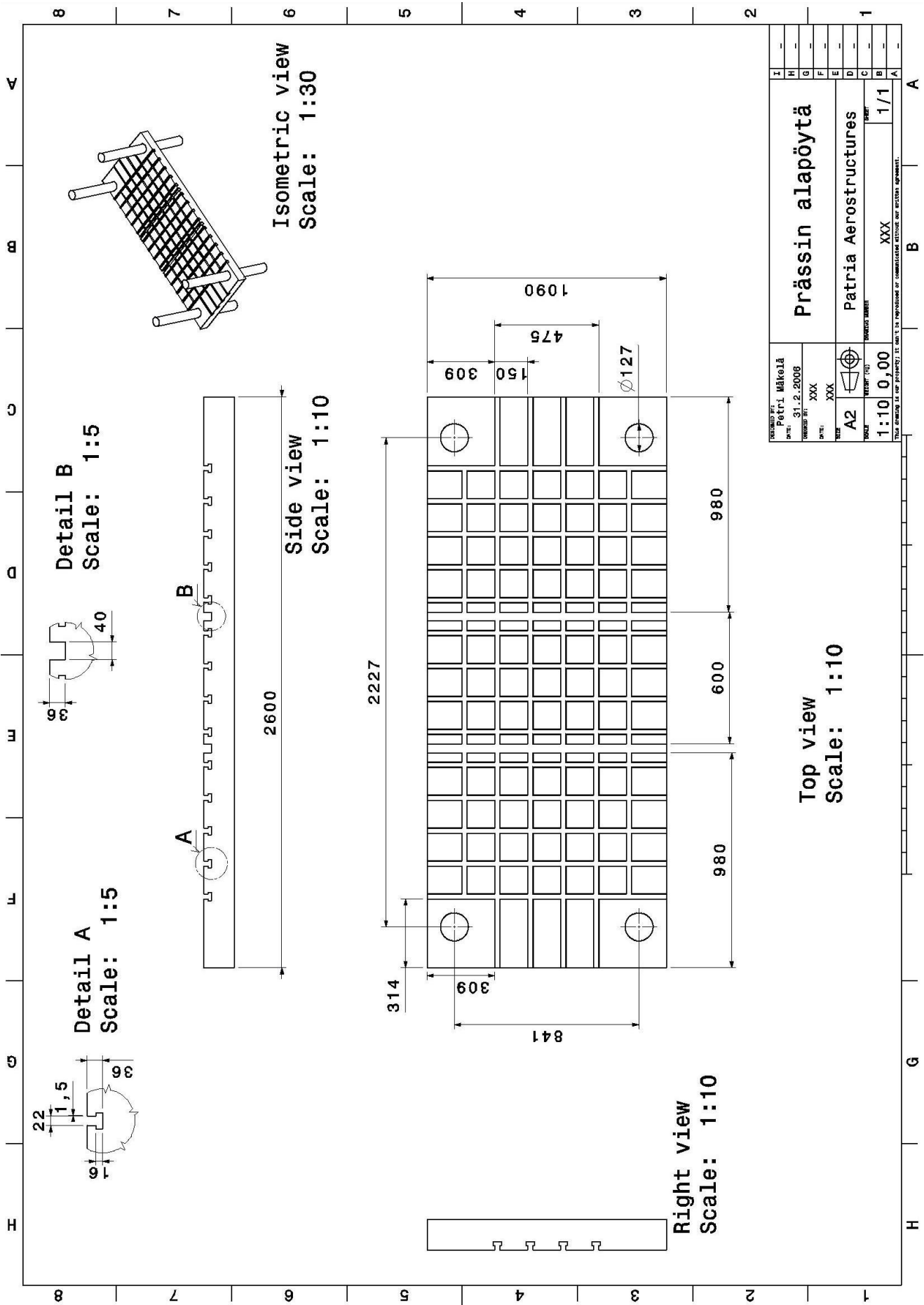
<http://www.hilma.de>

/14/ Amf GmbH, [www-sivu]. [viitattu 16.11.2006] Saatavissa:

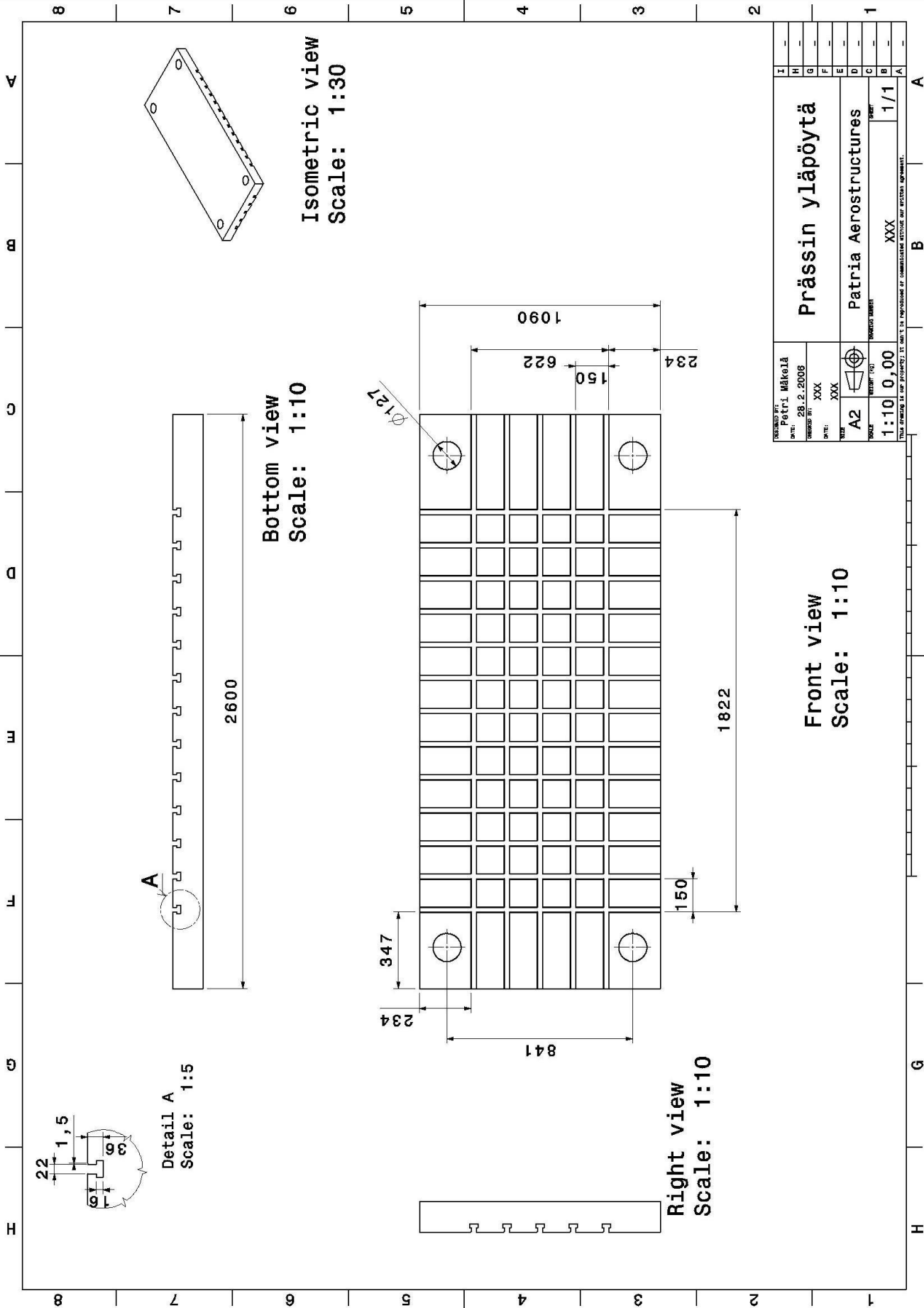
<http://www.amf.de>

LIITTEET

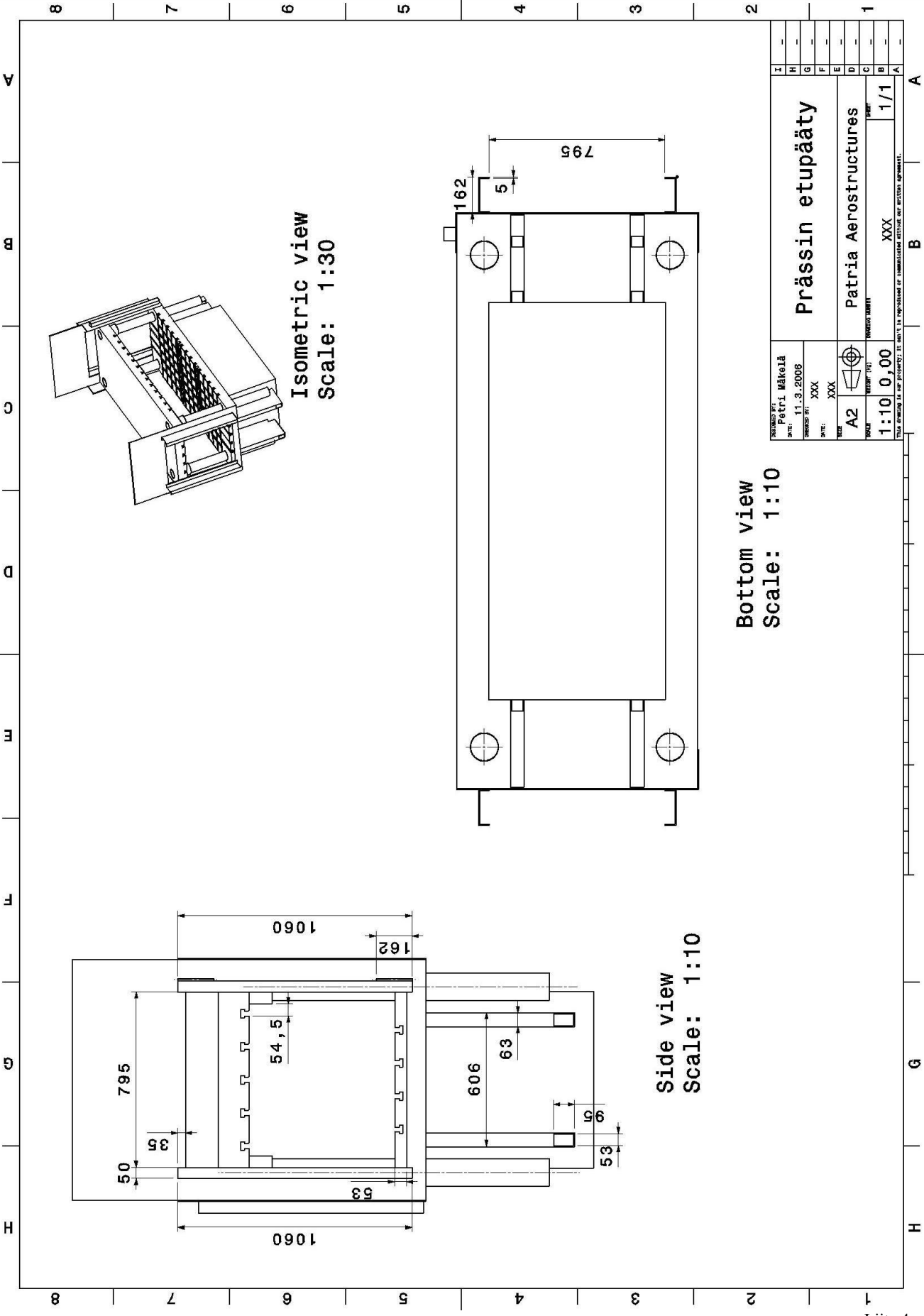


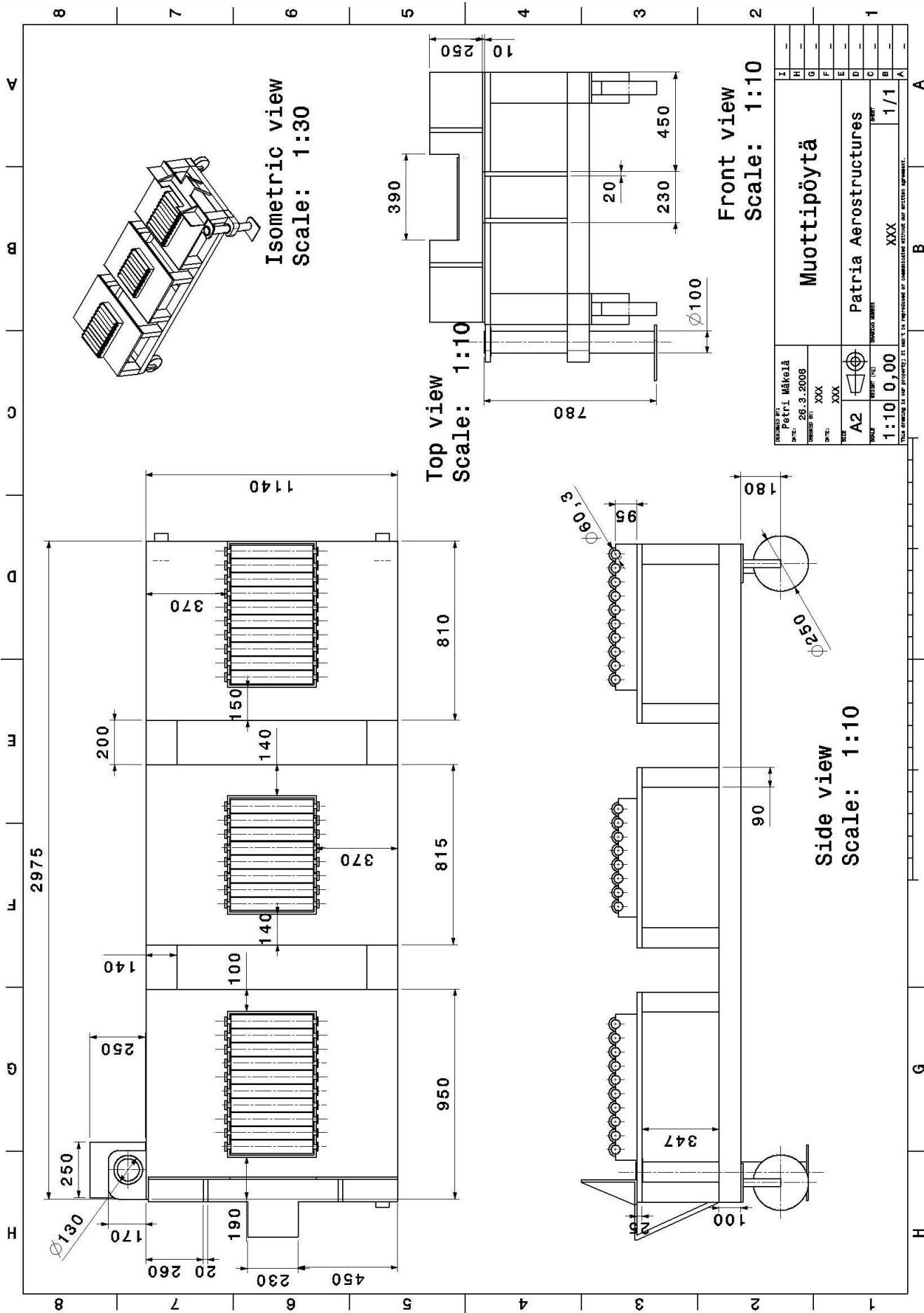


ISSUED BY: Petri Mäkelä	DATE: 31.2.2006	PROJECT NO: XXX	DATE: XXX	SCALE: 1:10 0,00	PROJECT NUMBER: XXX	1
Prässin alapöytä						2
Patria Aerostructures						3
DRAWN BY: XXX						4
CHECKED BY: XXX						5
DATE: 1/1						6
SCALE: 1/1						7
PROJECT NUMBER: XXX						8
DATE: 1/1						9
SCALE: 1/1						10
PROJECT NUMBER: XXX						11
DATE: 1/1						12
SCALE: 1/1						13
PROJECT NUMBER: XXX						14
DATE: 1/1						15
SCALE: 1/1						16
PROJECT NUMBER: XXX						17
DATE: 1/1						18
SCALE: 1/1						19
PROJECT NUMBER: XXX						20
DATE: 1/1						21
SCALE: 1/1						22
PROJECT NUMBER: XXX						23
DATE: 1/1						24
SCALE: 1/1						25
PROJECT NUMBER: XXX						26
DATE: 1/1						27
SCALE: 1/1						28
PROJECT NUMBER: XXX						29
DATE: 1/1						30
SCALE: 1/1						31
PROJECT NUMBER: XXX						32
DATE: 1/1						33
SCALE: 1/1						34
PROJECT NUMBER: XXX						35
DATE: 1/1						36
SCALE: 1/1						37
PROJECT NUMBER: XXX						38
DATE: 1/1						39
SCALE: 1/1						40
PROJECT NUMBER: XXX						41
DATE: 1/1						42
SCALE: 1/1						43
PROJECT NUMBER: XXX						44
DATE: 1/1						45
SCALE: 1/1						46
PROJECT NUMBER: XXX						47
DATE: 1/1						48
SCALE: 1/1						49
PROJECT NUMBER: XXX						50
DATE: 1/1						51
SCALE: 1/1						52
PROJECT NUMBER: XXX						53
DATE: 1/1						54
SCALE: 1/1						55
PROJECT NUMBER: XXX						56
DATE: 1/1						57
SCALE: 1/1						58
PROJECT NUMBER: XXX						59
DATE: 1/1						60
SCALE: 1/1						61
PROJECT NUMBER: XXX						62
DATE: 1/1						63
SCALE: 1/1						64
PROJECT NUMBER: XXX						65
DATE: 1/1						66
SCALE: 1/1						67
PROJECT NUMBER: XXX						68
DATE: 1/1						69
SCALE: 1/1						70
PROJECT NUMBER: XXX						71
DATE: 1/1						72
SCALE: 1/1						73
PROJECT NUMBER: XXX						74
DATE: 1/1						75
SCALE: 1/1						76
PROJECT NUMBER: XXX						77
DATE: 1/1						78
SCALE: 1/1						79
PROJECT NUMBER: XXX						80
DATE: 1/1						81
SCALE: 1/1						82
PROJECT NUMBER: XXX						83
DATE: 1/1						84
SCALE: 1/1						85
PROJECT NUMBER: XXX						86
DATE: 1/1						87
SCALE: 1/1						88
PROJECT NUMBER: XXX						89
DATE: 1/1						90
SCALE: 1/1						91
PROJECT NUMBER: XXX						92
DATE: 1/1						93
SCALE: 1/1						94
PROJECT NUMBER: XXX						95
DATE: 1/1						96
SCALE: 1/1						97
PROJECT NUMBER: XXX						98
DATE: 1/1						99
SCALE: 1/1						100

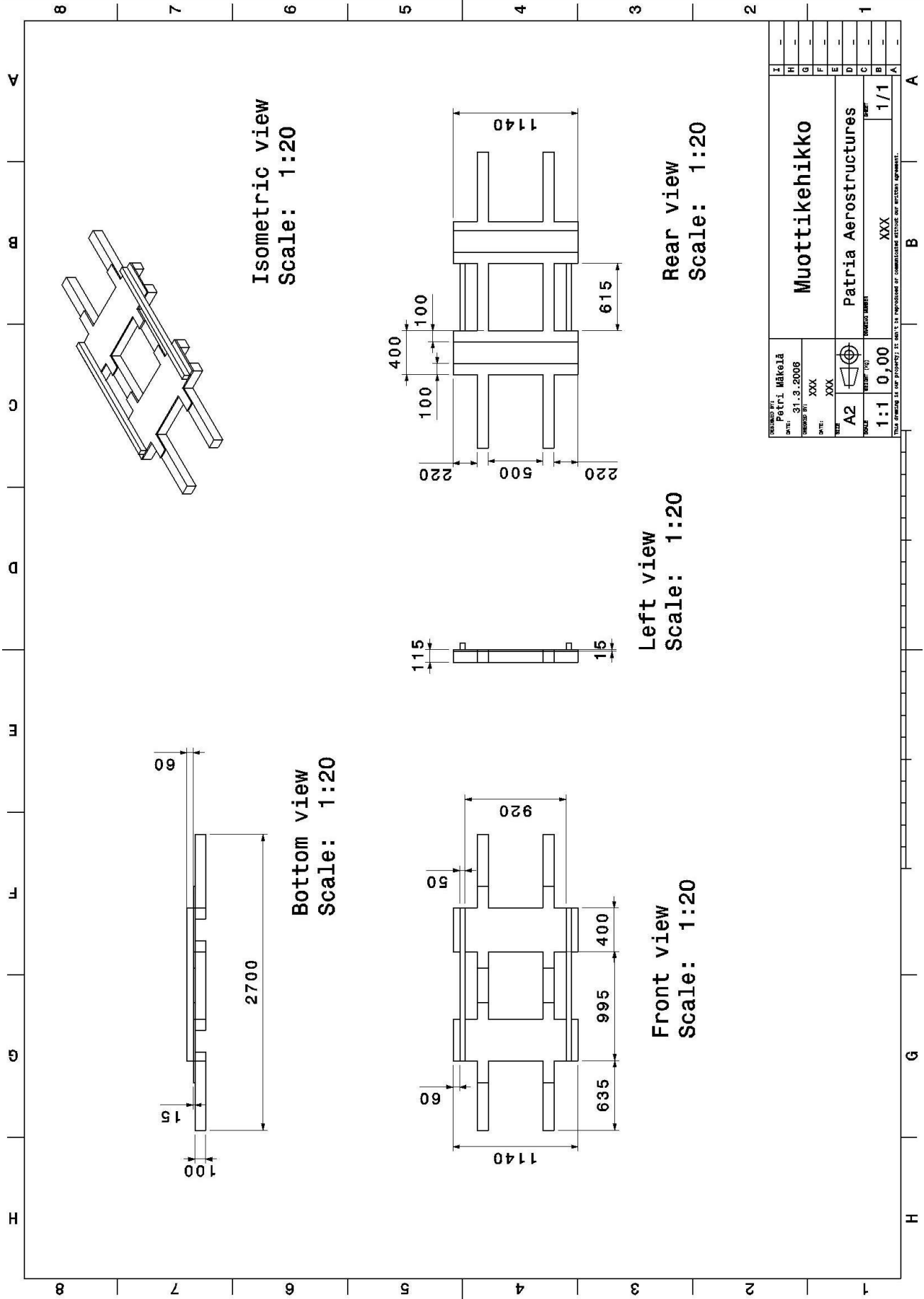


VERSIONIT Petteri Mäkelä DATE: 28.2.2008 VERSIONIT DATE: XXX SCALE A2 SCALE 1:10 0,00 TITLE Prässin yläpöytä PATRIA AEROSTRUCTURES 1/1	1 2 3 4 5 6 7 8
--	--------------------------------------





DESIGNED BY: Petri Mäkelä	DATE: 28.3.2008	VERSION: 01	SCALE: 1:10	PROJECT: XXX	DATE: XXX	SCALE: 1:10	PROJECT: XXX	DATE: 1/1
Muottipöytä				Patria Aerostructures				
A2				PROJECT: XXX				
1:10				1:10				
1				1/1				
I				A				
II				B				
III				C				
IV				D				
V				E				
VI				F				
VII				G				
VIII				H				



Manibox Käsivintturit

GR-Sarja

- Käsikäyttöinen hammasvaihdevintturi
- Kapasiteetit 150- 2000 KG
- Useita eri kiintymahdollisuuksia

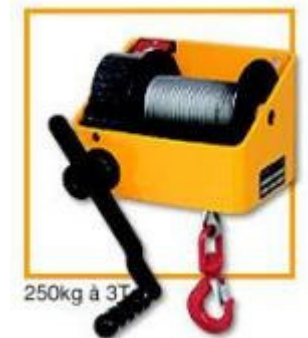
Malli	WLL Kg	Vaijerin halkaisija mm	Vaijerin max. kaapas. m	Liike/ kierros mm	Paino kg
GR-150	150	4	22	185	8
GR-300	300	5	40	35	16
GR-500	500	7	20	35	16
GR-1000	1000	9	35	24	38
GR-2000	2000	13	30	13	70



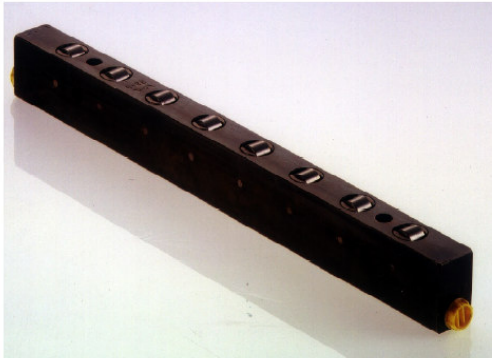
VS-Sarja

- Käsikäyttöinen kierukkavaihdevintturi
- Kapasiteetit 250- 3000 KG

Malli	WLL Kg	Vaijerin halkaisija mm	Vaijerin max. kaapas. m	Liike/ kierros mm	Paino kg
VS-250*	250	5	20	185	8
VS-500	500	7	25	35	16
VS-1000	1000	9	35	35	16
VS-1500	1500	11,5	20	24	38
VS-2000	2000	13	30	13	70
VS-3000	3000	13	40		



* 250 kg:ssa ei ole rummun vapautinta

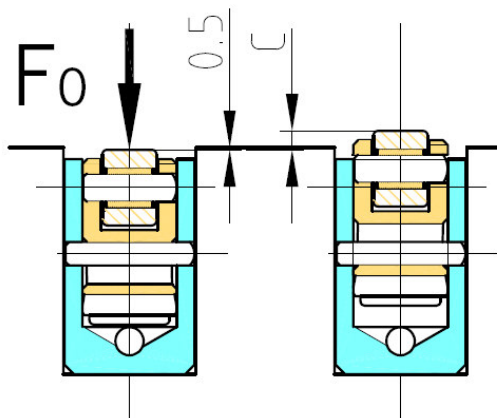


Hydraulic ball bar

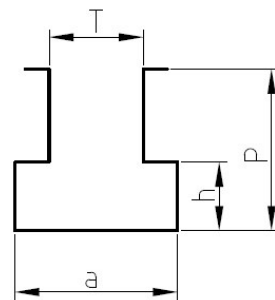
- motion in one direction
- hydraulic lifting

When die is clamped, no effort is applied on die base by the lowered bar.

Made to order to fit your standard DIN T-slot, standard JIC or your special slot.



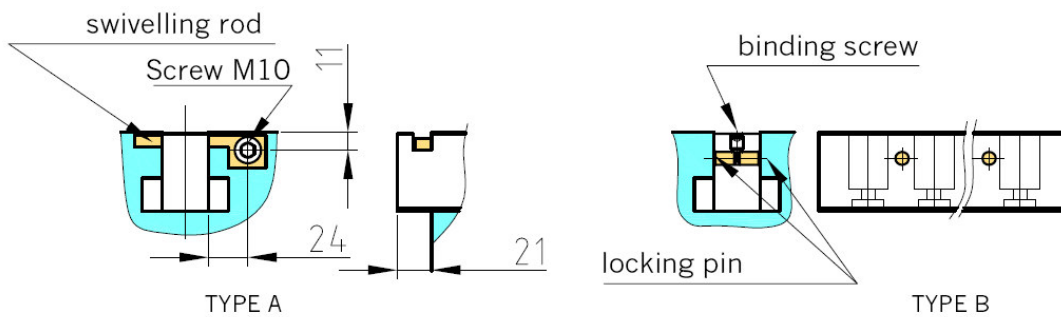
DIN 650 T-slots



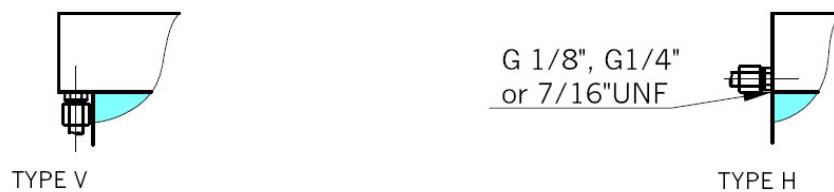
T	18	22	24	28	36
P	30	38	42	48	60
a	30	37	42	46	56
h	12	16	18	20	25

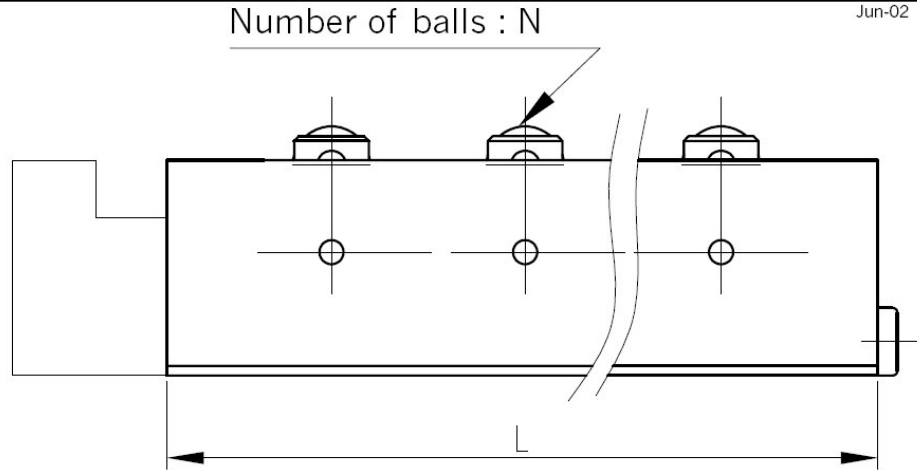
True sizes of slots must be checked and specified when ordering if they are not the same as standard.

mounting options



feeding options





When not specified, bars are delivered with "B" mounting and "H" hydraulic connection.
Hydraulic port G 1/8" for DIN 18,22, 24, and type V.
Hydraulic port G 1/4" for DIN 28&36.

N	Slot 22-24 DIN 650		Slot 28 DIN 650		Slot 36 DIN 650	
	C : 2		C : 4		C : 6	
	L (mm)	F ₀ (kN)	L (mm)	F ₀ (kN)	L (mm)	F ₀ (kN)
6	270	12	320	18.80	380	42
8	350	16	420	25.10	500	56
10	430	20	520	31.40	620	70
12	510	24	620	37.70	740	84
16	670	32	820	50.25	980	112
20	830	40	1020	62.80	1220	140
24	990	48	1220	75.35	1460	168
29			1470	91.05		
30	1230	60				
36	1470	72				

Other sizes on request (except DIN bars).

Operating pressure : 100 bar. A pressure limiter set at 150 bar max is mandatory.
To calculate rolling capacity, refer to sheet 010-00.

ordering reference : LGHL VV-WWXY-Z examples LGHL 28-10BH or LGHL 28-10AVS for non standard bar.
VV: Slot size WW: number of balls X: mounting A or B Y: feeding H or V
Z: S for non standard slot size or length (drawing needed) , hydraulic port sizes

Tuotteen tietosivu

Kääntöpyörä LS-GTH 252K-ST



Runko: Erittäin tukeva hitsattu teräs rakenne, kääntökehässä aksiaalinen kuulalaakeri DIN 711 ja kartiorullalaakeri DIN 720, jotka on pöly- ja roiskevesisuojuattu, rasvanippa, erittäin vankka pultattu keskitappi.

Keltakromatoitu.

Pyörä:

Juoksupinta: Vaaleanruskeaa Blickle Extrathane[®]-polyuretaania, valettu kiinteästi keskiöön, kovuus 92° Shore A.

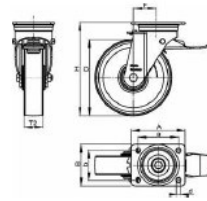
Keskiö: Suomugrafiittivalurautaa, rasvanippa.

Hopeanvärisiksi maalattu.

Lisätietoja Blicklen päälueetelon G14 sivulla 232

Tekniset tiedot:

Pyörän Ø (D):	250 mm
Pyörän leveys (T2):	80 mm
Kantavuus :	1800 kg
Levykoko (a,b):	175 x 140 mm
Reikäväli (d):	140 x 105 mm
Laakeri :	Kuulalaakeri
Rakennekorkeus (H):	305 mm
Kiinnitysreiän Ø (d):	14 mm
Paino :	16.12 kg
Poikkeama kääntöp. (F):	75 mm



Tuotteen tietosivu

Kääntöpyörä LS-GTH 302K-ST



Runko: Erittäin tukeva hitsattu teräs rakenne, kääntökehässä aksiaalinen kuulalaakeri DIN 711 ja kartiorullalaakeri DIN 720, jotka on pöly- ja roiskevesisuojuattu, rasvanippa, erittäin vankka pultattu keskitappi.
 Keltakromatoitu.

Pyörä:

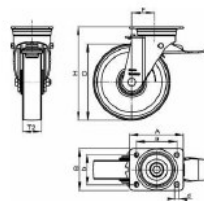
Juoksupinta: Vaaleanruskeaa Blickle Extrathane[®]-polyuretaania, valettu kiinteästi keskiöön, kovuus 92° Shore A.

Keskiö: Suomugrafiittivalurautaa, rasvanippa. Hopeanväriseksi maalattu.

Lisätietoja Blicklen päälueetelon G14 sivulla 232

Tekniset tiedot:

Pyörän Ø (D):	300 mm
Pyörän leveys (T2):	80 mm
Kantavuus :	2000 kg
Levykoko (a,b):	175 x 140 mm
Reikäväli (d):	140 x 105 mm
Laakeri :	Kuulalaakeri
Rakennekorkeus (H):	355 mm
Kiinnitysreiän Ø (d):	14 mm
Paino :	21.7 kg
Poikkeama kääntöp. (F):	85 mm



T-SLOT ACCURACY TO DIN 650

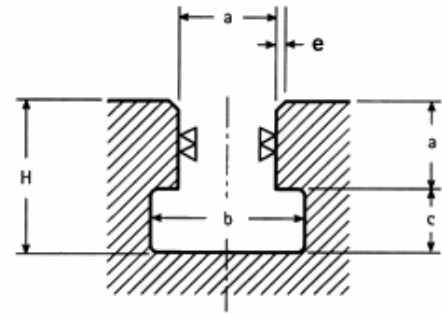
Tolerance on slot width H12. (Tolerances H7 or H8 on request)

Example:

A T-slot **DIN 650-28 H12** has a nominal slot opening (a) of 28 mm for bolt size M24 (1").

The T-slot height (H) according to the table below is 48 mm.

(1 mm = 0.03937 inch, 1 inch = 25.4 mm)



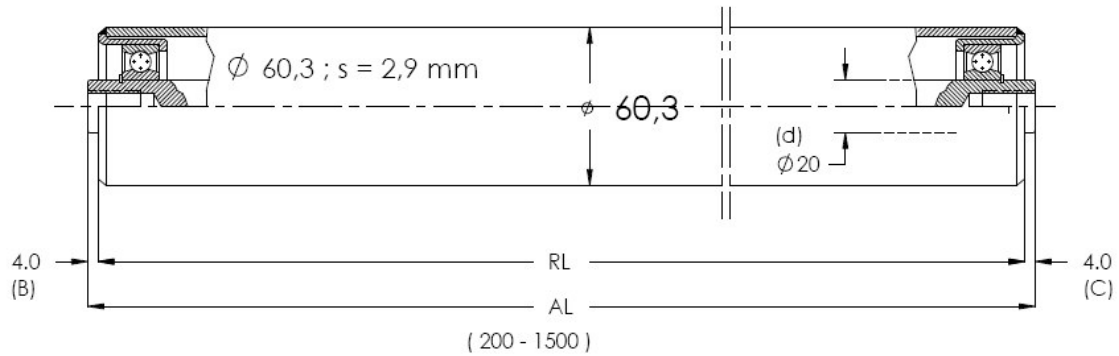
Dimension a	for screw		b (mm)	c (mm)	H (mm)	e (mm)
10	M 8	-	17,5 - 18	8	18	1,0
12	M 10	-	20,5 - 21	9	21	1,0
14	M 12	1/2"	23,5 - 24	10	24	1,0
16	M 14	-	26,5 - 27	11	27	1,0
18	M 16	5/8"	29,5 - 30	12	30	1,5
20	M 18	-	33,5 - 34	14	34	1,5
22	M 20	3/4"	37,5 - 38	16	38	1,5
24	M 22	7/8"	41,0 - 42	18	42	1,5
28	M 24	1"	47,0 - 48	20	48	1,5
32	M 27	1 1/8"	54	22	54	1,5
36	M 30	1 1/4"	60	25	61	2,0
42	M 36	1 1/2"	70	29	74	2,0

BS-KULJETINRULLA

ST-60,3-AL-20K10-S

RASKAASEEN KÄYTTÖÖN

VAPAARULLA SISÄKIERREAKSELILLA
PÄÄTY JA VAIPPA TERÄSTÄ
PINTAKÄSITTELY, SÄHKÖSINKITYS



HALK.	B	C	AL=RL+	
Ø 60,3	4	4	8	
RULLAN PÄÄTYRAKENTEEN KUORMITUSARVOT:				
LAAKERI	KANT. daN	MAX. NOP.	NOP.	AKSELIN KIERRE
URAKUULALAAKERI	Staat./Dyn	m/s	n/s	
6004 2Z	500 / 500	0,8	4,2	M 10 x 20

Liite 12

Sliding clamp, mechanical with integral high-pressure spindle



Applications:

- ▶ for clamping and locking dies on press beds and rams
- ▶ on beds of machine tools
- ▶ when the available space is limited

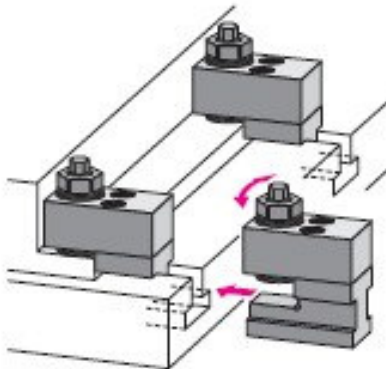
Function:

The sliding clamp is manually placed in the T-slot and screwed against the die clamping edge. Once the high-pressure spindle has been adjusted to suit the height of the clamping edge, the clamping force is built up by turning the hexagon nut (SW 1) in a clockwise direction. The clamping force achieved depends on the tightening torque selected with the torque wrench.

Special features:

- ◆ Suitable for retrofit
- ◆ Compact design and easy handling
- ◆ Clamping force of between 40 and 80 kN
- ◆ High clamping force with low torque
- ◆ Compensates for large clamping edge tolerances
- ◆ No colliding edges, smooth die positioning
- ◆ No need for die standardisation (width and depth)
- ◆ Self-locking by patented wedge system

Accessory
Torque wrench 20 - 100 Nm
Part no. 9.3792.6610



Note:

Before applying the tightening torque, the high-pressure spindle must be screwed against the clamping edge so that there is no play. If the parts are not rigid, tighten the high-pressure spindle using the hexagon nut (SW 2) until there is no play.



Mechanical sliding clamps fastened to a machine bed.

Subject to technical modification

Hilma-Römheld GmbH
Schützenstraße 74 · D-57271 Hiltchenbach
Phone +49 (0) 2733 / 281-0 · Fax +49 (0) 2733 / 281-113 · www.hilma.de

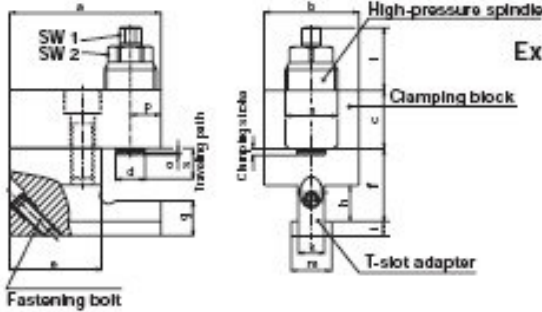
6.2210
03/2006



HILMA



Sliding clamp, mechanical with integral high-pressure spindle



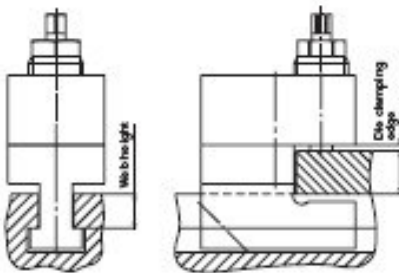
Example of ordering: **2212.185/ 80**

Sliding clamp, mechanical
T-slot: 18 mm
Clamping force: 40 kN

Functional dimension
Y' = 80 (in mm)
to be quoted in the order

Part no.	T-slot DIN 650 (mm)	Clamp- ing force (kN)	Clamp- ing stroke (mm)	Max. tightening torque (Nm)	Dimensions in mm											Max. travelling path		Weight (kg)			
					a	b	c	d	e	g	h	i	k	l	m	n	p		s	SW1	SW2
2212-185	18	40	1,5	45	104	65	40	19	63	24	25	10	18	50	28	M 36 x 3	21	30	13	30	3,7
2212-225	22	40	1,5	45	104	65	40	19	63	32	30	14	22	50	35	M 36 x 3	21	30	13	30	4,0
2213-285	28	80	2,2	90	116	80	50	28	63	42	37	18	28	60	44	M 48 x 3	27	35	17	41	6,5

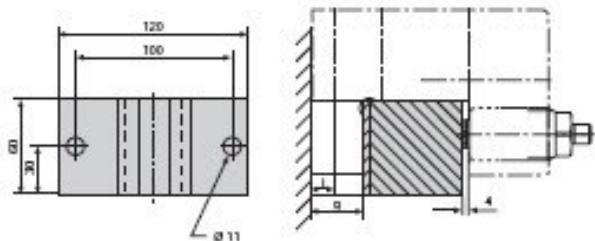
Special versions are available on request.



Functional dimension 'f':

die clamping edge
+ web height of T-slot
+ 4 mm
= dimension 'f'

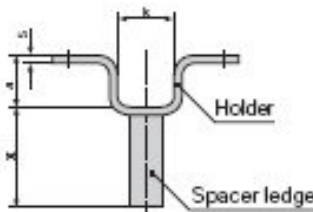
Parking station accommodates the clamping element during die change



Distance 'x':

$$x = f + i - g - 4 \text{ mm}$$

Dimension x to be quoted in the order



T-slot to DIN 650 (mm)	Parking station, with holder and spacer ledge Part no.	Holder Part no.	Spacer ledge Part no.	a mm	k mm	i mm	g mm
18	8.2754.1850	2754-180	2754-500	25	30	10	24
22	8.2754.2250	2754-220	2754-500	33	37	14	32
28	8.2754.2850	2754-280	2754-500	43	46	18	42

6.2210

03/2006

Hilma-Römheld GmbH
Schützenstraße 74 · D-57271 Hilschenbach
Phone +49 (0) 2733 / 281-0 · Fax +49 (0) 2733 / 281-113 · www.hilma.de

Subject to technical modification

Clamping nut, mechanical with integral planetary gear



Planetary gear
inside the clamping nut
for clamping force multiplication

Applications:

- ▶ for clamping and locking dies on press beds and rams
- ▶ on beds of machine tools
- ▶ when the available space is limited

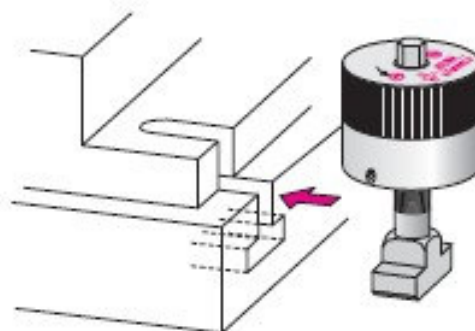
Function:

Following manual positioning of the clamping nut against the clamping edge, the integral planetary gear is brought into action by turning the hexagon nut. As a result of the gear transmission, the tightening torque is multiplied. In order to reliably ensure the required clamping force, we recommend that a torque wrench is used.

Special features:

- ▶ Suitable for retrofit
- ▶ Compact design allows for multiple clamping
- ▶ Intensification of clamping force possible in case of multiple clamping
- ▶ High clamping force with low torque
- ▶ Compensates for large clamping edge tolerances
- ▶ Easy manual clamping and unclamping

Example of application



Subject to technical modification

Hilma-Römheld GmbH
Schützenstraße 74 · D-57271 Hilschenbach
Phone +49 (0) 2733 / 281-0 · Fax +49 (0) 2733 / 281-113 · www.hilma.de

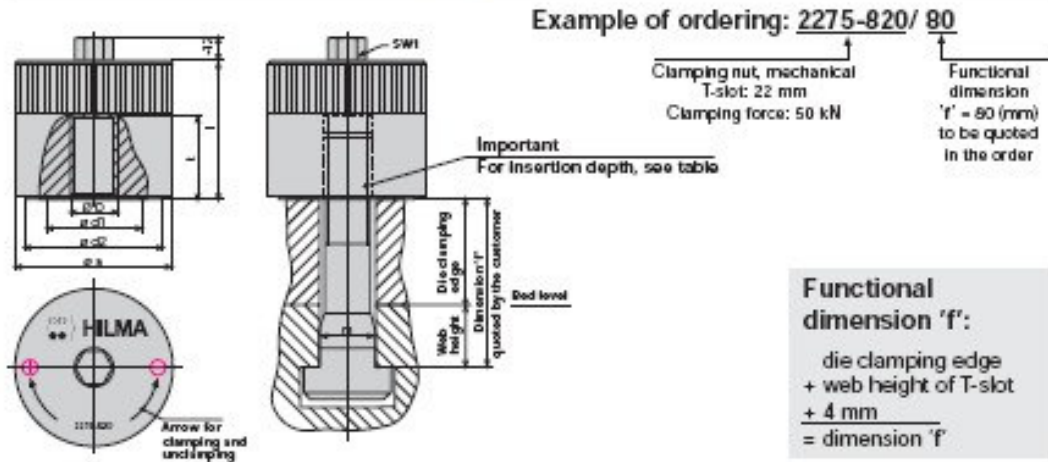
6.2275
03/2006



HILMA



Clamping nut, mechanical with integral planetary gear



Clamping nut with T-slot adapter

Part no.	T-slot DIN 650	Clamping force (kN)	Tightening torque (Nm)	D	Dimensions in mm						Insertion depth		Weight ca. (kg)
					a	d1	d2	l	t	SW1	min.	max.	
2275-816	18	60	25	M16	62	32	60	50	24	13	16	24	2,0
2275-820	22	60	30	M20	62	32	60	50	24	13	16	24	2,1
2276-824	28	100	45	M24	73	42	71	70	35	15	25	35	3,2
2277-830	36	150	70	M30	83	52	81	75	40	17	30	40	5,5
2277-836	42	150	75	M36	83	52	81	75	40	17	30	40	6,5
2278-836	42	200	120	M36	120	82	118	80	45	17	35	45	6,5

Clamping nut (separately supplied)

Part no.	Clamping force (kN)	Tightening torque (Nm)	D	Dimensions in mm						Insertion depth		Weight ca. (kg)
				a	d1	d2	l	t	SW1	min.	max.	
2275-716	60	25	M16	62	32	60	50	24	13	16	24	0,9
2275-720	60	30	M20	62	32	60	50	24	13	16	24	0,85
2276-724	100	45	M24	73	42	71	70	35	15	25	35	1,7
2277-730	150	70	M30	83	52	81	75	40	17	30	40	2,2
2277-736	150	75	M36	83	52	81	75	40	17	30	40	2,1
2278-736	200	120	M36	120	82	118	80	45	17	35	45	4,6

Other sizes and threads (e.g. inch) are available on request.

Accessories:

Torque wrench 20 - 100 Nm
Part no. 9.3792.6610

Torque wrench 40 - 200 Nm
Part no. 9.3792.6620



6.2275

03/2006

Hilma-Römheld GmbH
Schützenstraße 74 · D-57271 Hilchenbach
Phone +49 (0) 2733 / 281-0 · Fax +49 (0) 2733 / 281-113 · www.hilma.de

Subject to technical modification
























Products // Standard Clamping Elements // Clamps

Tapered clamp with adjusting support screw

No. 6314V

Tapered clamp with adjusting support screw
Tempering steel, varnished.



Order no.		h*	sim. DIN6316 b1 x L	for clamp. screw	GxLS	A	b2	e1	e2	 [g]	Quantity	SC	CAD
70177	10	8-37	11x80	-	M10x39	15	30	15	30	200	1		CAD
70193	12+14	10-47	14x100	-	M12x49	20	40	21	40	560	1		CAD
70821	12+14	10-92	14x100	-	M12x94	20	40	21	40	635	1		CAD
70219	16+18	13-52	18x125	-	M16x55	25	50	26	45	1110	1		CAD
70839	16+18	13-87	18x125	-	M16x90	25	50	26	45	1230	1		CAD
70201	20+22	16-65	22x160	-	M20x69	30	60	30	60	2050	1		CAD
70847	20+22	16-105	22x160	-	M20x109	30	60	30	60	2230	1		CAD
70151	24+28	20-83	26x200	-	M24x87	30	70	35	80	3200	1		CAD
70854	24+28	20-133	26x200	-	M24x137	30	70	35	80	3470	1		CAD
70268	10	8-32	11x80	M10x10x80	M10x39	15	30	15	30	340	1		CAD
70276	12	10-40	14x100	M12x12x100	M12x49	20	40	21	40	700	1		CAD
72801	12	24-92	14x100	M12x12x160	M12x94	20	40	21	40	830	1		CAD
70284	14	10-38	14x100	M12x14x100	M12x49	20	40	21	40	720	1		CAD
72827	14	23-92	14x100	M12x14x160	M12x94	20	40	21	40	845	1		CAD
70292	16	13-48	18x125	M16x16x125	M16x55	25	50	26	45	1400	1		CAD
72942	16	15-83	18x125	M16x16x160	M16x90	25	50	26	45	1610	1		CAD
70300	18	13-46	18x125	M16x18x125	M16x55	25	50	26	45	1400	1		CAD
73056	18	13-81	18x125	M16x18x160	M16x90	25	50	26	45	1630	1		CAD
70326	20	16-65	22x160	M20x20x160	M20x69	30	60	30	60	2600	1		CAD
73064	20	21-105	22x160	M20x20x200	M20x109	30	60	30	60	2930	1		CAD
70318	22	16-65	22x160	M20x22x160	M20x69	30	60	30	60	2770	1		CAD
73072	22	19-105	22x160	M20x22x200	M20x109	30	60	30	60	2980	1		CAD

*depending on depth of slot to DIN 650 and position of fixture nut.
Clamps without T-bolts are same item for sizes 12 and 14, 16 and 18, 20 and 22, each.

