

EPÄKESKOPURISTIMEN

AUTOMATISOINTI

Latan katkaisu epäkeskopuristimella

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Mekatroniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2008
Antti Toikka

KÄYTETYT MERKINNÄT JA KAAVAT

Suure	Tunnus	Yksikkö
voima	F [N]	newton
paine	p [Pa]	pascal
teho	P [W]	watti

Peruskaavat

Voima

Kiihdytysvoima: $F = ma[N]$

(Kervinen, Smolander 2003, 112).

Kitkavoima: $F_R = \mu \times F_N[N]$

(Kervinen, Smolander 2003, 112).

Momentti

Massahitausmomentista: $M = J \times \alpha = J \times \frac{n}{9,55 \times t_A} [Nm]$

(Kettunen, 2005)

Kiihdytykselle: $M_H = \frac{(J_M + \frac{1}{2} \times J_L) \times n_M}{9,55 \times t_A} + M_L [Nm]$

(Kettunen, 2005)

Teho

Pyörivä liike: $P = \frac{M \times n}{9550} [kW]$

(Kettunen, 2005)

Massahitausmomentti

Lineaarinen liike: $J_X = 91,2 \times m \times \left(\frac{v}{n_M}\right)^2 [kgm^2]$

(Kettunen, 2005)

Pyörivä liike: $J_X = J \times \left(\frac{n}{n_M}\right)^2 [kgm^2]$

(Kettunen, 2005)

Kinematiikka

$s = v \times t$ (Kervinen, Smolander 2003, 111)

$v = a \times t$ (Kervinen, Smolander 2003, 111)

$t = \sqrt{\frac{2 \times s}{a}}$ (ABB)

Erikoiskaavoja

Käynnistysaika: $t_A = \frac{\left(J_M + \frac{J_X}{\eta}\right) \times n_M}{9,55 \times (M_H - M_L)} [s]$

(ABB)

Jarrutusaika: $t_B = \frac{(J_M + J_X \times \eta) \times n}{9,55 \times (M_B + M_L \times \eta^2)} [s]$

(ABB)

Jarrutusmatka: $s_B = v \times 1000 \times \left(t_2 + \frac{1}{2} \times t_B\right) [mm]$

(ABB)

Pysäytymistarkkuus: $X_B \approx \pm 0,12 \times s_B [mm]$

(ABB)

Sallittu kitkatyö/toiminto: $WR = \frac{1}{2} \times J \left(\frac{\pi \times n_M}{30}\right)^2 [J]$

(ABB)

Kitkatyö/tunti: $PR = WR \times \frac{c}{h}$ (ABB)

Lahden ammattikorkeakoulu

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Toikka, Antti

Epäkeskopuristimen automatisointi
Latan katkaisu epäkeskopuristimella

Mekatroniikan opinnäytetyö, 29 sivua, 52 liitesivua

Kevät 2008

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö tehtiin Orima-Tuote Oy:lle. Työssä pyrittiin suunnittelemaan järjestelmä, joka helpottaisi ja ehkä jatkokehitettynä mahdollistaisi automatisoidun alumiinilattojen katkaisun epäkeskopuristinta hyödyntäen. Tavoitteena oli tehdä työntekijän kannalta yksitoikkoinen ja mahdollisen työtaturman riskin sisältävä työvaihe helpommaksi ja tätä kautta myös parantaa työturvallisuutta. Suunnittelussa yritettiin miettiä laitteen toimintaa niin teoreettisten laskujen pohjalta kuin käytännön tilanteita ja koneturvallisuuhtakin ajatellen. Suunnittelussa lähdettiin liikkeelle siitä, että laitteen käyttämiseen tarvittaisiin jatkossakin työntekijä, mutta työntekijän tehtävä helpottuisi kun käsin tapahtuva latan kuljettaminen jäisi pois työvaiheesta. Järjestelmän toteutus päätettiin tehdä lineaarimoduulilla, jossa olevaa kelkkaa liikuteltaisiin lineaarimoduulin päätyyn asennettavalla sähkömoottorilla. Suunnitelmaan sisältyi teknisen suunnittelun ohella myös suurpiirteisen kustannusarvion laatiminen.

Avainsanat: Lineaarimoduuli, massahitausemomentti, käyttötiheys, jarrumoottori

THESIS ABSTRACT

This thesis was made to Orima-Tuote Oy. The subject of this work was to design a system that would make possible to automatize one stage of function that includes cutting aluminium level rods into smaller stumps. The objective was to release labourer from monotonous work and to improve occupational safety. During the designing process the idea was to notice both theoretical and safety factors. The calculations were made by virtue of basic physical formulas. It was considered that it still would need a labourer to be there applying the machine but he would not have to move the aluminium level rod by hand. The plan was to use a linear module with separately mounted motor to move the rods. This work includes estimate of cost as well as technical designing documents.

Key words: Linear module, inertia, frequency of use, brake motor

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	SUUNNITTELUPROSESSIN KUVAUS JA VALINTOJEN PERUSTELU	2
3	MOOTTORIN MITOITUS	11
	3.1 Staattinen teho	11
	3.2 Dynaaminen teho	12
4	RAJAKYTKIMEN JA MITTATOPPARIN VÄLISEN ETÄISYYDEN MÄÄRITTÄMINEN	15
	4.1 Jarrutusaika	15
	4.2 Jarrutusmatka	16
	4.3 Etäisyyden optimointi käytännössä ennen käyttöönottoa	16
	4.4 Kuorman aiheuttama kitkatyö	17
5	PAINEILMASYLINTERIN VALINTA	17
	5.1 Kiihtyvyys	18
	5.2 Toiminta-aika	18
6	TOIMINTAKUVAUS	19
7	OSALUETTELO	21
8	LAITTEIDEN TYYPIT JA KUSTANNUSARVIO	23
9	YHTEENVETO	26
	LÄHTEET	28
	LIITTEET	29

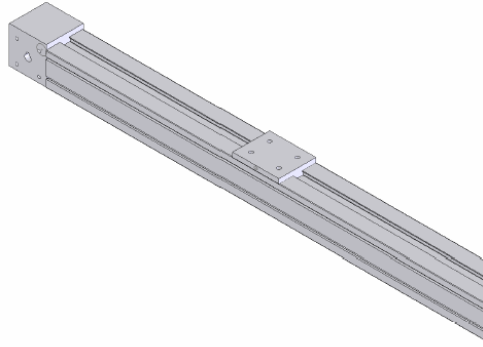
1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella järjestelmä, jolla voitaisiin osittain automatisoida muun muassa kattotikkaiden selkäkaariin tulevien alumiinilattojen katkaisu määrättyyn mittaan. Tavoitteena oli nopeuttaa tuotantoa sekä osittain tai kokonaan poistaa työntekijän kannalta yksinkertainen, toistuva työvaihe. Vaatimuksina oli riittävä tarkkuus ja nopeus sekä mahdollisimman vähäinen huollontarve ja pitkä käyttöikä. Järjestelmän myötä myös laitteen turvallisuuden tuli parantua käyttäjän kannalta. Työ tehtiin Orima-Tuote Oy:lle opinnäytetyön tekijän oman ehdotuksen pohjalta. Lähtökohtaisessa tilanteessa kyseinen tuotannon vaihe tehtiin täysin manuaalisesti. Työntekijä asetti mittatopparin käsin työmääräimen mukaiseen lukemaan, minkä jälkeen latta liikuteltiin käsin mittatoppariin ja epäkeskopuristimen poljinta painamalla katkaistiin latta haluttuun mittaan, ja edelleen toistettiin samat vaiheet lattan loppuun asti. Suunniteltavan laitteen tulisi olla helppokäyttöinen, luotettava, käyttäjälleen turvallinen sekä kustannuksiltaan kohtuullinen. Näihin vaatimuksiin pääsemiseksi laitteen suunnittelussa olisi tarkoitus käyttää laskelmiin perustuvia valintoja niin moottorin kuin muidenkin osien suhteen. Mahdollisuuksien mukaan laitteeseen tulisi jättää jonkinlainen mahdollisuus jatkokehitykselle ja automaatioasteen viemiselle vielä pidemmälle. Suunnittelun alkuperäisenä tavoitteena oli tuottaa sellaiset dokumentit, joiden pohjalta laite olisi mahdollista toteuttaa myös käytännössä, tai vähintäänkin antaa selkeä käsitys laitteen toimintaperiaatteista ja teknisistä yksityiskohdista.

2 SUUNNITTELUPROSESSIN KUVAUS JA VALINTOJEN PERUSTELU

Aluksi määriteltiin pääpiirteittäin laitteen rakenne asetettujen tavoitteiden pohjalta. Alkuperäisenä tavoitteena oli työvaiheen täysautomaatio, jossa laite olisi automaattisesti tarttunut lattaan, siirtänyt sen lineaarisesti liikkuvaan kelkkaan ja ajanut määrätyn mittaisia kappaleita. Tavoitetta oli kuitenkin muutettava osittaiseen automatisointiin, koska opinnäytteelle käytössä olleen ajan rajoissa täysautomaatio olisi ollut liian laaja suunnittelukokonaisuus. Lopulliseksi tavoitteeksi muodostui näin ollen suunnitella laite, jossa haluttu mitta aseteltaisiin käsin helpokäyttöisellä liukumekanismilla, latta siirrettäisiin lähellä olevalta työtasolta kelkan kyytiin ja käynnistettäisiin nappia painamalla. Yhden lattan loputtua kelkan tulisi palata alkuasemaan, jossa jälleen asetettaisiin uusi latta kelkkaan.

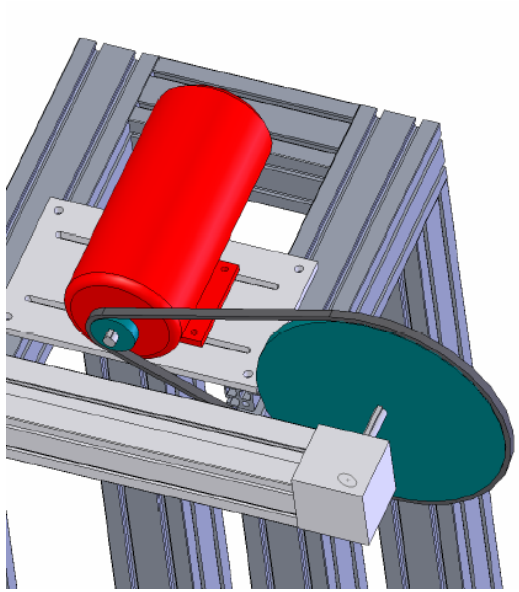
Raaka-ainetoimittajalta tulevien lattojen mitat ovat 6000mm x 50mm x 6mm, joten erityisesti lattan pituus on käsiteltävyyden ja vakauden kannalta ongelmana. Kokonaisesta latasta katkaistavien osien pituus vaihtelee n. 200 mm ja 2000 mm välillä, mistä johtuen halutun mitta-arvon asettelu tulisi suunnitella huolella. Suunnittelussa lähdettiin ensimmäiseksi kartoittamaan laitteen mekaanista rakennetta käsiluonnosten avulla. Lattan liikuttamiseen muodostui alustaviksi vaihtoehtoisiksi paineilmasyylinteri, kuljetinhihna tai lineaarimoduuli. Paineilmasyylinterien kanssa ongelmaksi muodostui lattan pituus, jonka vuoksi olisi luultavasti tarvittu kaksi teleskooppisyylinteriä peräkkäin asennettuina riittävän iskunpituuden aikaan saamiseksi. Hihnakuljetin olisi ollut kustannuksiltaan edullisin, mutta lopulta päädyttiin kuitenkin lineaarimoduuliin (kuvio 1) ensisijaisesti sen kestävyuden, tukevan rakenteen ja huoltovapauden takia. Lineaarimoduuli on valmis kokonaisuus, johon voidaan liittyä joko suoraan moottorin akselilla tai erillisen voimansiirron kautta. Moduuli koostuu alumiiniprofiilista, jonka sisään on rakennettu hihnapyörien ja hammashihnan välityksellä liikkuva johde. Alumiiniprofiilin ulkopuolella on lineaarisesti liikkuva kelkka, johon voidaan kiinnittää tarpeen mukaan erilaisia laitteita, kuten tässä tapauksessa ”hahlo”, johon latta asetetaan ja jonka mukana latta liikkuu.



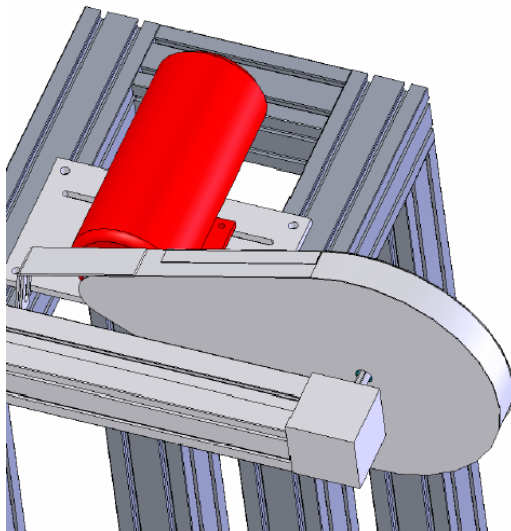
KUVIO 1. Lineaarimoduuli

Moottoriksi valittiin aluksi oikosulkumoottori ilman jarrua, mutta laskelmien perusteella moottorin ja sitä kautta vaunun pysähtymismatka olisi muodostunut ongelmaksi, joten oli valittava jarrulla varustettu moottori. Jarrumoottorin tyypiksi valittiin DC-jarrumoottori, joka on asentamisen kannalta helppo, sillä erillisiä kytkentöjä ei tarvita. Kytkenäkotelossa on integroituna tasasuuntaaja, joka kytkee jännitteen jarrun kelalle, kun moottorikontaktori kytkeytyy kiinni vapauttaen mekaanisen jarrun ja päästäen moottorin käynnistymään.

Välitystyyppiä valittiin kiilahihna ja kiilahihnapyörät (kuvio 2), koska tällöin välityssuhdetta olisi tarvittaessa vaihde moottoria helpompi muuttaa hihnapyörien kokoa vaihtamalla. Kiilahihnan tapauksessa turvallisuuteen kiinnitettiin huomiota asentamalla kattava suojakotelo (kuvio 3) välityksen ympärille, jolloin käyttäjä ei vahingossa saisi esim. sormiaan hihnan väliin.



KUVIO 2. Voimansiirto ilman kotelointia

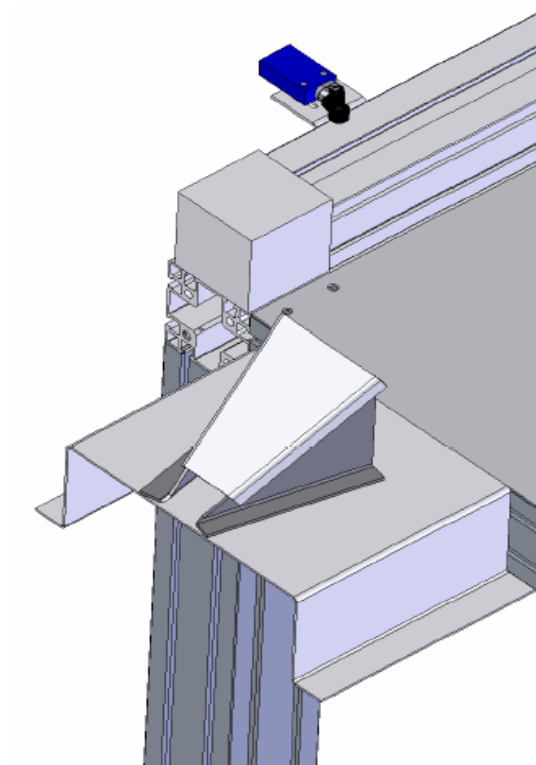


KUVIO 3. Hihnan kotelointi

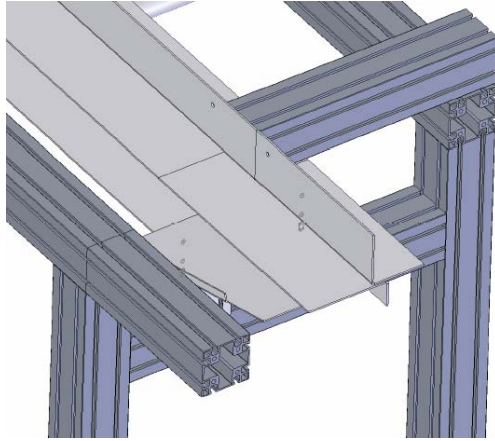
Suunnittelun lähtökohtana oli pyrkiä laitteen rakenteen muunneltavuuteen, jotta se voitaisiin mahdollisimman pienin muutoksin sovittaa erikokoisten epäkeskopuristinten kanssa toimivaksi. Tätä tarkoitusta varten laitteen molemmat suuret osakokonaisuudet – mittakokonaisuus ja moduulikonaisuus – suunniteltiin siten, että niihin liitetään tietyt epäkeskopuristinkohtaiset sovitukset.

Kyseisiä sovitussosia vaihtamalla sekä tarpeen mukaan laitteen tukijalkojen pituutta säätämällä saataisiin laite toimimaan erilaisten puristinten kanssa.

Tällaisen suunnittelun taustalla oli ajatus siitä, että epäkeskopuristimen rikkoutuessa ei tarvitsisi uutta laitetta hankittaessa kiinnittää suurta huomiota puristimen ja automatisointijärjestelmän yhteensopivuuteen, vaan laite sovitettaisiin tietyillä vaihdettavilla osilla epäkeskopuristimen mukaiseksi (kuviot 4 ja 5).

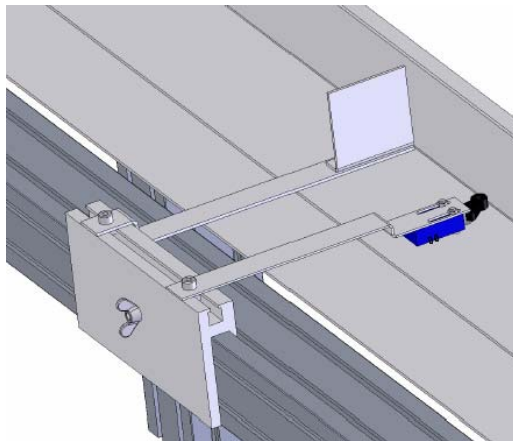


KUVIO 4. Moduulikokonaisuuden vaihdettava osa: aputaso



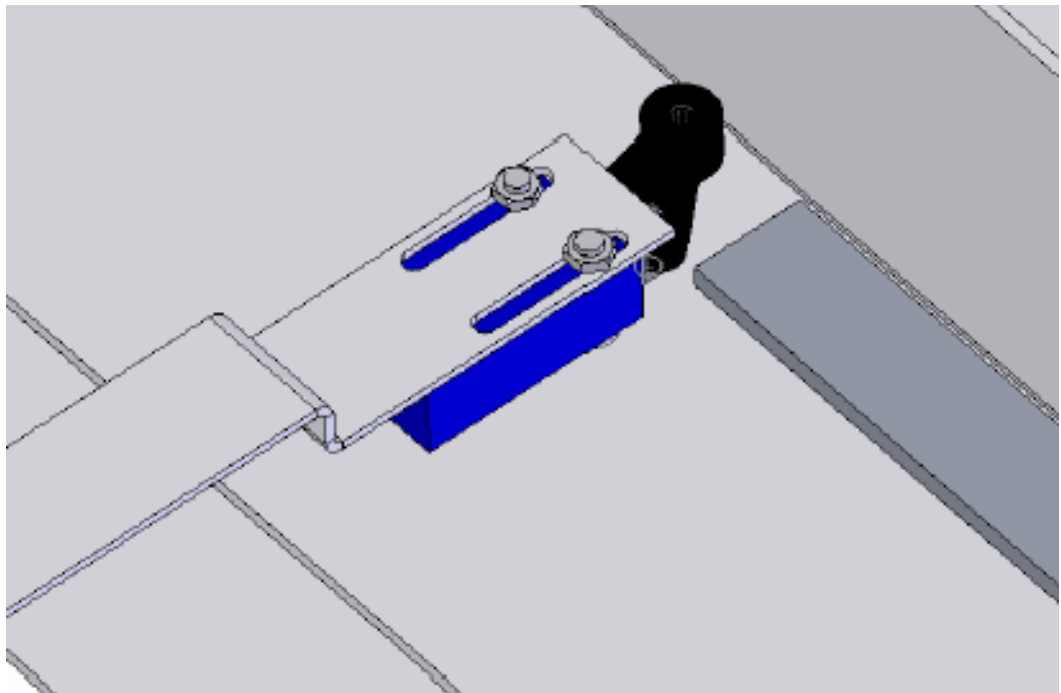
KUVIO 5. Mittakokonaisuuden vaihdettavat osat: jatkettava mittaliuku, pudotus-taso ja ohjuri

Mittatopparin ja rajakytkimen kanssa lähtökohtana oli osien välisen etäisyyden säädettävyys. Kyseisten osien tulisi kuitenkin sijaita samassa johdeli'ussa (kuvio 6), jotta halutun mitta-arvon asettaminen onnistuisi sujuvasti ja nopeasti. Säädettävyiden syynä oli vaunun vaatima pysähtymismatka, joka vaikuttaisi rajakytkimen ja topparin väliseen etäisyyteen. Etäisyyttä pyrittiin suunnittelussa määrittämään laskujen perusteella, mutta laskennallinen arvo olisi kuitenkin ainoastaan viitteellinen, ja näin ollen käytännössä etäisyys tulisi kalibroida testiajoilla.



KUVIO 6. Mittaliuku

Latan tunnistuksen anturivaihtoehtoina oli joko mekaaninen rajakytkin tai optinen anturi. Optisen anturin käyttöä puolsi mahdollisuus anturin sijoittamiseen pois liikkuvien osien lähetyviltä, jolloin riski mekaanisen kosketuksen aiheuttamasta rikkoutumisesta olisi pieni. Valinnassa päädyttiin kuitenkin mekaaniseen rajakytkimeen, koska laitteen sijoitusympäristö tulisi olemaan teollisuushalli, jossa rasva, pöly ja lika saattaisi aiheuttaa optiseen anturiin toimintahäiriöitä. Rajakytkin tulisi suojata iskuilta suunnittelemalla latan liike ohjurien avulla niin, että latta osuisi vain rajakytkimen tuntoelinrullaan eikä runkoon (kuvio 7).



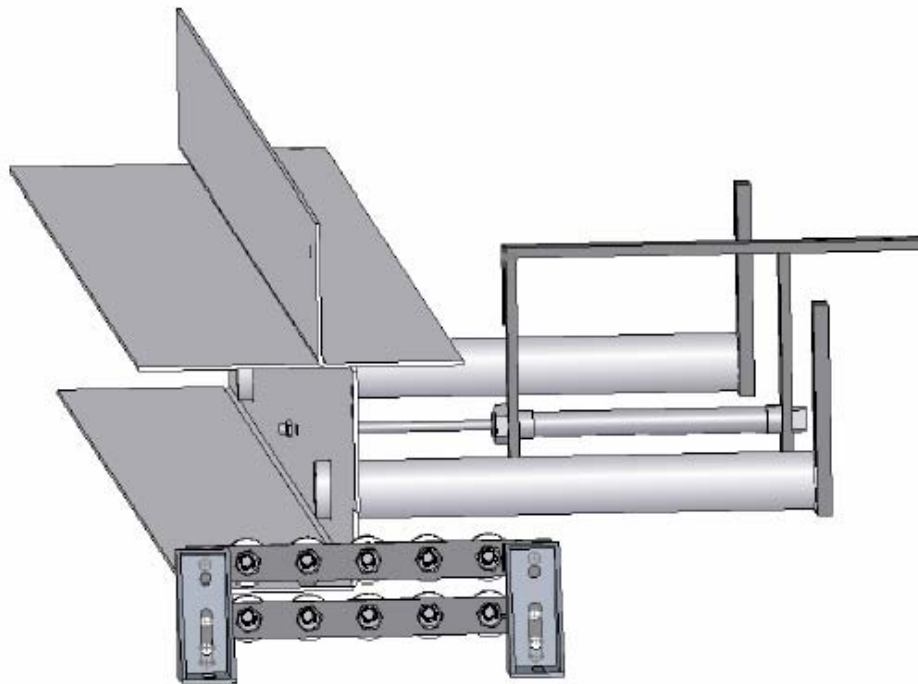
KUVIO 7. Rajakytkin ja latta

Pudotustaso suunniteltiin liikkumaan rullalaakereiden varassa (kuvio 8), jolla saatiin minimoitua kuluminen sekä vähennettyä käytettävän sylinterin voimantarvetta.

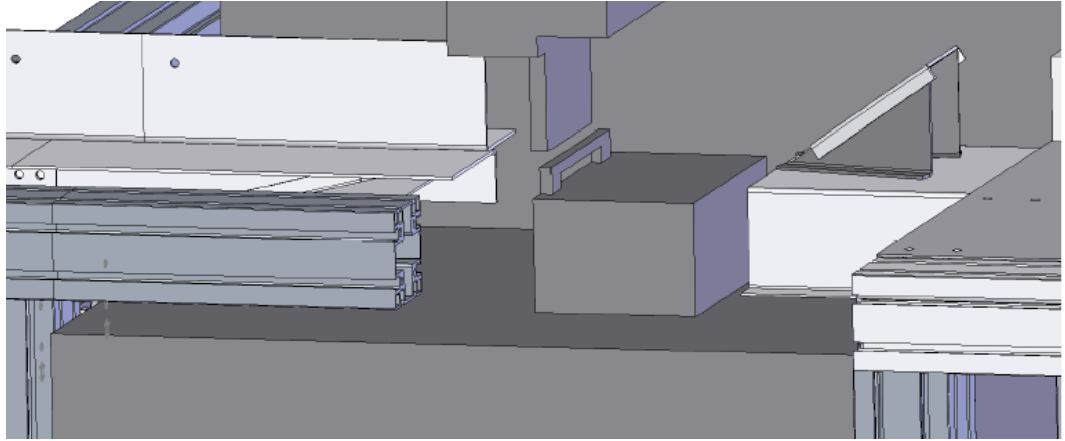
Laitteeseen ei suunniteltu passiivisia turvalaitteita, kuten valoverhoja, koska kelkan liikenopeus on pieni ja aktiiviset turvalaitteet nostaisivat laitteen kustannuksia sekä tekisivät käyttämisestä monimutkaista. Aktiivisena turvalaitteena käytettiin hätäseispainiketta, joka sijoitettiin kytkentäkotelon kanteen samaan yhteyteen kuin muutkin käyttöpainikkeet.

Suunnittelussa täytyi huomioida, että katkaistut latan kappaleet poistuvat automaattisesti tiettyyn paikkaan, eikä niitä tarvitse erikseen kerätä ennen uuden latan asettamista. Ratkaisuksi muodostui liikkuva taso (kuvio 9), joka toimii normaalisti latan liukualustana, mutta epäkeskopuristimen iskun jälkeen pudottaa katkaistun latan hallitusti pois tasolta. Toteutuksen potentiaalisina vaihtoehtoina oli joko vaaka- tai pystysuunnassa liikkuva pudotustaso.

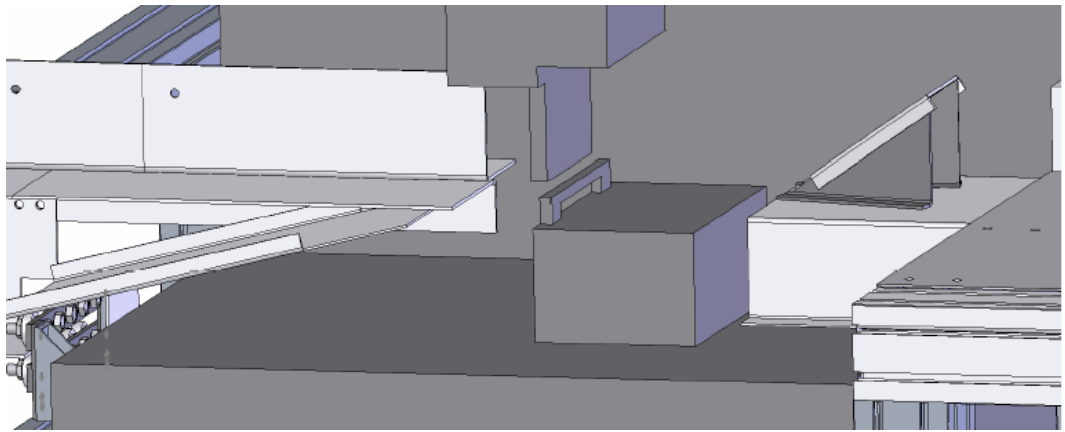
Epäkeskopuristimen tiiviit mitat huomioon ottaen pystysuuntainen liike olisi ollut vaikea toteuttaa, joten ongelmassa päädyttiin vaakasuuntaisen tason suuntaisesti liikkuvaan ratkaisuun. Pudotustason liikkeen suuren nopeusvaatimuksen ja pienen voimantarpeen vuoksi liikkeen toimielimeksi valittiin paineilmasylinteri.



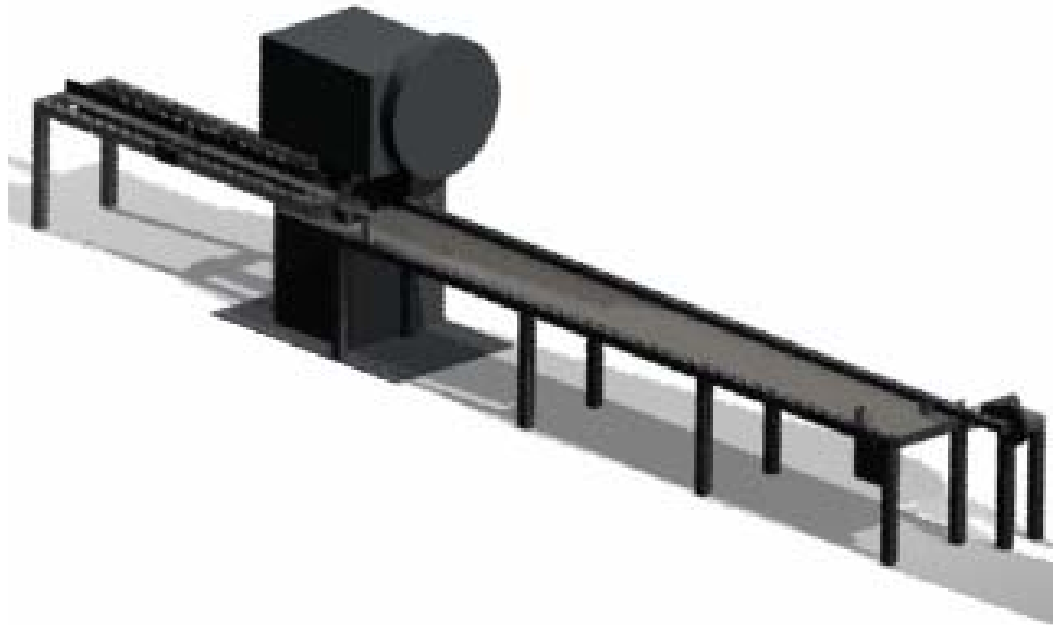
KUVIO 8. Yksinkertaistus paineilmasylinteristä ja pudotustasosta



KUVIO 9. Sovitus epäkeskopuristimeen



KUVIO 10. Yksinkertaistus laitteen sovituksesta epäkeskopuristimeen



KUVIO 11. Yleiskuva laitteen sovituksesta epäkeskopuristimeen

Moottorin suunnanvaihto toteutettiin kahdella logiikan ohjaamalla kontaktorilla, joista toinen kytkettiin ”ristiin” vaihtamalla kahden vaiheen järjestystä. Laitteen ohjaukseen valittiin käytettäväksi ohjelmoitava logiikka, koska se mahdollistaisi laitteeseen mahdollisesti jatkossa tehtävät laajennukset tai pidemmälle viedyn automatisoinnin.

Korroosionestoa ei erityisesti huomioitu suunnittelussa, koska laitteen sijoitusympäristö on tehdashalli, jonka ilmankosteus on normaali ja lämpötila vaihtelee +15...30 celsiusasteeseen. Suunnitteluprosessin edetessä suurimmaksi ongelmaksi muodostui ohjurin ja poistotason sovittaminen epäkeskopuristimen lähelle.

Katkaistut latat tuli saada ohjattua pois epäkeskon päältä lavalle, joten puristimen iskurin alapuolelle täytyi saada mahtumaan liuku, jota pitkin latat poistettaisiin. Tätä silmällä pitäen iskurin iskunpituus olisi säädettävä siten, ettei iskuri alasennessa käydessään tapaa liukuun eli poistotasoon.

3 MOOTTORIN MITOITUS

Moottorin mitoittaminen koostuu staattisen tehon ja dynaamisen tehon määrittelystä.

Latta on materiaaliltaan alumiinia, josta saadaan massaksi:

$$m = \rho V = 2700 \text{ kg/m}^3 \times (6000 \times 25 \times 5) \times 10^{-3} \text{ m}^3 \approx 2,0 \text{ kg}$$

Mitoitetaan käyttö kahdelle latalle:

$$\Rightarrow m \approx 5 \text{ kg}$$

3.1 Staattinen teho

- 1) Lasketaan kitkavoima, kun alumiinilatta liukuu peltialustalla (oletetaan kitkakertoimen olevan enintään $\mu = 0,20$)

$$F_{\mu} = 0,20 \times 5 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \approx 10 \text{ N}$$

- 2) Moduulin hammashihnalle ilmoitetaan Rollcon datalehdessä staattiseksi vastukseksi $F_s = 1,730 \text{ N}$.

- 3) Moottorin ja lineaarimoduulin välisen kiilahihnan staattinen vastus riippuu hihnan kireydestä. Arvioidaan staattiseksi momentiksi moottorin akselilla $M_s = 0,5 \text{ Nm}$.

Redusoidaan kitkavoima ja moduulin staattinen vastus momentiksi moottorin akselille:

$$M_{red} = (10 + 1,730)N \times 28,65 \times 10^{-3}m \times \frac{50mm}{280mm} \approx 0,06Nm \quad | \quad \text{moduulin hihnapyörän halkaisija } d = 28,65mm . \quad (\text{Kettunen, 2005})$$

Staattinen momentti kokonaisuudessaan:

$$M_{stat} = (0,5 + 0,06)Nm = 0,56Nm , \text{ josta saadaan staattiseksi tehoksi}$$

$$\Rightarrow P_{stat} = \frac{M \times n}{9550} = \frac{0,56Nm \times 700 \text{ min}^{-1}}{9550} \approx 0,05kW .$$

(Kettunen, 2005)

3.2 Dynaaminen teho

1) Määritellään latan massahitautsmomentti kaavan avulla.

$$J_x = 91,2 \times m \times \left(\frac{V}{n_M} \right)^2 = 91,2 \times 5kg \times \left(\frac{0,4 \frac{m}{s}}{700 \text{ min}^{-1}} \right)^2 \approx 1,49 \times 10^{-4} kgm^2$$

2) Voimansiirrossa käytettyjen kiilahihnapyörien massahitautsmomentit saadaan laskettua pyörille ilmoitettujen mittojen ja massan avulla sijoittamalla luvut kaavaan.

$$m = 0,4kg$$

$$\text{Hihnapyörä 1: } r_1 = 25mm$$

$$r_2 = 7mm$$

$J = \frac{1}{2} \times m \times (r_1^2 + r_2^2)$ | massahitausemomentti ontolle, paksuseinäiselle lieriölle

(Kervinen, Smolander)

$J_1 = \frac{1}{2} \times 0,4kg \times (0,025^2 + 0,007^2) \times m^2 \approx 1,35 \times 10^{-4} kgm^2$ | moottorin akselilla

$$m = 4,0kg$$

Hihnapyörä 2: $r_1 = 140mm$

$$r_2 = 7mm$$

$$J_2 = \frac{1}{2} \times 4,0kg \times (0,140^2 + 0,007^2) m^2 \approx 392,8 \times 10^{-4} kgm^2$$

Redusoidaan hihnapyörä 2:n hitausmassa moottorin akselille

$$\Rightarrow J_{red} = J_2 \times \left(\frac{n}{n_M} \right)^2 \quad | \quad n = \frac{v \times 1000 \times 60}{\pi \times D} = \frac{0,37 \frac{m}{s} \times 1000 \times 60}{\pi \times 57,3mm} \approx 125 \text{ min}^{-1}$$

(Kettunen, 2005)

$$= 392,8 \times 10^{-4} kgm^2 \times \left(\frac{125 \text{ min}^{-1}}{700 \text{ min}^{-1}} \right)^2 \approx 12,5 \times 10^{-4} kgm^2$$

Ulkoinen massahitausemomentti kokonaisuudessaan (moottorin roottorin massahitausemomenttia ei vielä huomioitu):

$$J_{Xkok} = (1,49 + 1,35 + 12,5) \times 10^{-4} kgm^2 \approx 15,4 \times 10^{-4} kgm^2$$

Dynaaminen momentti (ilman moottoria)

$$M_{dyn} = \frac{\frac{J_{Xkok}}{\eta} \times n_M}{9,55 \times t_A} = \frac{\frac{15,4 \times 10^{-4} \text{ kgm}^2}{0,88} \times 700 \text{ min}^{-1}}{9,55 \times 0,5 \text{ s}} \approx 0,26 \text{ Nm} \quad | \quad \mu = \text{kiilahihnan}$$

hyötysuhde, t_A = kiihdytysaika (Kettunen, 2005)

Dynaaminen teho

$$P_{dyn} = \frac{M_{dyn} \times n_M}{9550} = \frac{0,26 \text{ Nm} \times 700 \text{ min}^{-1}}{9550} \approx 0,02 \text{ kW} \quad (\text{Kettunen, 2005})$$

Tarvittava kokonaisteho muodostuu staattisesta tehosta ja dynaamisesta tehosta,

$$\Rightarrow P_{kok} = P_{stat} + P_{dyn} = 0,05 \text{ kW} + 0,02 \text{ kW} = 0,07 \text{ kW} .$$

Valitaan ABB:n luettelosta yksinopeuksinen oikosulku-DC-jarrumoottori:

M3VRF 71A 3GVR 074 401-ASE

Kyseiselle moottorille ilmoitetaan arvoiksi (ABB):

$$P_N = 0,09 \text{ kW}$$

$$n_N = 690 \text{ min}^{-1}$$

$$J_M = 7,8 \times 10^{-4} \text{ kgm}^2$$

$$M_N = 1,25 \text{ Nm}$$

$$M_B = 10 \text{ Nm}$$

Tarkistetaan vielä laskenta huomioiden valitun moottorin roottorin massahitausmomentti, moottorin nimellismomentti ja ilmoitettu tarkka pyörimisnopeus:

$$M_H = \frac{(J_M + \frac{1}{\eta} \times J_L) \times n_M}{9,55 \times t_A} + M_{stat}$$

$$M_H = \frac{(7,8 \times 10^{-4} \text{ kgm}^2 + \frac{15,4 \times 10^{-4} \text{ kgm}^2}{0,88}) \times 690 \text{ min}^{-1}}{9,55 \times 0,5s} + 0,56 \text{ Nm} \approx 0,93 \text{ Nm}$$

$$\frac{M_H}{M_N} = \frac{0,93 \text{ Nm}}{1,25 \text{ Nm}} \times 100\% \approx 74\% \leq 130\% \quad (\text{ABB})$$

⇒ Kuorman kiihdytysmomentti saa olla enintään 1,3-kertainen moottorin nimellismomenttiin nähden, jotta moottorin käynnistyminen on mahdollista.

Kuorman vaatima kiihdytysmomentti saa ylittää moottorin nimellismomentin, koska moottorin käynnistysmomentti on nimellismomenttia suurempi.

4 RAJAKYTKIMEN JA MITTATOPPARIN VÄLISEN ETÄISYYDEN MÄÄRITTÄMINEN

Rajakytkimen rullavivun ja mittatopparin välinen etäisyys riippuu vaunun jarrutusmatkasta. Jarrutusmatkan laskemiseksi on ensin määritettävä jarrutusaika.

4.1 Jarrutusaika

$$t_B = \frac{(J_M + J_X \times \eta) \times n_M}{9,55 \times (M_B + M_{stat} \times \eta^2)}$$

$$t_B = \frac{(7,8 \times 10^{-4} \text{ kgm}^2 + 15,4 \times 10^{-4} \text{ kgm}^2 \times 0,88) \times 690 \text{ min}^{-1}}{9,55 \times (5 \text{ Nm} + 0,56 \text{ Nm} \times 0,88^2) \text{ Nm}} \approx 0,028 \text{ s}$$

(ABB)

Jarrutusmomentti M_B on rajoitettu 5 Nm:n.

4.2 Jarrutusmatka

$$s_B = v \times 1000 \times \left(t'_{21} + \frac{1}{2} \times t_B \right) \quad (\text{ABB})$$

$$s_B = 0,3697 \frac{m}{s} \times 1000 \times \left(0,210s + \frac{1}{2} \times 0,028s \right) \approx 82,9mm$$

t'_{21} = aika virran katkaisusta jarrituksen alkamiseen, arvo saadaan moottorin datalehdestä (ABB)

Pysähtymistarkkuus:

$$X_B \approx \pm 0,12 \times s_B = \pm 0,12 \times 82,9mm \approx \pm 10mm \quad (\text{ABB})$$

\Rightarrow käytännössä rajakytkimen rullavivun ja mittatopparin välisen etäisyyden on oltava n. 85...90mm.

4.3 Etäisyyden optimointi käytännössä ennen käyttöönottoa

Rajakytkimen ja topparin välisen etäisyyden määrittäminen ennen käyttöönottoa tehdään asettamalla etäisyys aluksi esimerkiksi 100 millimetriin ja halutun latan pituus vaikkapa yhteen metriin. Etäisyyttä ei tule asettaa säätövaiheessa liian pieneksi, jotta vaunun nopeus ehtii hidastua riittävästi ennen topparia.

Näin voidaan välttää topparin mahdollinen rikkoutuminen. Yhdellä latalla ajetaan testiajo ja mitataan poikkeama yhdestä metristä. Jos mitat ovat alle metrin suuruisia, on rajakytkintä ja topparia siirrettävä kyseisen poikkeaman verran lähemmäs toisiaan.

4.4 Kuorman aiheuttama kitkatyö

Tarkistetaan jarrun kestävyys käyttöiheyden kannalta:

$$WR = \frac{1}{2} \times J_{kok} \times \left(\frac{\pi \times n_M}{30} \right) = \frac{1}{2} \times 23,2 \times 10^{-4} \text{ kgm}^2 \times \left(\frac{\pi \times 690 \text{ min}^{-1}}{30} \right) \approx 0,085 \text{ J}$$

$$PR = WR \times \frac{c}{h} = 0,085 \text{ J} \times 1000 \frac{1}{h} \approx 85 \frac{\text{J}}{h}$$

(ABB)

Kyseiselle jarrutyypille (088.6) suurin sallittu kitkatyö tunnissa on:

$$PR_{\max} = 3,5 \times 10^5 \frac{\text{J}}{h} \geq 85 \frac{\text{J}}{h} \Rightarrow \text{jarru kestä } \text{ hyvin ko. kuorman.}$$

(ABB)

5 PAINEILMASYLINTERIN VALINTA

Sylinteriksi on valittu voiman mukaan arvioimalla Feston standardisylinteri DSN-16-125-PPV. Liitteenä paineilmajärjestelmän pneumatiikkakaavio (Liite 1). Sylinterille ilmoitetaan datalehdessä 6 barin paineella voimaksi ulospäin 121 N ja paluuvoimaksi 104 N. Sylinterin iskuun kuluva aika lasketaan pienemmän paluuvoiman mukaan. Sylinterin ulkoisena kuormana on pudotustaso, jonka massa on n. 30 kg. Laskennassa käytetään minimipainetta 1 bar.

$$\text{Sylinterin tuottama voima paineella 1 bar: } F_{cyl} = 104 \text{ N} \times \frac{1 \text{ bar}}{6 \text{ bar}} \approx 17,3 \text{ N}$$

(Festo)

5.1 Kiihtyvyys

Sylinterin synnyttämä kiihtyvyys 30 kilogramman massalle saadaan laskettua kaavasta $F=ma$.

$$F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{17,3N}{30kg} \approx 0,58 \frac{m}{s^2} \quad (\text{Kervinen, Smolander})$$

5.2 Toiminta-aika

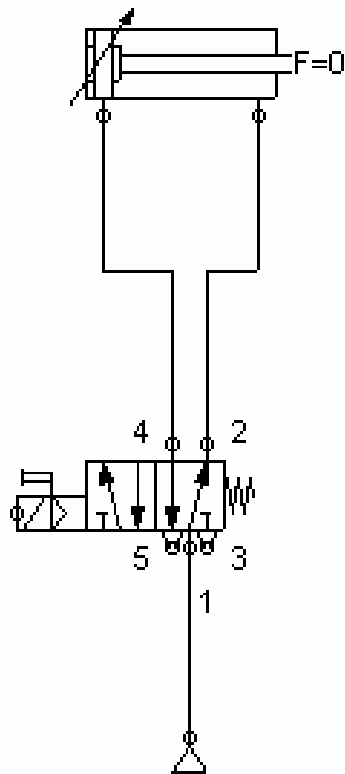
Seuraavaksi määritellään aika, joka sylinteriltä kuluu täyteen iskunpituuteen ulos ja takaisin sisään.

$$\begin{aligned} x &= \frac{1}{2}at^2 \\ \Rightarrow t^2 &= \frac{2x}{a} && (\text{Festo}) \\ \Rightarrow t &= \sqrt{\frac{2x}{a}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,125m}{0,58 \frac{m}{s^2}}} \approx 0,7s \end{aligned}$$

$|x$ = sylinterin iskunpituus (125 mm)

Sylinterin toiminta-aikaa tarvitaan logiikkaohjelman ajastimien viiveitä varten.

Pudotustason liikuttamiseen valittiin paineilmasylinteri, jonka ohjaus toteutettiin 5/2-tyyppisellä suuntaventtiilillä (kuviot 12).



KUVIO 12. Pneumatiikkasyylinteri ja suuntaventtiili.

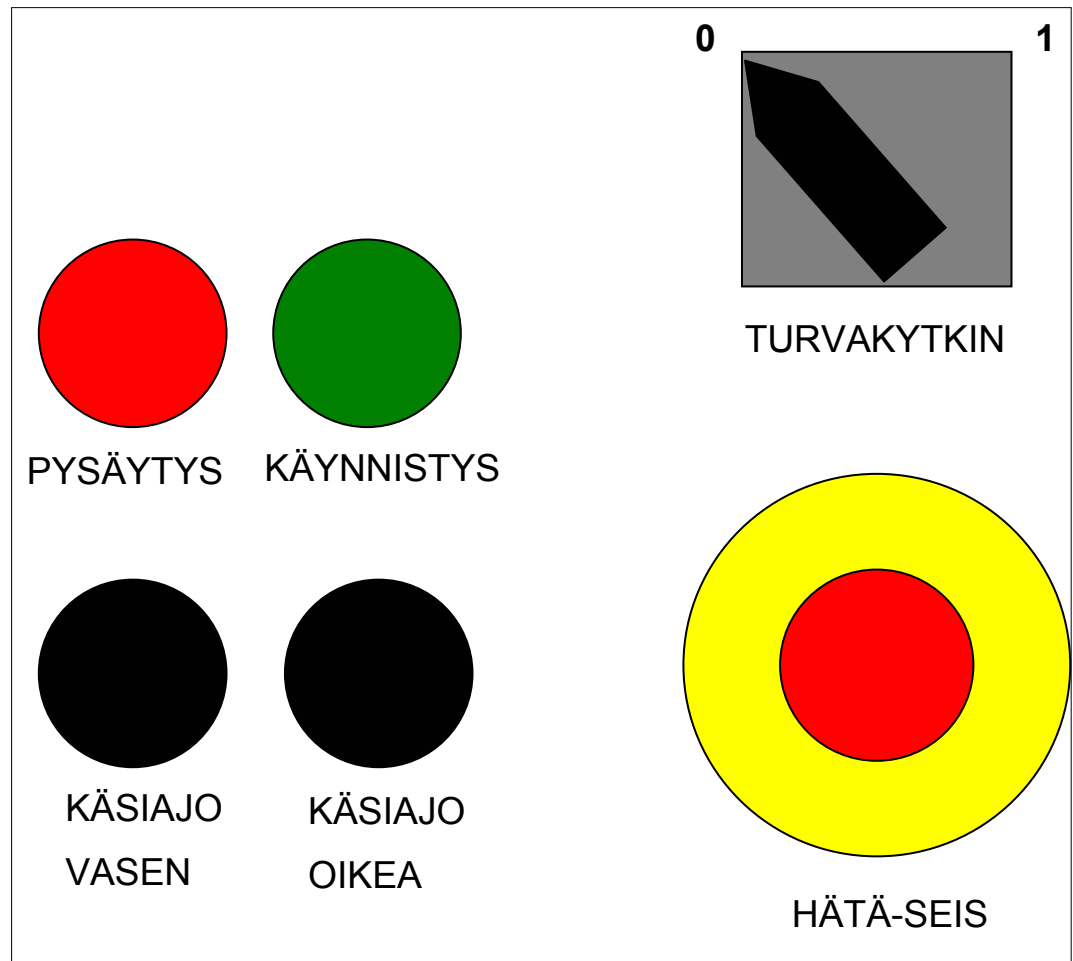
6 TOIMINTAKUVAUS

Toimintakuvaus kertoo päävaiheet, joita tarvitaan yhden latan katkaisuun, alkaen laitteiden käynnistämisestä ja päättyen tilanteeseen, jossa latta on katkottu halutun mittaisiksi kappaleiksi.

1. Epäkeskopuristimen pääkytkin I-asentoon (häätä-seis kuitattuna), moottorin käynnistys Start-painikkeesta.
2. Latta asetetaan kelkkaan käsin.
3. Moottori käynnistetään käynnistyspainikkeesta (häätä-seis kuitattuna, pääkytkin I-asennossa; kuvio 13).

4. Kelkka kuljettaa latan käsin asetettuun mittatoppariin, jossa on rajakytkin.
5. Latta kytkee rajan, jolloin moottori pysähtyy.
6. Logiikan vetohidastuksen jälkeen prässi lyö yhden kerran katkaisten lattan.
7. Kohdat 3-5 toistetaan, kunnes latta on loppuun asti katkottu.
8. Kelkka palautuu lähtöasemaan ja pysähtyy.
9. Asetetaan uusi latta.

Lineaarimoduulin vaunu pysäytetään ensisijaisesti pysäytyspainikkeesta (tai hätäseis). Vaunua voidaan ajaa myös käsiajolla Käsiajo-vasen tai Käsiajo-oikea painikkeilla pitämällä nappia pohjassa.



KUVIO 13. Kyt Kentäkotelon kansi: käyttöliittymä

7 OSALUETTELO

TAULUKKO 1

Tunnus	Laite	Tyyppi	Osoite
M1	Moottori	ABB	

F0	Hätäseis		
F1	Johdonsuoja-automaatti		
F2	Moottorinsuojakytkin		
Q1	Pääkytkin		
K1	Moottorikontaktori		Q0.0
K2	Moottorikontaktori		Q0.1
K3	Suuntaventtiili		Q0.3
K4	Prässin venttiili		Q0.4
S1	Mittarajakytkin		I0.1
S2	Vasen suunnanvaihtora- ja		I0.2
S3	Oikea suunnanvaihto-/ pysäytysraja		I0.3
S4	I-painike		I0.0
S5	0-painike		I0.6
S6	Käsiäjo vasen		I0.4

S7	Käsiajo oikea		I0.5
PLC	Ohjelmoitava logiikka		

8 LAITTEIDEN TYYBIT JA KUSTANNUSARVIO

Karkea arvio laitteen osien aiheuttamista kustannuksista on noin 4000 euroa. Suurimpia yksittäisiä kustannuseriä ovat runko, lineaarimoduuli sekä ohjelmoitavaan logiikkaan liittyvät osat. Ohjelmoitava logiikka olisi mahdollista korvata reletekniikalla, mutta tässä on käytetty ohjelmoitavaa logiikkaa, koska se tarjoaa laajasti mahdollisuuksia jatkokehitykselle. Taulukossa 2 on lueteltu laitteen valmistamiseen tarvittavat osat.

TAULUKKO 2

komponentti/ tuote	tilauskoodi/ tyyppi	valmistaja/ jälleenmyyjä	määrä
Rajakytkin	ZCE28/ZCE08/ZCMD2 1/ZCMC21L1	Osiswitch	3
Hätäseis	TE81RGP2A1	Saia-Burgess	1
Pääkytkin	GN12-25 ”switch with padlock”	Koncar	1
I-painike	TP82MD2A32	Saia-Burgess	1
0-painike	TP82MD4A34	Saia-Burgess	1
Painonappi ”vasen”	TP82MD0A30	Saia-Burgess	2
Kontaktori AC-3	3RT10 15-1AP02	Siemens/ Sirius	2
Moottorinsuojakytkin	3RV10 11-0KA10	Siemens/ Sirius	1
Johdonsuojakatkaisija	5SX2 302-5	Siemens	1

Riviliitin	1020000000 WDU 1.5	Weidmüller	
Johdin	1,5 mm ²	Siltek	
Kaapeli	MMJ 5x1,5S	REKA	
Asennuskotelo	OPCM303018T kirkas kansi	Ensto	1
Ohjelmoitava logiikka	6ES7212-1BB23-0XB0 Siemens S7-200 CPU 222	Siemens	1
Ohjelmointiohjelma	6ES7810-2CC03-0YX0 STEP7- Micro/Win 4.0, CD- Rom	Siemens	1
PPI-kaapeli (RS-232)	6ES7901-3CB30-0XA0	-	1
Teholähde	6EP13321SH31 in 230 V AC out 24 V DC/3,5 A	Siemens	1
Urakuulalaakeri	6002	FAG	20 kpl
Alumiiniprofiili	90x90 ”light”	Drivematic Oy	35 m
Kulmakiinnike	87x87		50
Kulmakiinnike	18x40		15
Teräslatta	25x5	Rautaruukki	1 m

Teräslatta	30x7	Rautaruukki	1 m
Lineaarimoduuli	HL80 6000 R1 A 14 V100	Rollcon Oy	1
Teräslevy	s=2 mm	Rautaruukki	3,8 m^2
Teräslevy	s=3 mm	Rautaruukki	1,4 m^2
Kuusiopultti M5		-	20
Kuusiopultti M6		-	20
Kuusiopultti M8		-	200
Kuusiopultti M10		-	30
Mutteri M5		-	20
Mutteri M6		-	20
Mutteri M8		-	200
Mutteri M10		-	30
Teräsholkki		-	30
Prikka M10		-	30
Oikosulku-DC-jarrumoottori: alumiini 0,09 kW	M3VRF 71A 3GVR 074 401-ASE	ABB Oy	1
Pneumatiikkasyylinteri	DSN-16-125-P	Festo Oy	1
Pneumatiikkasuunta-venttiili 5/2-way	MN2H-5/2-D-02-FR-230AC	Festo Oy	1
Optibelt-kiilahihna 1270 (sisä)	Z50 ISO-pituus 1292	Teollisuus-Etola	1
Optibelt-kiilahihnapyörä	SPZ/10 50mm 2 grooves	Teollisuus-Etola	1

Optibelt-kiilahihnapyörä	SPZ/10 50mm 2 grooves	Teollisuus-Etola	1
Optibelt-kartioholkki	1008	Teollisuus-Etola	1
Optibelt-kartioholkki	2012	Teollisuus-Etola	1
Paineilmaletku			

9 YHTEENVETO

Laitteen suunnittelussa huomioitiin mahdollisuus kehittää järjestelmää enemmän täysin automaattisesti toimivaksi. Tämän mahdollistaisi ohjelmallisesti toteutettu ohjaus, johon pystyisi logiikan lisämoduulien ja ohjelman muutoksen avulla liittämään lisää toimilaitteita ja antureita. Myös ohjauskeskukseen jätettiin tilavaraus lisättäville osille, kuten kontaktoreille, moottorinsuojakytkimille ja johdonsuoja-automaateille. Täysautomaatio jouduttiin kuitenkin jättämään tämän opinnäytetyön yhteydestä pois, koska se olisi kasvattanut työn laajuuden hieman liian suureksi. Täysin automaattisesti toimivassa järjestelmässä olisi voinut käyttää esimerkiksi jonkinlaista tarttujaa, joka olisi ottanut lattoja säännöllisestä nipusta ja asettanut tässä työssä suunnitellun kaltaiseen lineaarimoduulin liikuttamaan kelkkaan. Moottorin ja sylinterin mitoitus ei välttämättä olisi ollut tarpeen tehdä tarkkojen laskelmien mukaan, koska tarkoitukseen olisi suurpiirteisestikin mietittynä riittänyt hyvin pienitehoinen moottori ja pieni sylinteri. Myös laskelmat tukivat tätä ajatusta. Rakenteen mekaanista vakautta ja mahdollista resonointia ei perusteltu laskelmien kautta, vaan luotettiin 90x90 vahvuisen alumiiniprofiilin olevan tarpeeksi tukevaa tähän käyttötarkoitukseen ottaen huomioon liikuteltavien lattojen pienen massan. Käytännössä ongelmia saattaisi silti aiheutua suuresta liikeno-
peudesta, jos rakenne alkaisi resonoimaan.

Laitteen heikkoja kohtia pohdittaessa myös voimansiirtohihnan huollon ja kiristyksen tarve saattaisi aiheuttaa ylimääräisiä juoksevia kustannuksia laitetta pitkäaikaisesti käytettäessä. Suunnitelman toteutuskelpoisuus ja kannattavuuden arviointi jää Orima-Tuote Oy:n arvioitavaksi.

LÄHTEET

ABB-tietokanta [online]. ABB Brake Motors [viitattu 10.3.2007]. Saatavissa:
www.abb.com/product/ap/seitp322/f7eca50fee0792dac125717f00408e0e.aspx

Festo Oy:n tuoteluettelo. Standard cylinders to DIN ISO 6432. Saatavissa:
www.festo.com/INetDomino/coorp_sites/en/60951dd310b268dac12571000035ffad.htm

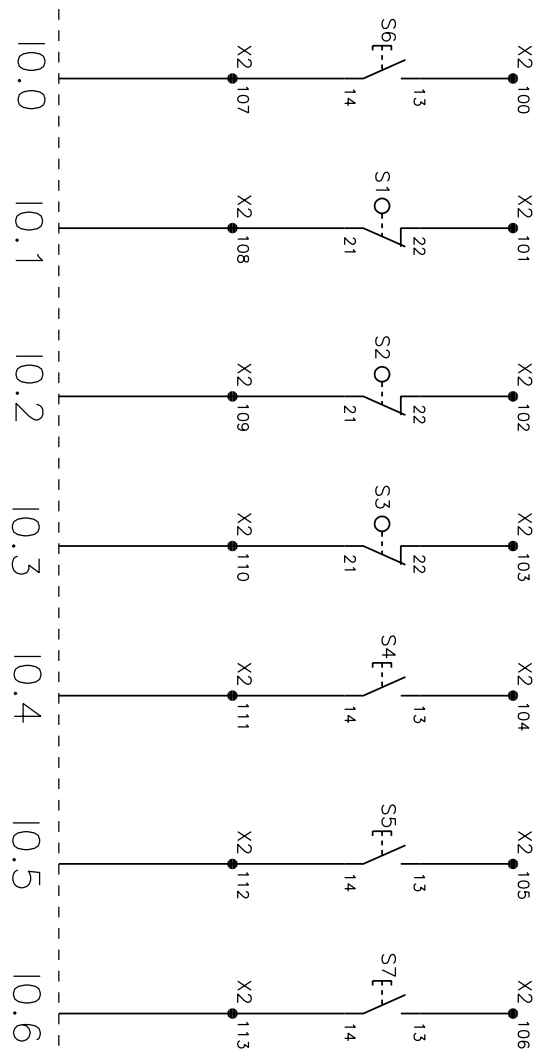
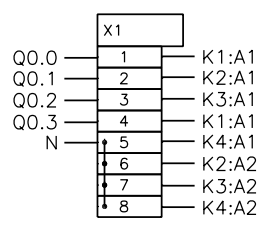
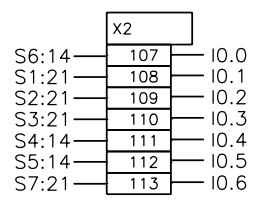
Juha-Elektro-tietokanta [online]. Automaatiotuotteet [viitattu 1.2.2007].
Saatavissa: www.juha-elektro.fi/index.php?k=3636

Kervinen, M., Smolander, J.,P 2003. MAOL Taulukot. 4. Uudistettu painos.
Otava, Keuruu.

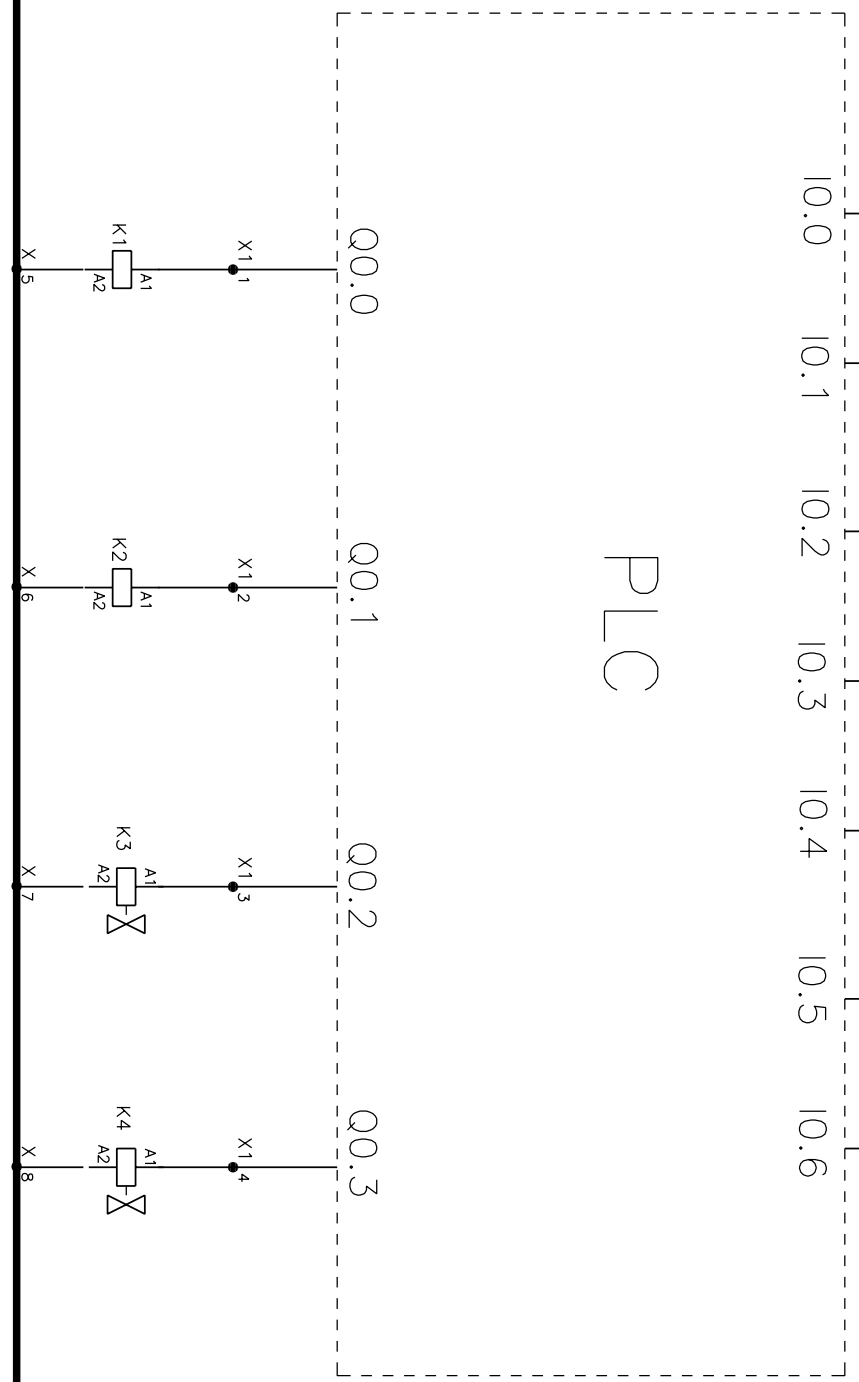
Luentomateriaali. Mekaaniset järjestelmät. LAMK, Kettunen, A.,
[viitattu 12.10.2005]

Rollco-tietokanta [online]. Linearijohteet [viitattu 16.12.2006]. Saatavissa:
www.rollco.fi/p106.asp

LIITTEET



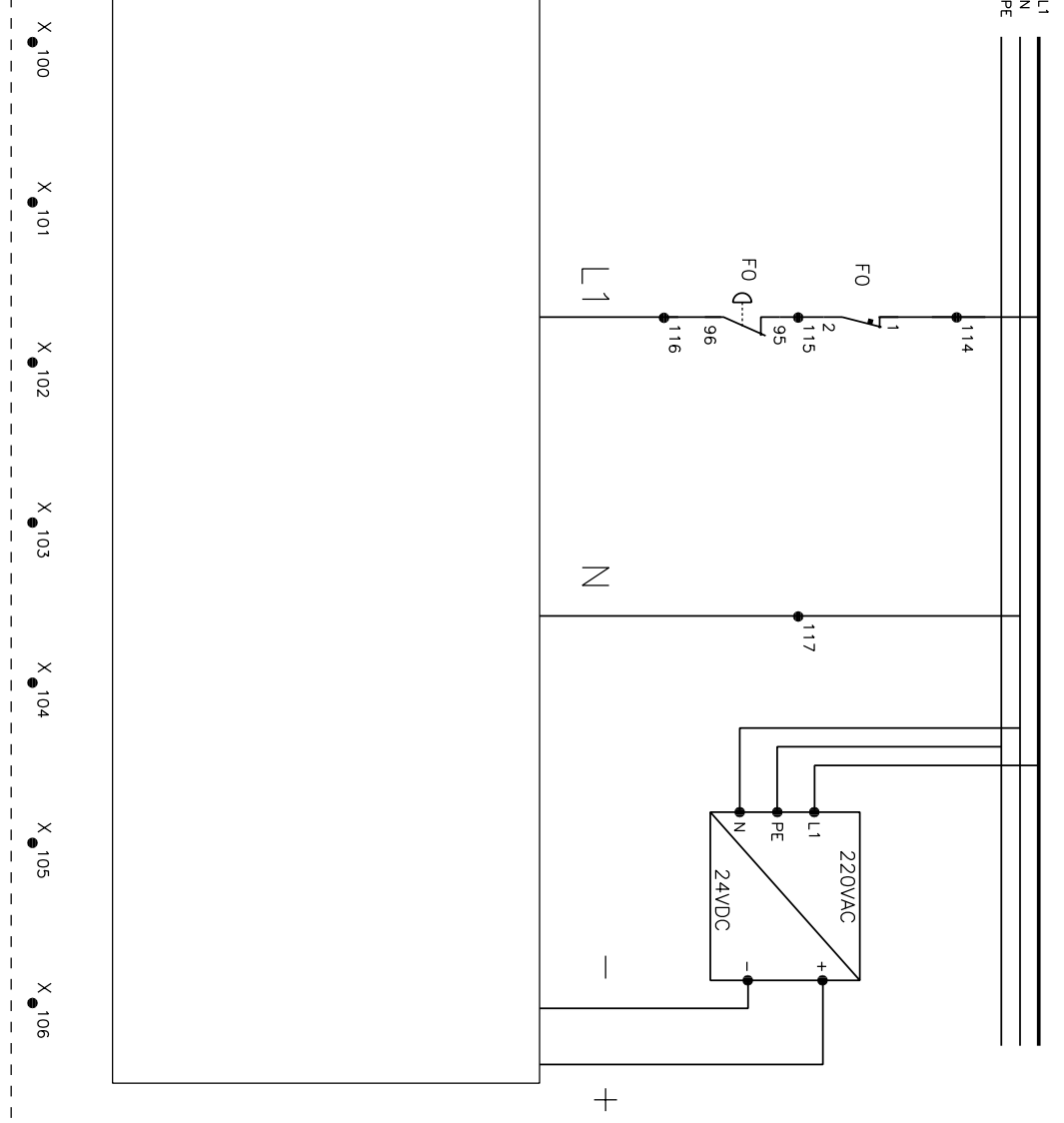
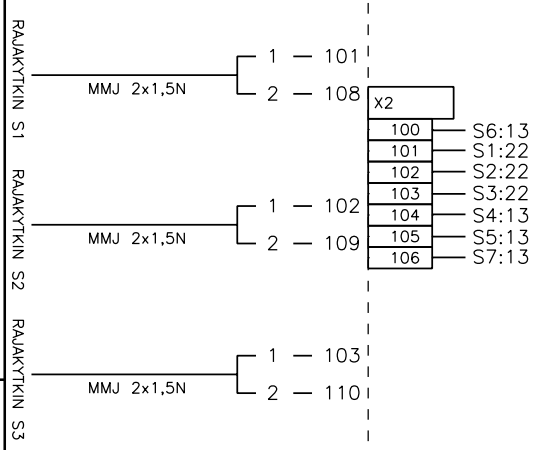
PLC



Suunn.	Piirittunnus	Keskus	Työno
Piirt.	Lehti	Piirustus n:o	
Tark.		SÄH	

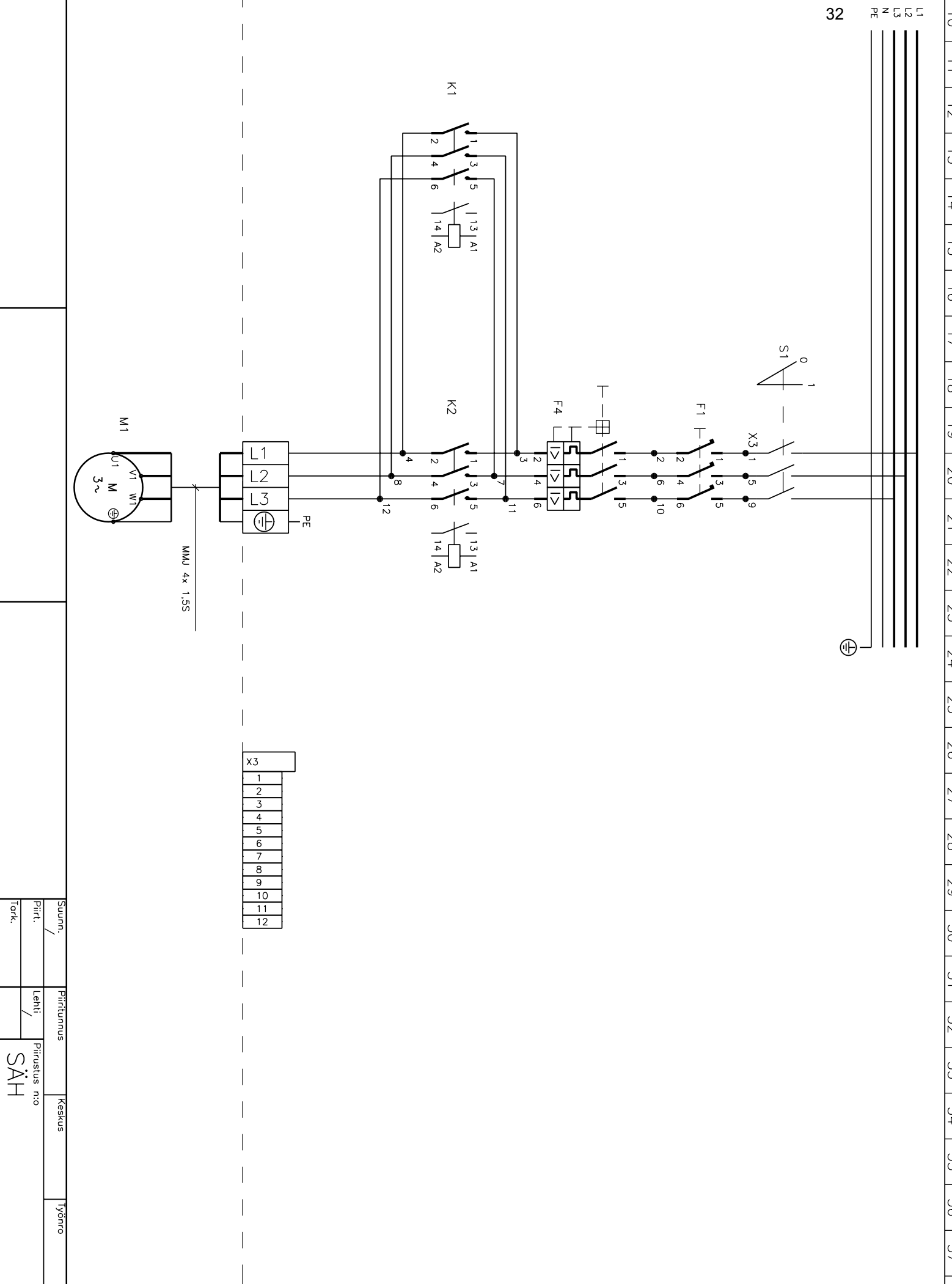
A muutos B muutos C muutos D muutos

31



- X 100
- X 101
- X 102
- X 103
- X 104
- X 105
- X 106

Suunn.	Piirittunnus	Keskus	Työno
Piirt.	Lehti	Piirustus n:o	
Tark.		SÄH	



32

X3
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

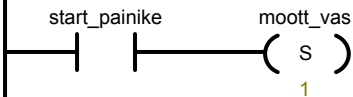
Suunn.	Piirittunnus	Keskus	Työno
Piirt.	Lehti	Piirustus n:o	
Tark.		SÄH	

Block: MAIN
 Author:
 Created: 11/20/2006 09:43:29 pm
 Last Modified: 01/11/2007 09:42:47 pm

Symbol	Var Type	Data Type	Comment
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		

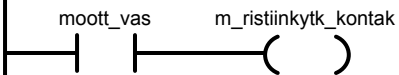
PROGRAM COMMENTS

Network 1 Network Title
 Network Comment

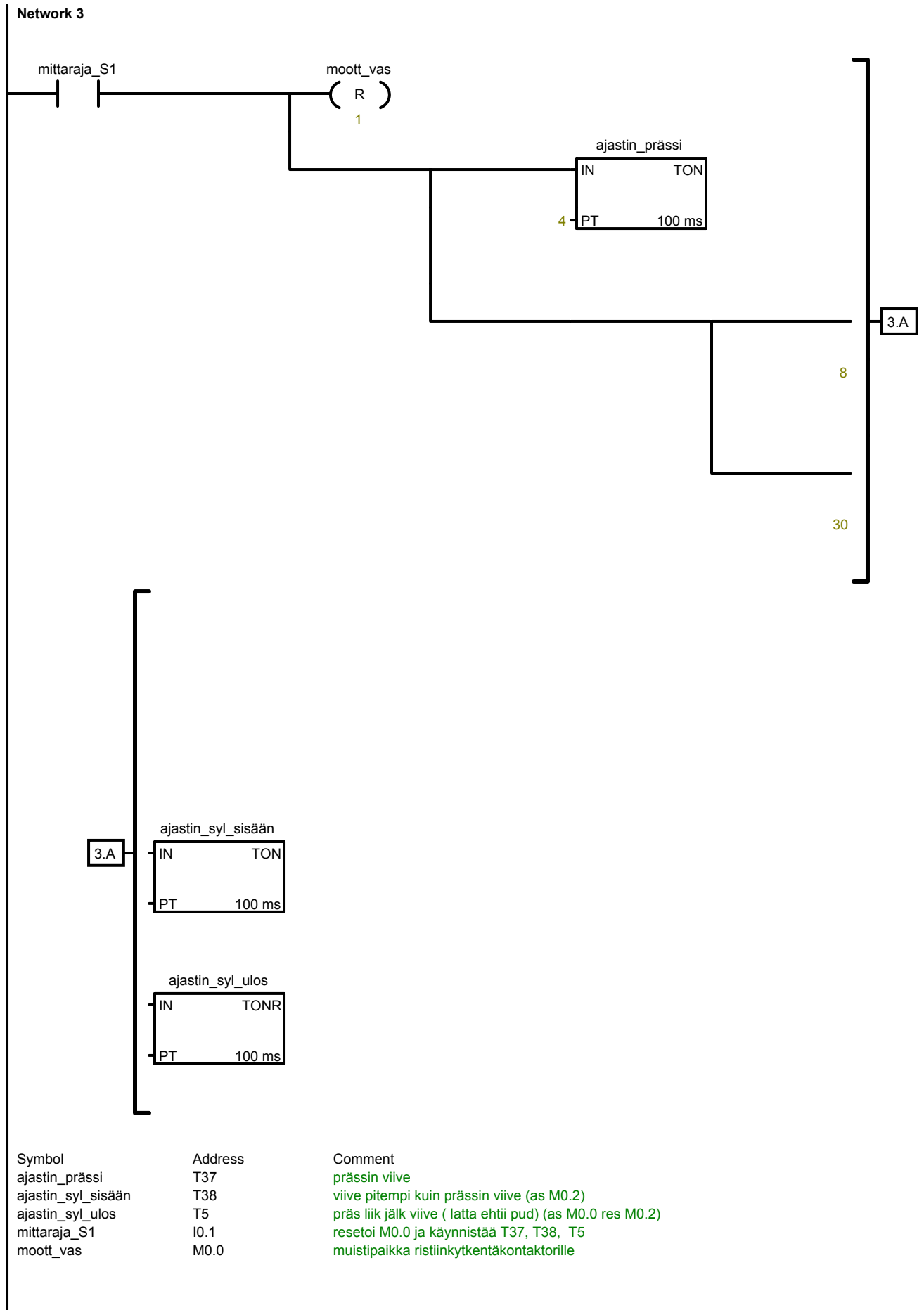


Symbol	Address	Comment
moott_vas	M0.0	muistipaikka ristiinkytkentäkontaktorille
start_painike	I0.0	moottorin käynnistys vasemmalle (as M0.0)

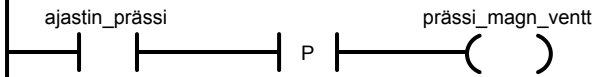
Network 2



Symbol	Address	Comment
m_ristiinkytk_kontak	Q0.0	moottorikontaktori vasemmalle eli vastapäivään
moott_vas	M0.0	muistipaikka ristiinkytkentäkontaktorille

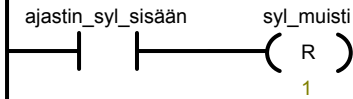


Network 4



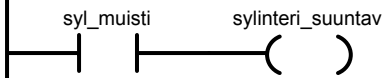
Symbol	Address	Comment
ajastin_prässi	T37	prässin viive
prässi_magn_ventt	Q0.2	ohjaa epäkeskopuristinta

Network 5



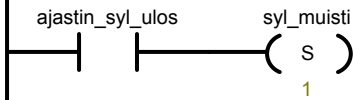
Symbol	Address	Comment
ajastin_syl_sisään	T38	viive pitempi kuin prässin viive (as M0.2)
syl_muisti	M0.2	ohjaa syl_suuntaventtiiliä

Network 6



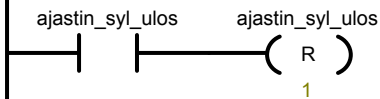
Symbol	Address	Comment
syl_muisti	M0.2	ohjaa syl_suuntaventtiiliä
sylinteri_suuntav	Q0.3	sylinterin palautuva liike (monostabiili)

Network 7



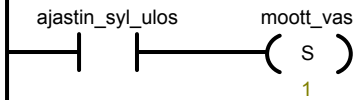
Symbol	Address	Comment
ajastin_syl_ulos	T5	präs liik jälk viive (latta ehtii pud) (as M0.0 res M0.2)
syl_muisti	M0.2	ohjaa syl_suuntaventtiiliä

Network 8



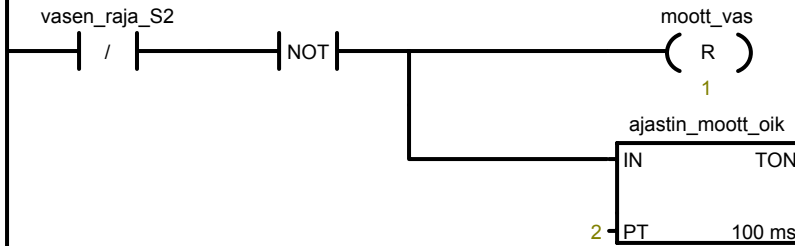
Symbol	Address	Comment
ajastin_syl_ulos	T5	präs liik jälk viive (latta ehtii pud) (as M0.0 res M0.2)

Network 9



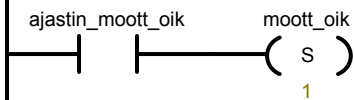
Symbol	Address	Comment
ajastin_syl_ulos	T5	präs liik jälk viive (latta ehtii pud) (as M0.0 res M0.2)
moott_vas	M0.0	muistipaikka ristiinkytkentäkontaktorille

Network 10



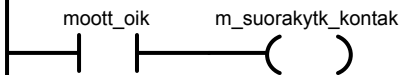
Symbol	Address	Comment
ajastin_moott_oik	T39	asettaa M0.1 (M0.0 ja M0.1 ei yhtäaikaa kiinni)
moott_vas	M0.0	muistipaikka ristiinkytkentäkontaktorille
vasen_raja_S2	I0.2	suunnanvaihto oikealle (resetoi M0.0 ja asettaa T39)

Network 11



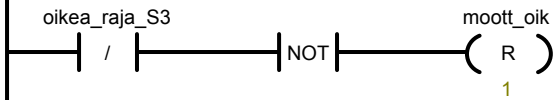
Symbol	Address	Comment
ajastin_moott_oik	T39	asettaa M0.1 (M0.0 ja M0.1 ei yhtäaikaa kiinni)
moott_oik	M0.1	muistipaikka suorakytkentäkontaktorille

Network 12



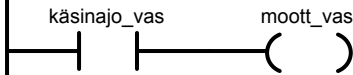
Symbol	Address	Comment
m_suorakytk_kontak	Q0.1	moottorikontaktori oikealle eli myötäpäivään
moott_oik	M0.1	muistipaikka suorakytkentäkontaktorille

Network 13



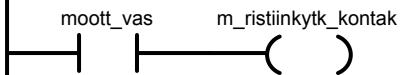
Symbol	Address	Comment
moott_oik	M0.1	muistipaikka suorakytkentäkontaktorille
oikea_raja_S3	I0.3	resetoi M0.1

Network 14



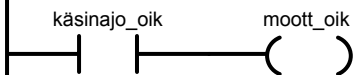
Symbol	Address	Comment
käsinajo_vas	I0.4	palautuva NO-painike
moott_vas	M0.0	muistipaikka ristiinkytkentäkontaktorille

Network 15



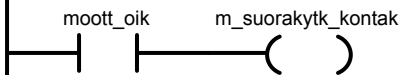
Symbol	Address	Comment
m_ristiinkytk_kontak	Q0.0	moottorikontaktori vasemmalle eli vastapäivään
moott_vas	M0.0	muistipaikka ristiinkytkentäkontaktorille

Network 16



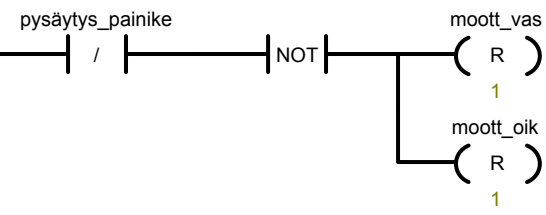
Symbol	Address	Comment
käsinajo_oik	I0.5	palautuva NO-painike
moott_oik	M0.1	muistipaikka suorakytkentäkontaktorille

Network 17



Symbol	Address	Comment
m_suurakytk_kontak	Q0.1	moottorikontaktori oikealle eli myötäpäivään
moott_oik	M0.1	muistipaikka suorakytkentäkontaktorille

Network 18



Symbol	Address	Comment
moott_oik	M0.1	muistipaikka suorakytkentäkontaktorille
moott_vas	M0.0	muistipaikka ristiinkytkentäkontaktorille
pysäytys_painike	I0.6	resetoi M0.0 ja M0.1

Network 19

(END)

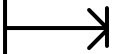
Block: SBR_0
Author:
Created: 11/20/2006 09:43:29 pm
Last Modified: 11/20/2006 09:43:29 pm

Symbol	Var Type	Data Type	Comment
EN	IN	BOOL	
	IN		
	IN_OUT		
	OUT		
	TEMP		

SUBROUTINE COMMENTS

Network 1 Network Title

Network Comment

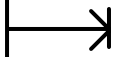


Block: INT_0
Author:
Created: 11/20/2006 09:43:29 pm
Last Modified: 11/20/2006 09:43:29 pm

Symbol	Var Type	Data Type	Comment
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		
	TEMP		

INTERRUPT ROUTINE COMMENTS

Network 1 Network Title
Network Comment



1

2

3

4

A

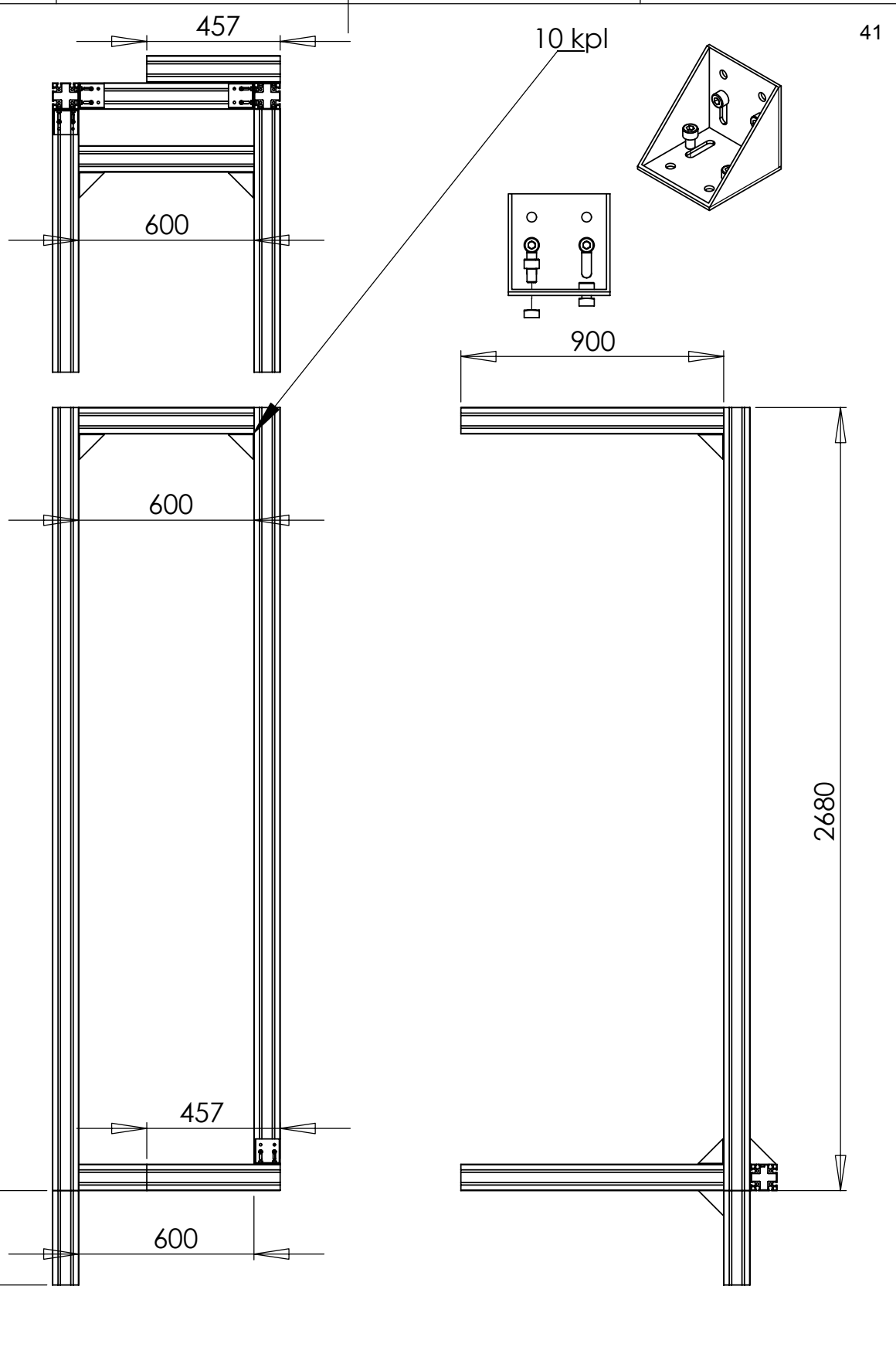
B

C

D

E

F



41

MITAT: MILLIMETRIÄ TOLERANSSI: +2mm		KOKOONPANOPIIRUSTUS		REVISIO:	
TEKIJÄ		PVM		KOKOONPANO NIMI:	
				Päätyrunko	
		MATERIAALI:		PIIRUSTUS NRO:	
		Alumiiniprofiili 90x90mm		1	
		MASSA:		LAKANA: 1/1	
				A4	

1

2

3

4

42

A

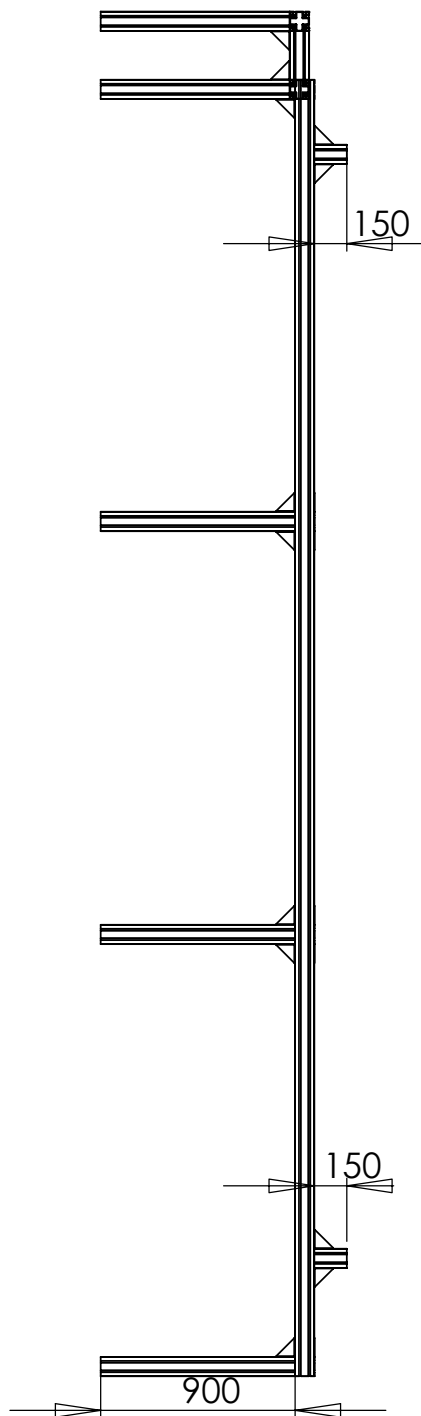
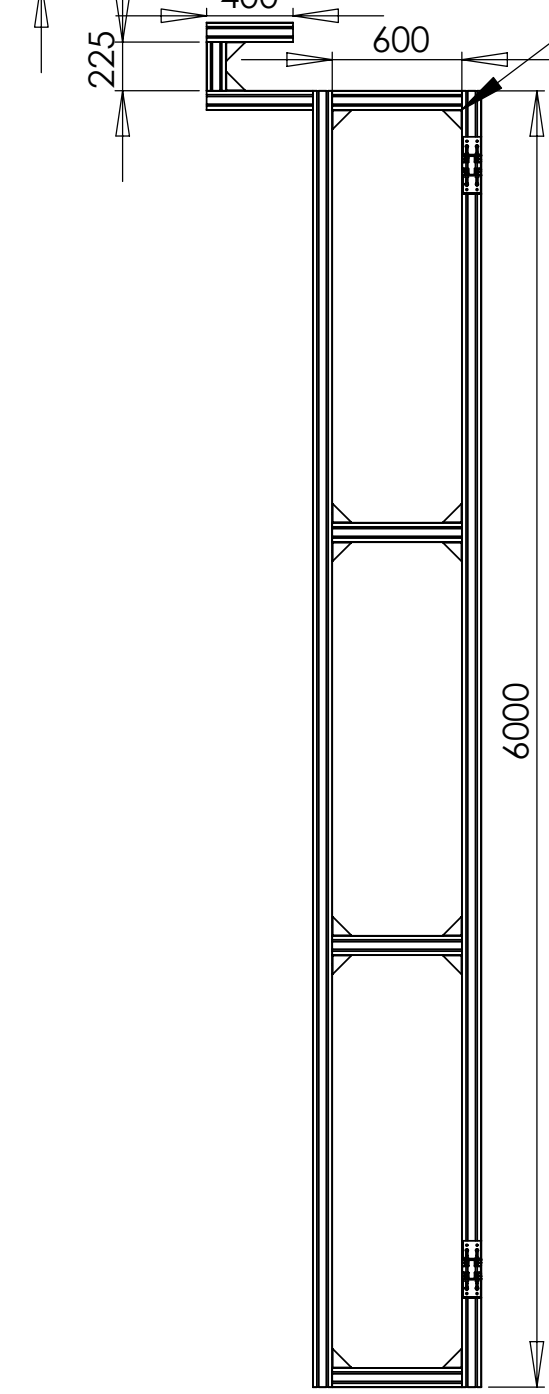
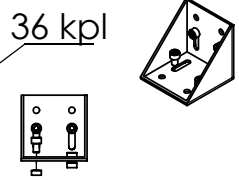
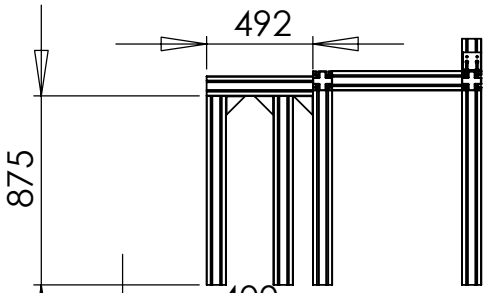
B

C

D

E

F



MITAT: MILLIMETRIÄ TOLERANSSI: +2mm		KOKOONPANOPIIRUSTUS		REVISIO:	
TEKIJÄ		PVM		KOKOONPANOON NIMI:	
				<h1>Vaunurunko</h1>	
		MATERIAALI:		PIIRUSTUS NRO:	
		Alumiiniprofiili 90x90mm		2	
		MASSA:		LAKANA: 1/1	
				A4	

1

2

3

4

A

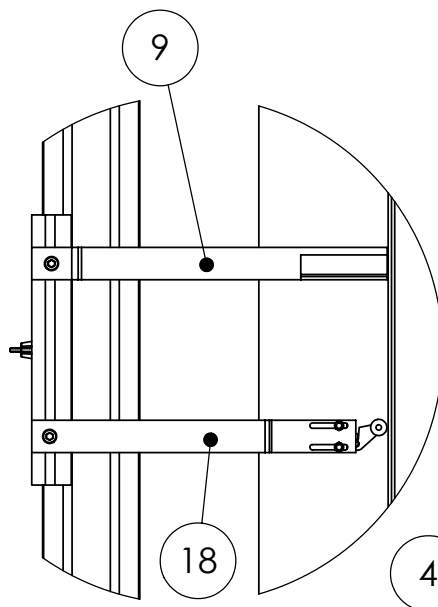
B

C

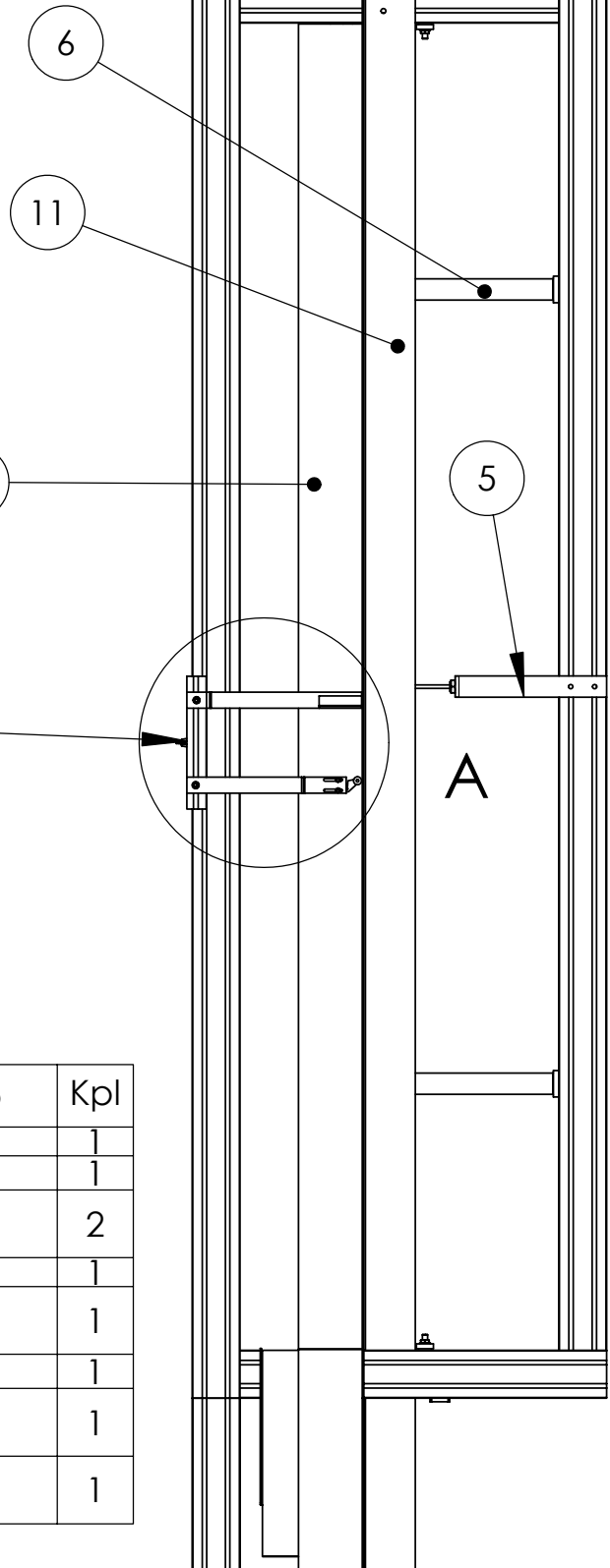
D

E

F



KOHTA A:
rajakytkin ja toppari



Osa	Nimitys/muoto	Piir.nro	Kpl
4	Pudotustaso	27,28	1
5	Sylinteri + kiinn.	31	1
6	Pudotustason ohjuri	40	2
8	Mittaliuku	20,21	1
9	Mittaosoitin + toppari	33	1
11	Ohjuri	22,23	1
18	Mittaraja + kiinn.	38	1
19	DIN 315-M8-GT-C-N		1

MITAT: MILLIMETRIÄ
TOLERANSSI: +2mm

KOKOONPANOPIIRUSTUS

REVISIO:

TEKIJÄ

PVM

KOKOONPANOON NIMI:

Päätiasennus

MATERIAALI:

PIIRUSTUS
NRO:

3

A4

MASSA:

LAKANA: 1/1

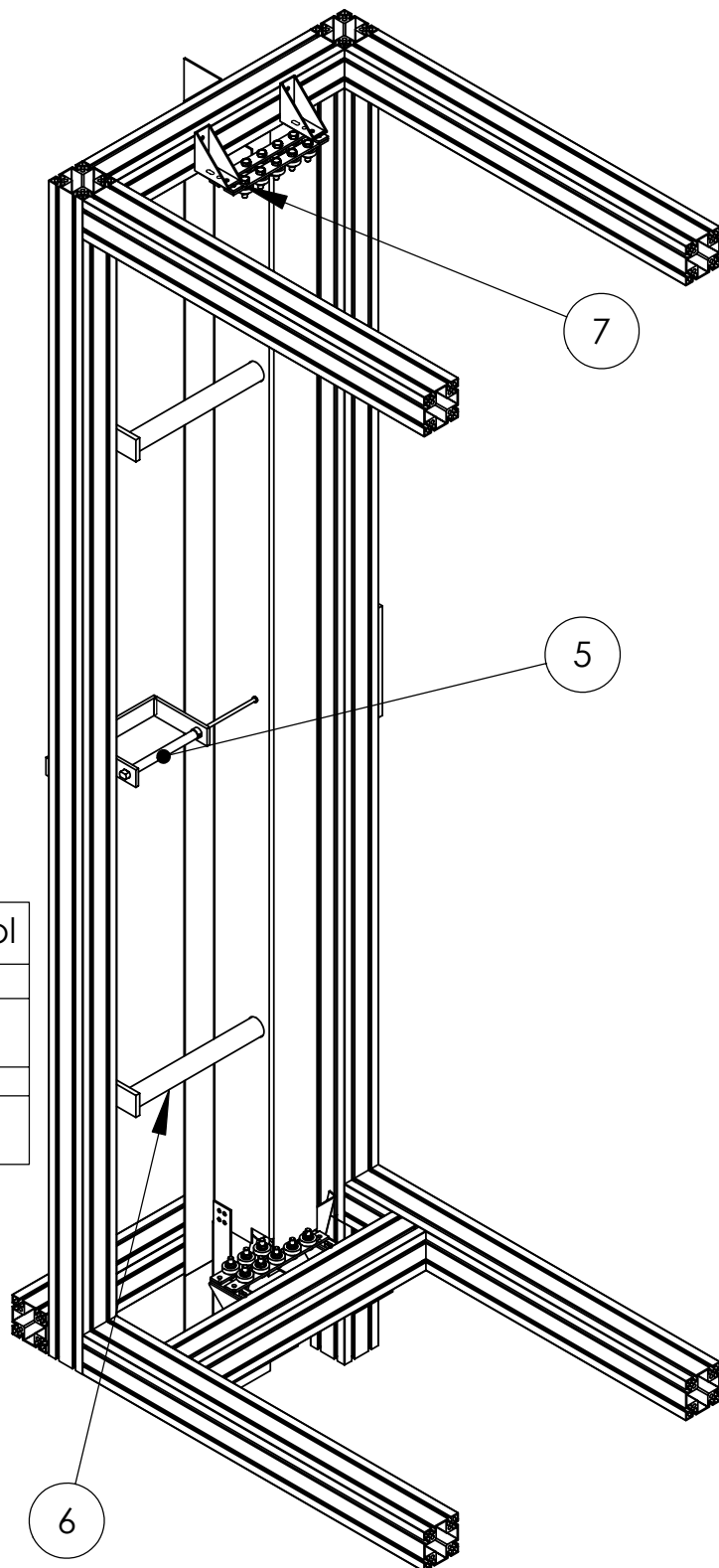
A

B

C

D

E



Osa	Nimitys/muoto	Piir.nro	Kpl
5	Sylinteri + kiinn.	31	1
6	Pudotustason ohjuri	40	2
7	Rullat + kiinn.	12,13,30	2
19	DIN 315-M8-GT-C-N		1

MITAT: MILLIMETRIÄ
TOLERANSSI: +2mm

KOKOONPANOPIIRUSTUS

REVISIO:

TEKIJÄ

PVM

KOKOONPANOON NIMI:

Päätiasennus

F

MATERIAALI:

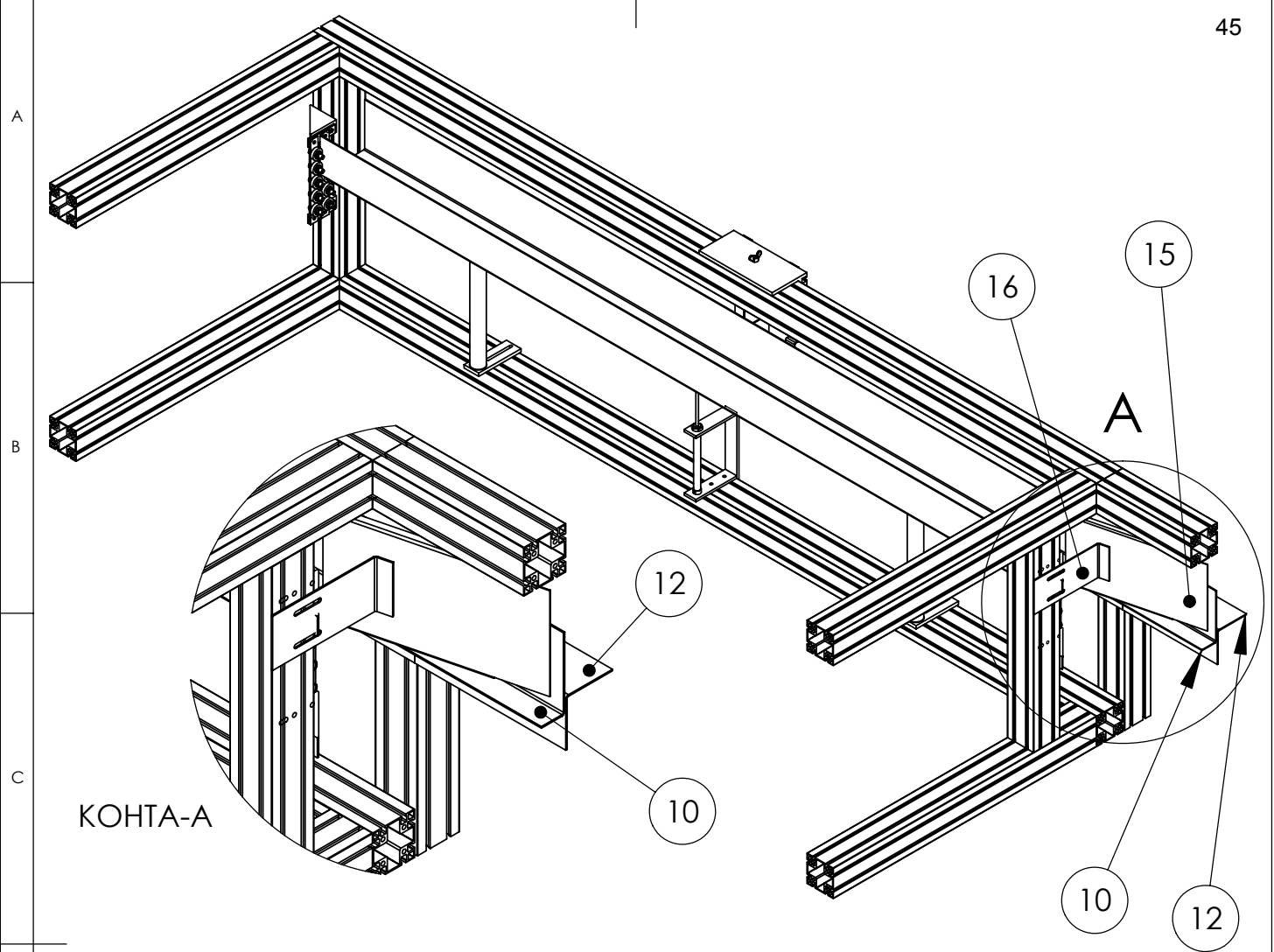
PIIRUSTUS
NRO:

4

A4

MASSA:

LAKANA: 1/1



Osa	Nimitys/muoto	Piir.nro	Kpl
10	Pudotustasojatko	11,29	1
12	Ohjuritjatko	24	1
15	Poistoliuku	25	1
16	Poistoliuku: kiinnike	26	1
19	DIN 315-M8-GT-C-N		1

MITAT: MILLIMETRIÄ
TOLERANSSI: +2mm

KOKOONPANOPIIRUSTUS

REVISIO:

TEKIJÄ

PVM

KOKOONPANOON NIMI:

Päätymasennus

MATERIAALI:

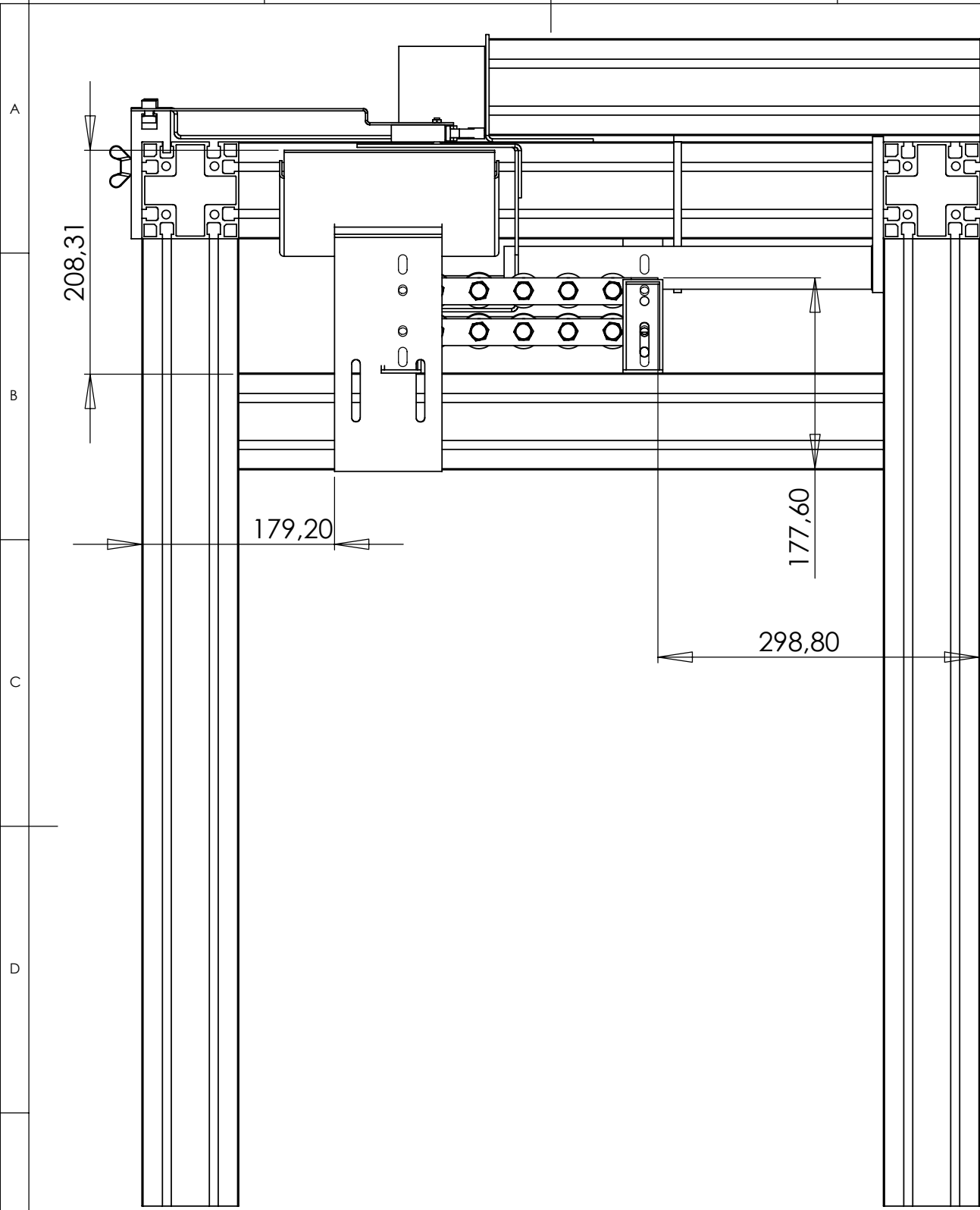
PIIRUSTUS
NRO:

5

A4

MASSA:

LAKANA: 1/1



MITAT: MILLIMETRIÄ
TOLERANSSI: +2mm

KOKOONPANOPIIRUSTUS

REVISIO:

TEKIJÄ

PVM

KOKOONPANOON NIMI:

Päätñasennus

F

MATERIAALI:

PIIRUSTUS
NRO:

6

A4

MASSA:

LAKANA: 1/1

1

2

3

4

47

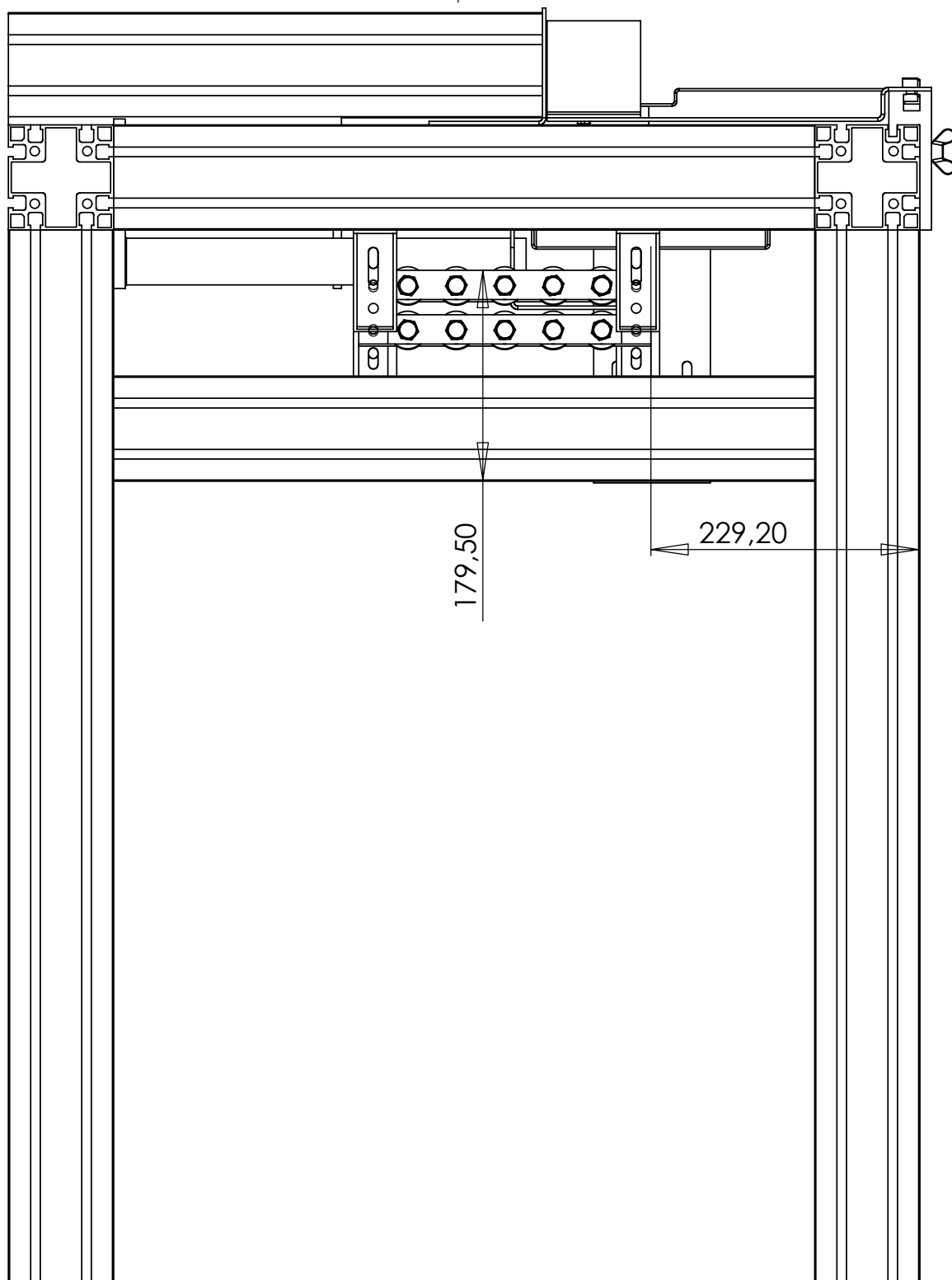
A

B

C

D

E



MITAT: MILLIMETRIÄ
TOLERANSSI: +2mm

KOKOONPANOPIIRUSTUS

REVISIO:

TEKIJÄ

PVM

KOKOONPANON NIMI:

Päätysasennus

F

MATERIAALI:

PIIRUSTUS
NRO:

7

A4

MASSA:

LAKANA: 1/1

A

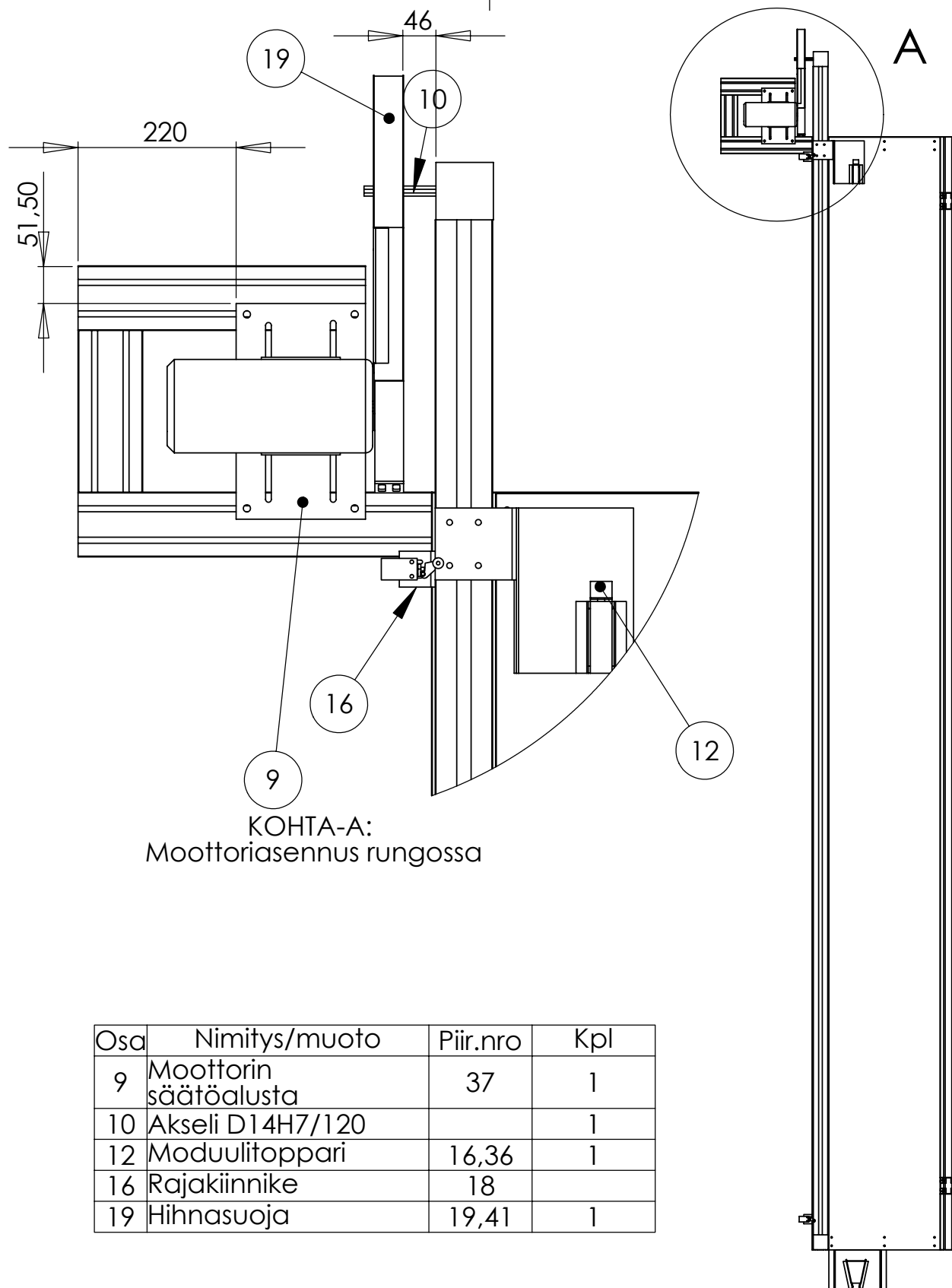
B

C

D

E

F



KOHTA-A:
Moottoriasennus rungossa

Osa	Nimitys/muoto	Piir.nro	Kpl
9	Moottorin säätöalusta	37	1
10	Akseli D14H7/120		1
12	Moduulitoppari	16,36	1
16	Rajakiinnike	18	
19	Hihnasuoja	19,41	1

MITAT: MILLIMETRIÄ
TOLERANSSI: +2mm

KOKOONPANOPIIRUSTUS

REVISIO:

TEKIJÄ

PVM

KOKOONPANO NIMI:

Vaunuasennus

MATERIAALI:

PIIRUSTUS
NRO:

8

A4

MASSA:

LAKANA: 1/1

A

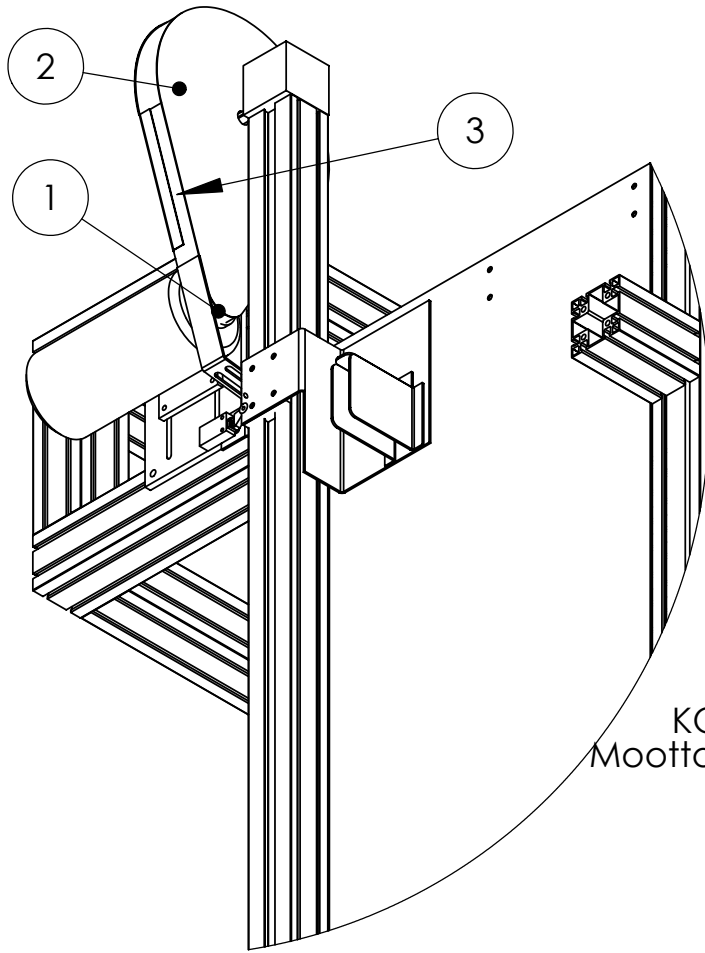
B

C

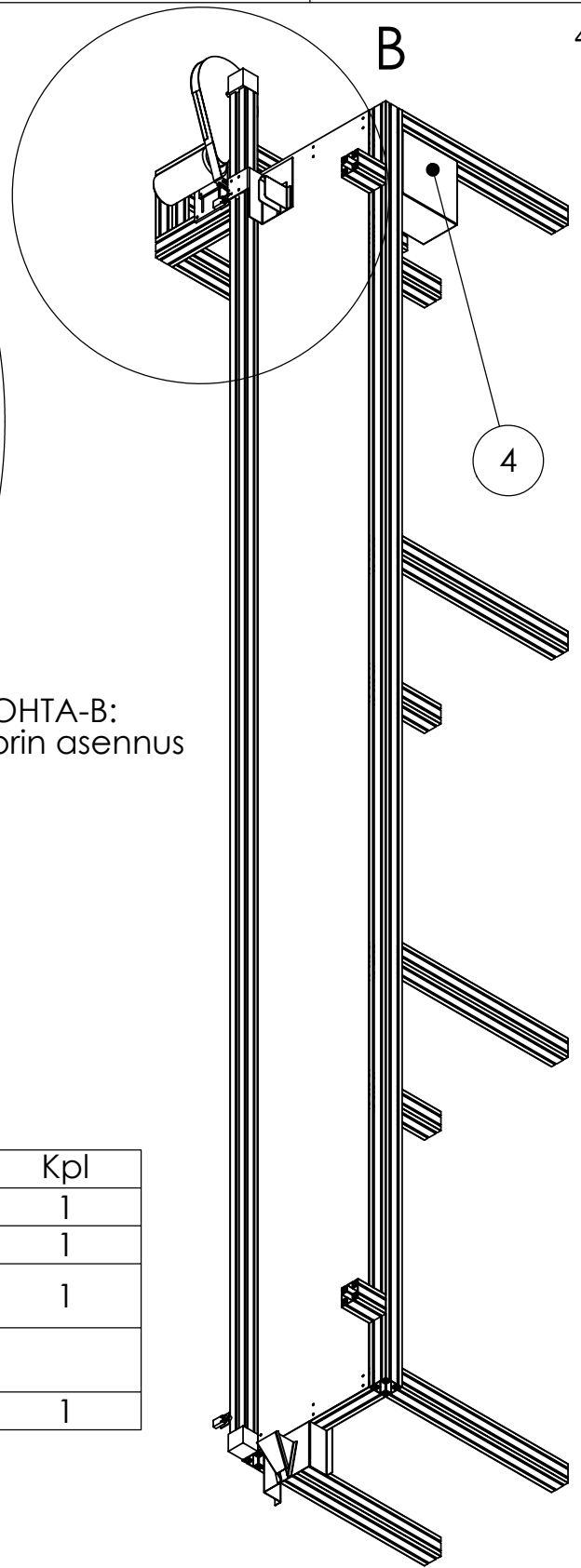
D

E

F



KOHTA-B:
Moottorin asennus



Osa	Nimitys/muoto	Piir.nro	Kpl
1	Kiilahihnapyörä D50		1
2	Kiilahihnapyörä D280		1
3	Kiilahihna Sisäpit. 1270		1
4	Sähkökeskus 300x300x185		
19	suoja		1

MITAT: MILLIMETRIÄ
TOLERANSSI: +2mm

KOKOONPANOPIIRUSTUS

REVISIO:

TEKIJÄ

PVM

KOKOONPANOON NIMI:

Vaunuasennus

MATERIAALI:

PIIRUSTUS
NRO:

9

A4

MASSA:

LAKANA: 1/1

A

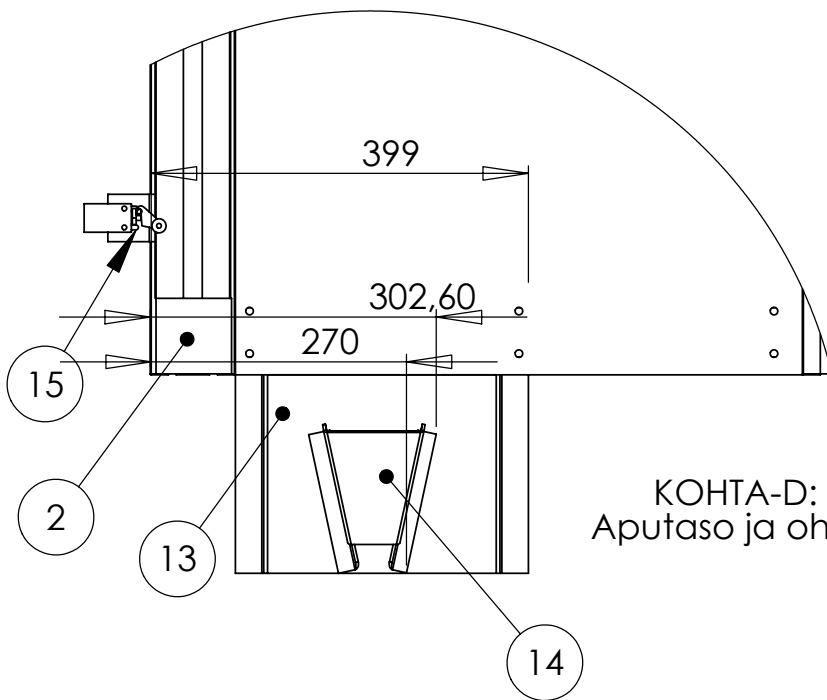
B

C

D

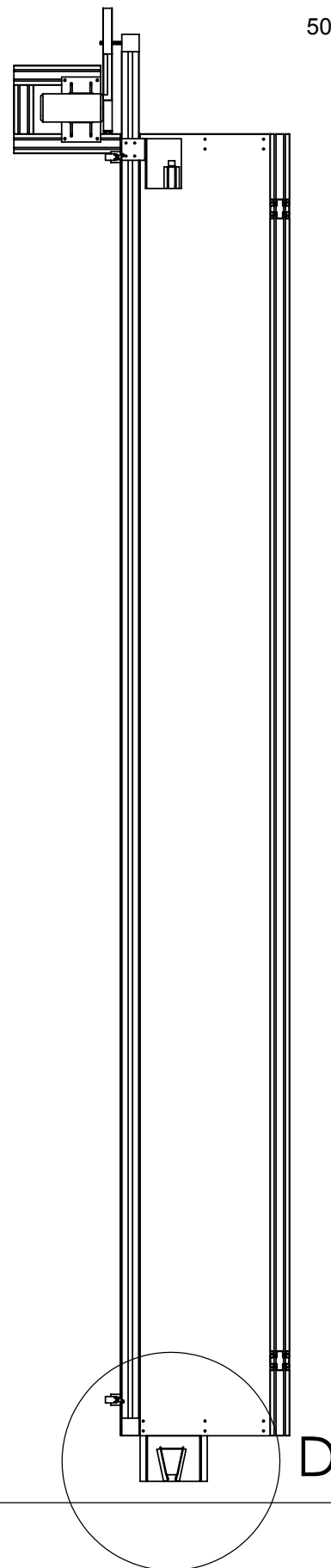
E

F



KOHTA-D:
Aputaso ja ohjain

Osa	Nimitys/muoto	Piir.nro	Kpl
13	Prässin aputaso	39	1
14	Ohjain	15,34, 35	1
15	Rajakiinnike	18	2



MITAT: MILLIMETRIÄ
TOLERANSSI: +2mm

KOKOONPANOPIIRUSTUS

REVISIO:

TEKIJÄ

PVM

KOKOONPANON NIMI:

Päätñasennus

MATERIAALI:

PIIRUSTUS
NRO:

10

A4

MASSA:

LAKANA: 1/1

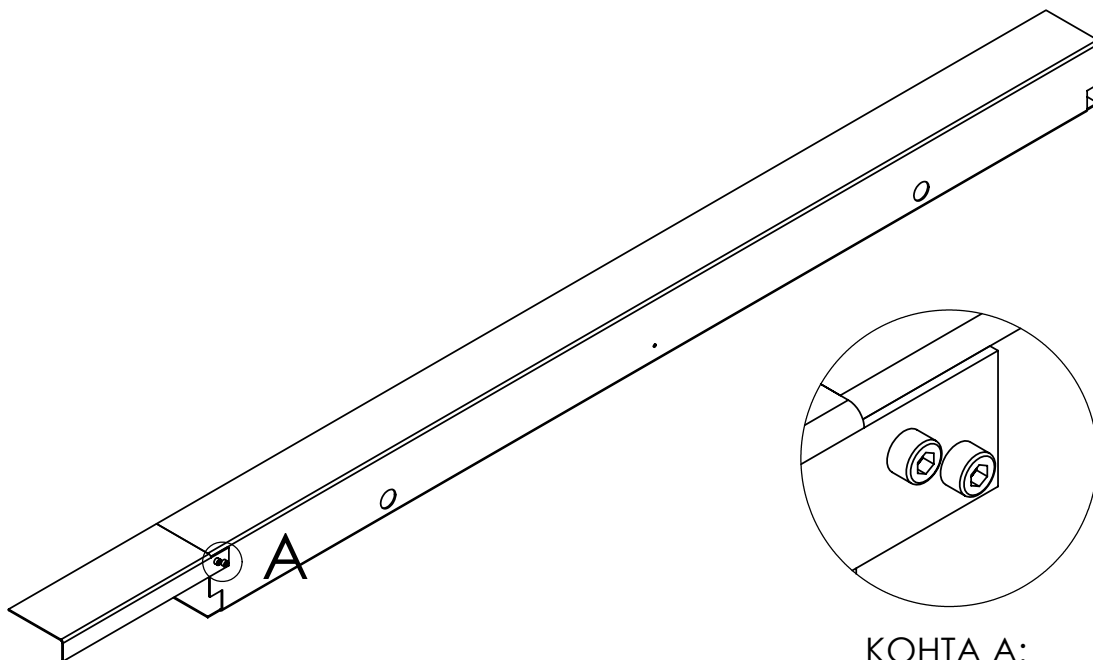
A

B

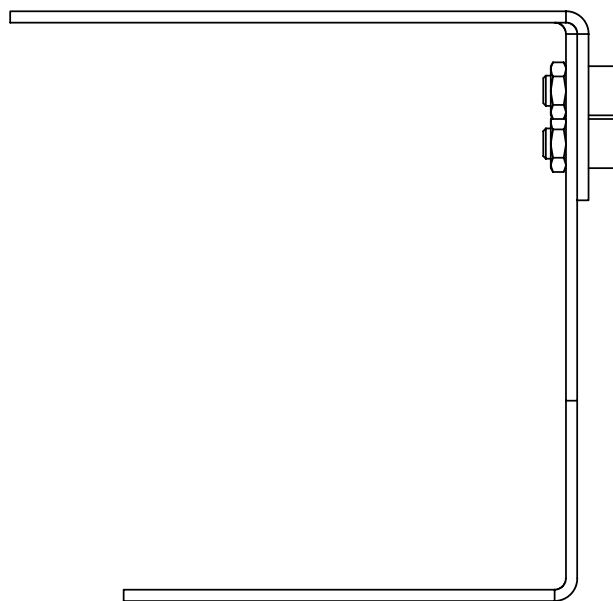
C

D

E



KOHTA A:
jatkon liitos
poistotasoon



MITAT: MILLIMETRIÄ
TOLERANSSI: +2mm

KOKOONPANOPIIRUSTUS

REVISIO:

TEKIJÄ

PVM

KOKOONPANOON NIMI:

Poistoliu'un
jatkoliitos

F

MATERIAALI:

PIIRUSTUS
NRO:

11

A4

MASSA:

LAKANA: 1/1

1	2	3	4	5	6																																
A	B	C	D																																		
Osa	Nimitys/kuoto	Piir.nro	Kpl																																		
1	latta_32_laak		1																																		
2	101	M10_35	1																																		
3	holkki_M10		1																																		
4	106	M15_prikka	1																																		
5	lakeri_32_15_9	prikka	1																																		
	6	M10_mutteri	1																																		
A	B	C	D																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Osa</th> <th>Nimitys/kuoto</th> <th>Piir.nro</th> <th>Kpl</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>latta_32_laak</td> <td></td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>101</td> <td>M10_35</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>holkki_M10</td> <td></td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>106</td> <td>M15_prikka</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>lakeri_32_15_9</td> <td>prikka</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>104</td> <td>M10_mutteri</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>102</td> <td></td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>			Osa	Nimitys/kuoto	Piir.nro	Kpl	1	latta_32_laak		1	2	101	M10_35	1	3	holkki_M10		1	4	106	M15_prikka	1	5	lakeri_32_15_9	prikka	1	6	104	M10_mutteri	1	7	102		1			
Osa	Nimitys/kuoto	Piir.nro	Kpl																																		
1	latta_32_laak		1																																		
2	101	M10_35	1																																		
3	holkki_M10		1																																		
4	106	M15_prikka	1																																		
5	lakeri_32_15_9	prikka	1																																		
6	104	M10_mutteri	1																																		
7	102		1																																		
			<p>MITAT: MILLIMETRIÄ TOLERANSSI: +/- 1mm</p>																																		
			<p>REVISIO:</p>																																		
			<p>KOKOONPANOPIIRUSTUS</p>																																		
			<p>OSAN NIMI:</p>																																		
			<p>Rullat</p>																																		
			<p>PIIRUSTUS NRO:</p>																																		
			<p>12</p>																																		
			<p>MATERIAALI:</p>																																		
			<p>A4</p>																																		
			<p>MASSA:</p>																																		
			<p>LAKANA 1/1</p>																																		
			<p>52</p>																																		

A

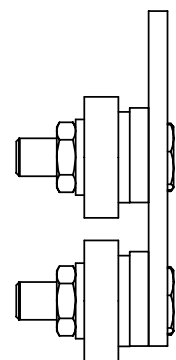
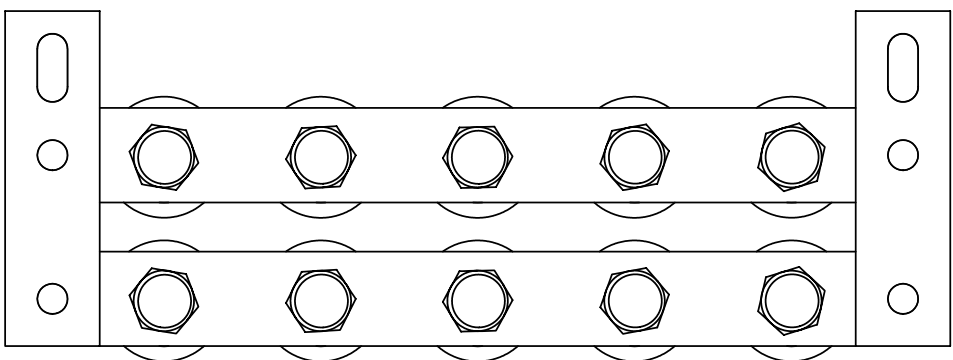
B

C

D

E

F



MITAT: MILLIMETRIÄ
 TOLERANSSI: +-1mm

KOKOONPANOPIIRUSTUS

REVISIO:

TEKIJÄ

PVM

OSAN NIMI:

Rullat

MATERIAALI:

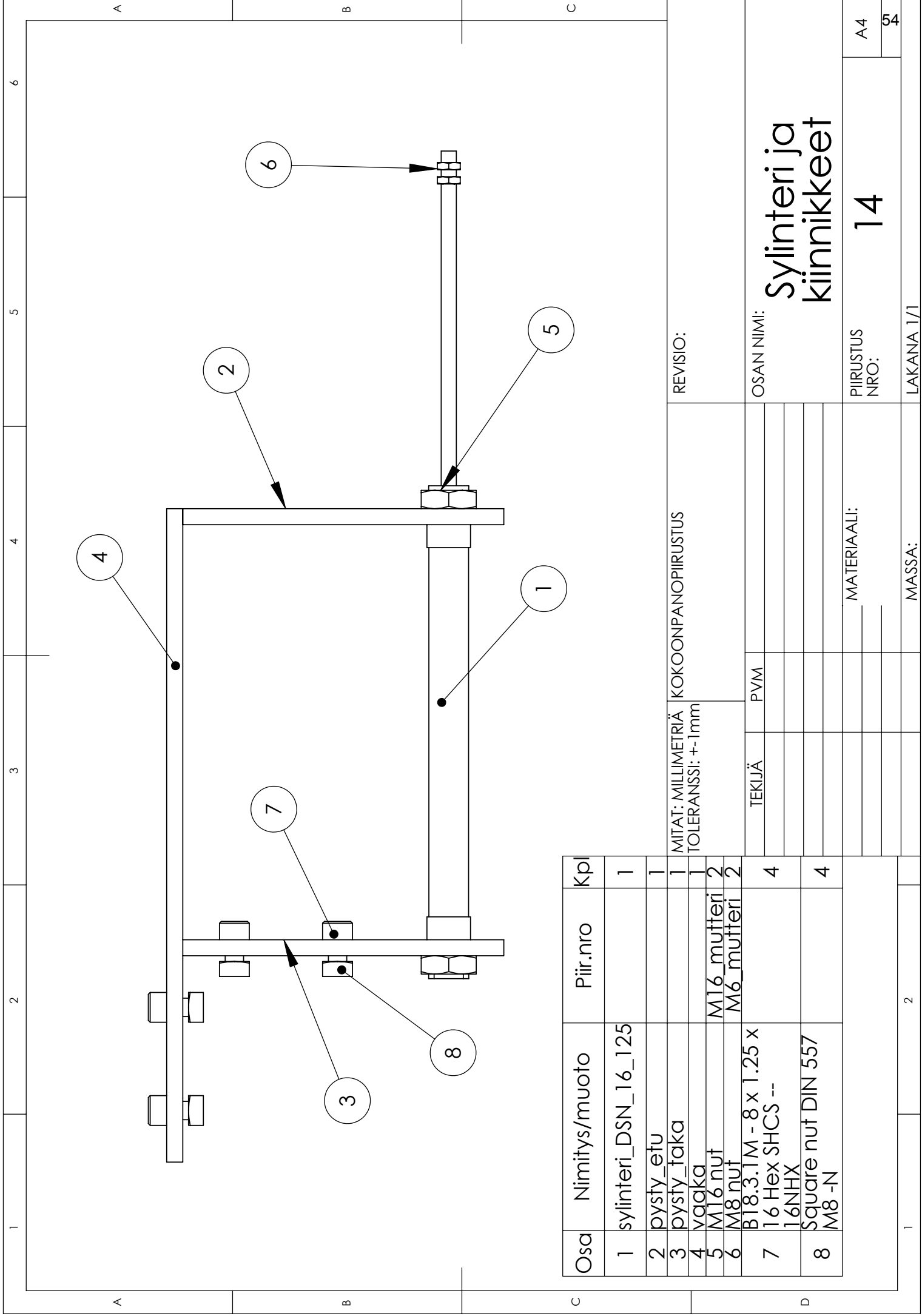
PIIRUSTUS
 NRO:

13

A4

MASSA:

LAKANA: 1/1



Osa	Nimitys/kuoto	Piir.nro	Kpl
1	sylinteri_DSN_16_125		1
2	pysty_etu		1
3	pysty_taka		1
4	vaka		1
5	M16 nut	M16_mutteri	2
6	M8 nut	M6_mutteri	2
7	B18.3.1M - 8 x 1.25 x 16 Hex SHCS -- 16NHX		4
8	Square nut DIN 557 M8 -N		4

MITAT: MILLIMETRIÄ
TOLERANSSI: +/- 1mm

REVISIO:

TEKIJÄ

PVM

OSAN NIMI:

Sylinteri ja kiinnikkeet

MATERIAALI:

PIIRUSTUS NRO:

14

A4

54

MASSA:

LAKANA 1/1

2

1

A

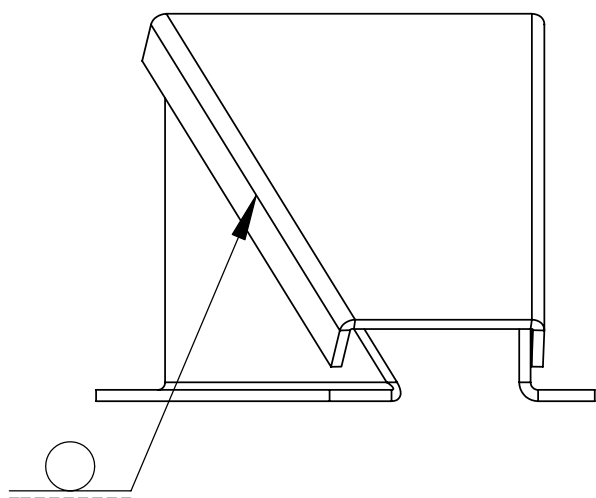
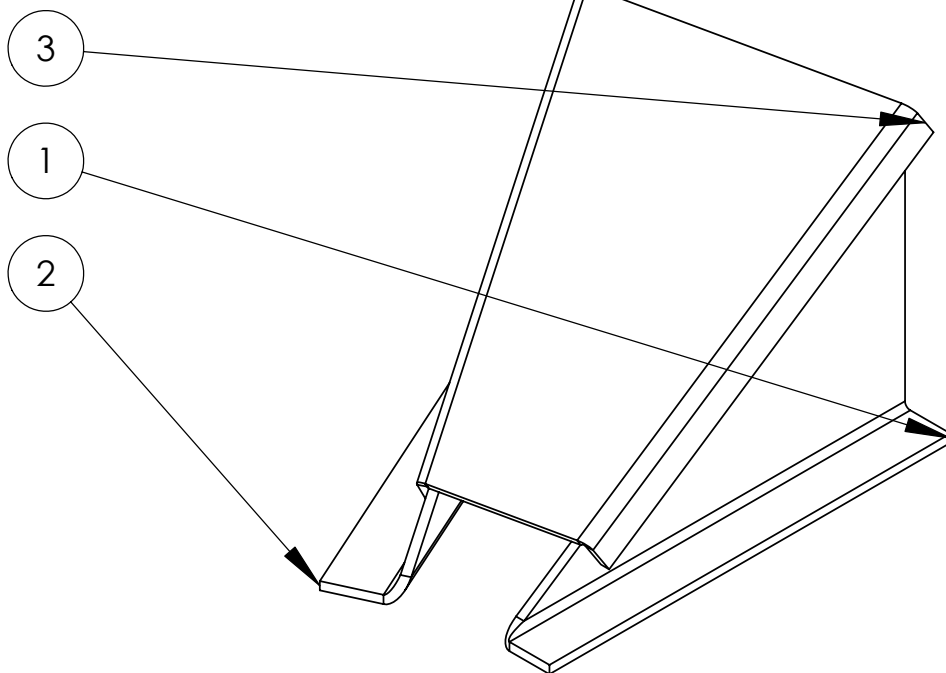
B

C

D

E

F



MITAT: MILLIMETRIÄ
 TOLERANSSI: +2mm

KOKOONPANOPIIRUSTUS

REVISIO:

TEKIJÄ

PVM

KOKOONPANON NIMI:

Ohjain

MATERIAALI:

PIIRUSTUS
 NRO:

15

A4

MASSA:

LAKANA: 2/3

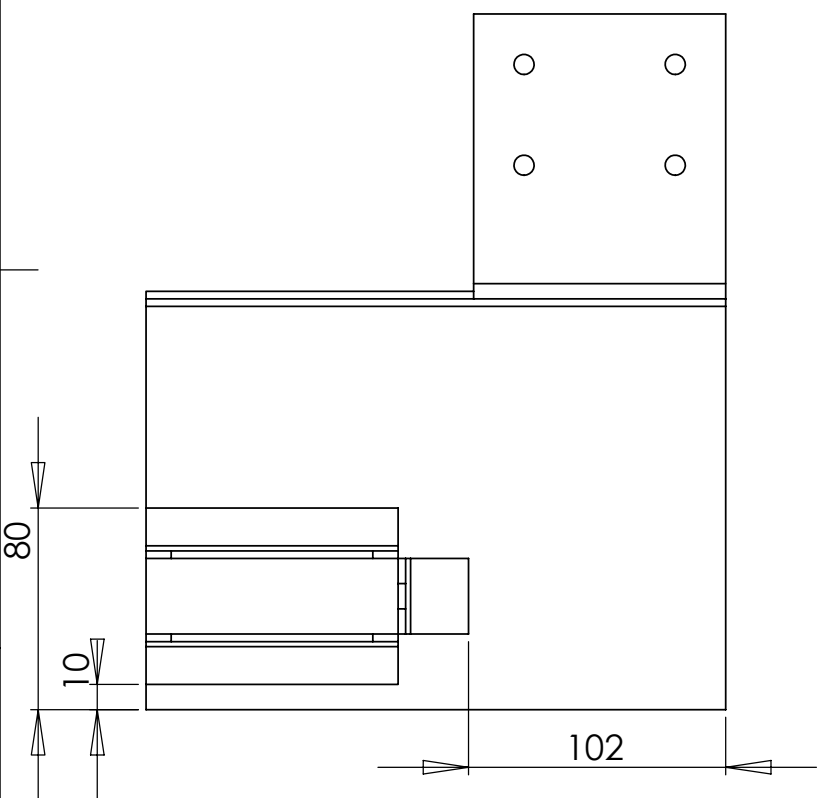
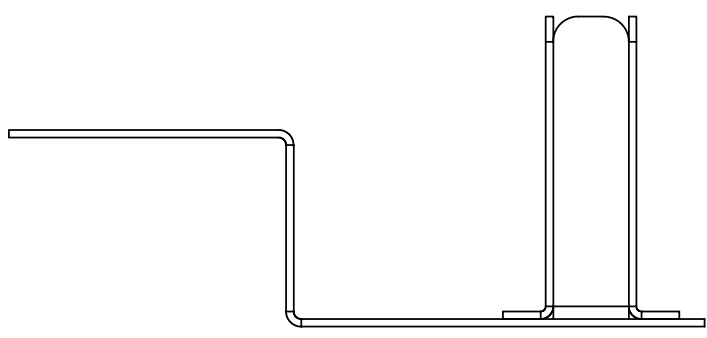
A

B

C

D

E



MITAT: MILLIMETRIÄ
 TOLERANSSI: +-1mm

KOKOONPANOPIIRUSTUS

REVISIO:

TEKIJÄ

PVM

OSAN NIMI:

Moduulitoppari

F

MATERIAALI:

PIIRUSTUS
 NRO:

16

A4

MASSA:

LAKANA: 1/1

A

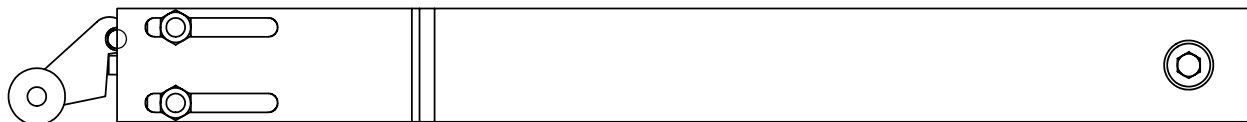
B

C

D

E

F



MITAT: MILLIMETRIÄ
 TOLERANSSI: +-1mm

KOKOONPANOPIIRUSTUS

REVISIO:

TEKIJÄ

PVM

OSAN NIMI:

Raja + kiinnike: mitta

MATERIAALI:

PIIRUSTUS
 NRO:

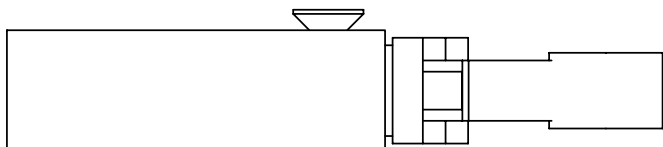
17

A4

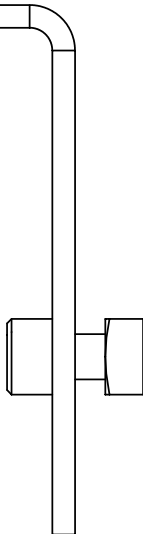
MASSA:

LAKANA: 1/1

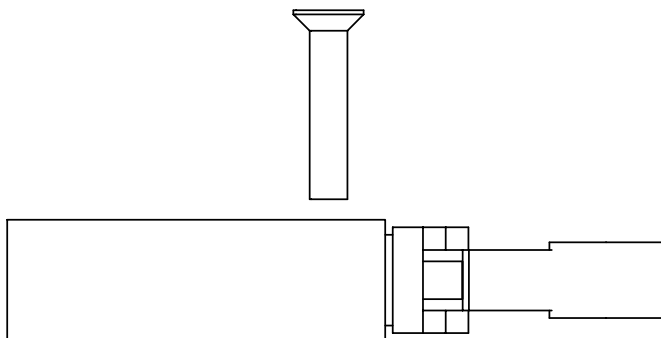
A



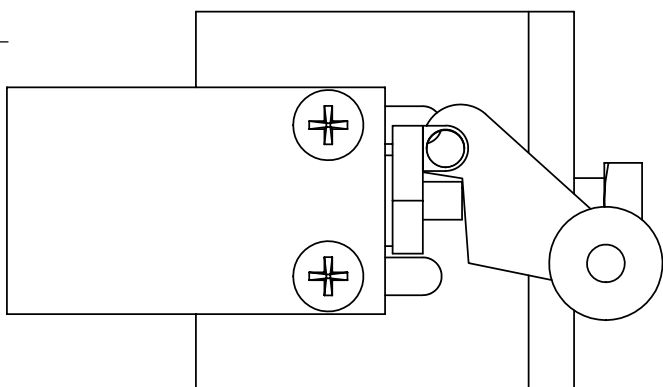
B



C



D



E

MITAT: MILLIMETRIÄ
TOLERANSSI: +-1mm

KOKOONPANOPIIRUSTUS

REVISIO:

TEKIJÄ

PVM

OSAN NIMI:

Raja + kiinnike: moduuli

F

MATERIAALI:

PIIRUSTUS
NRO:

18

A4

MASSA:

LAKANA: 1/1

A

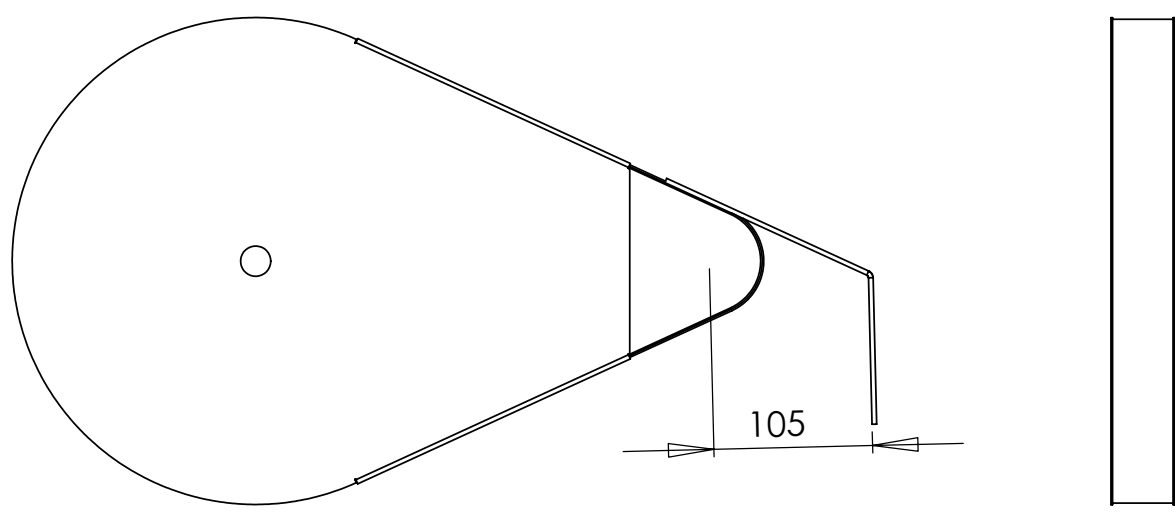
B

C

D

E

F



MITAT: MILLIMETRIÄ
 TOLERANSSI: +-1mm

KOKOONPANOPIIRUSTUS

REVISIO:

TEKIJÄ

PVM

OSAN NIMI:

Hihnasuoja

MATERIAALI:

PIIRUSTUS
 NRO:

19

A4

MASSA:

LAKANA: 1/1

A

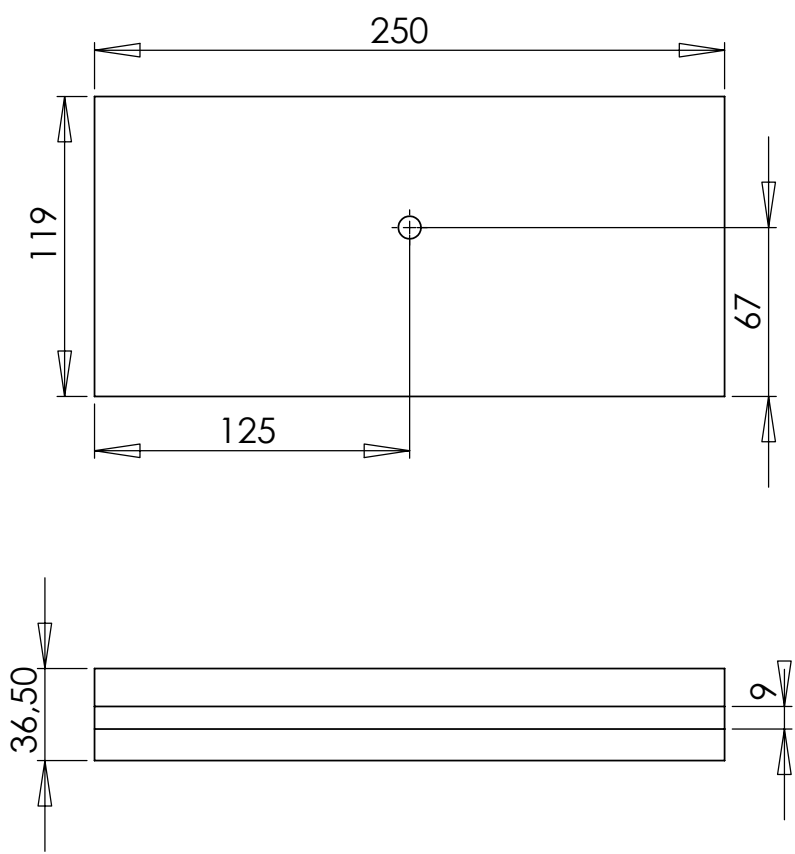
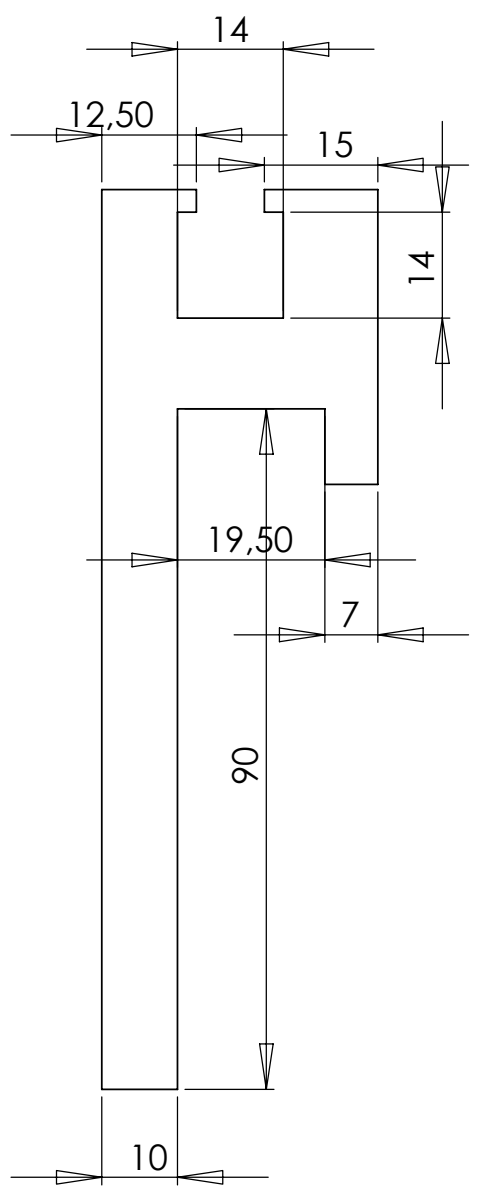
B

C

D

E

F



MITAT: MILLIMETRIÄ TOLERANSSI: +-1mm		OSAPIIRUSTUS	REVISIO:
TEKIJÄ	PVM		OSAN NIMI: Mittaliuku
		MATERIAALI:	PIIRUSTUS NRO: 20
		MASSA:	LAKANA: 1/1
			A4

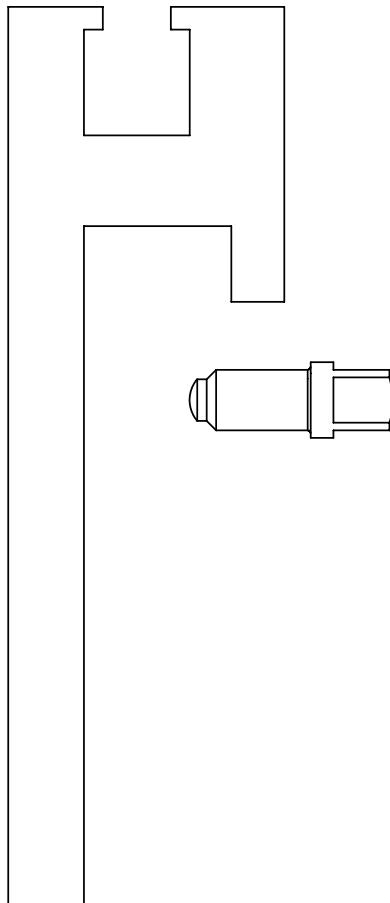
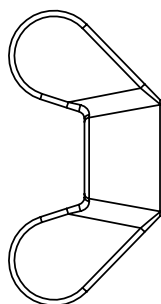
A

B

C

D

E



MITAT: MILLIMETRIÄ
 TOLERANSSI: +-1mm

OSAPIIRUSTUS

REVISIO:

TEKIJÄ

PVM

OSAN NIMI:

Mittaliuku: säätö

F

MATERIAALI:

PIIRUSTUS NRO:

21

A4

MASSA:

LAKANA: 1/1

A

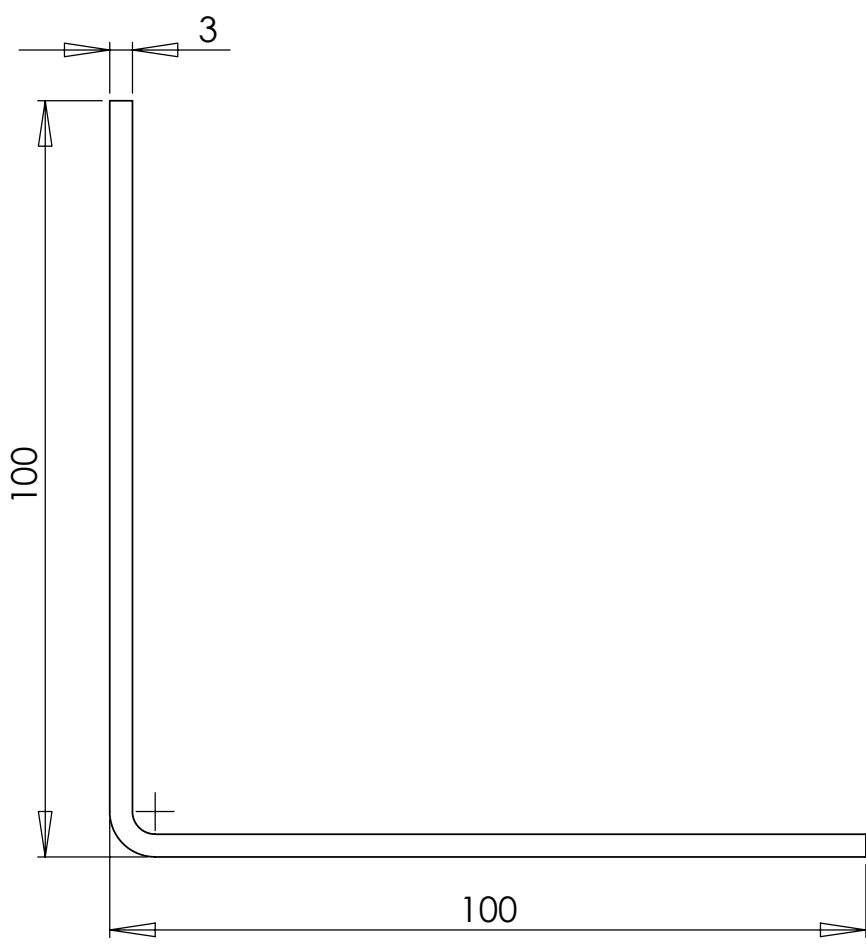
B

C

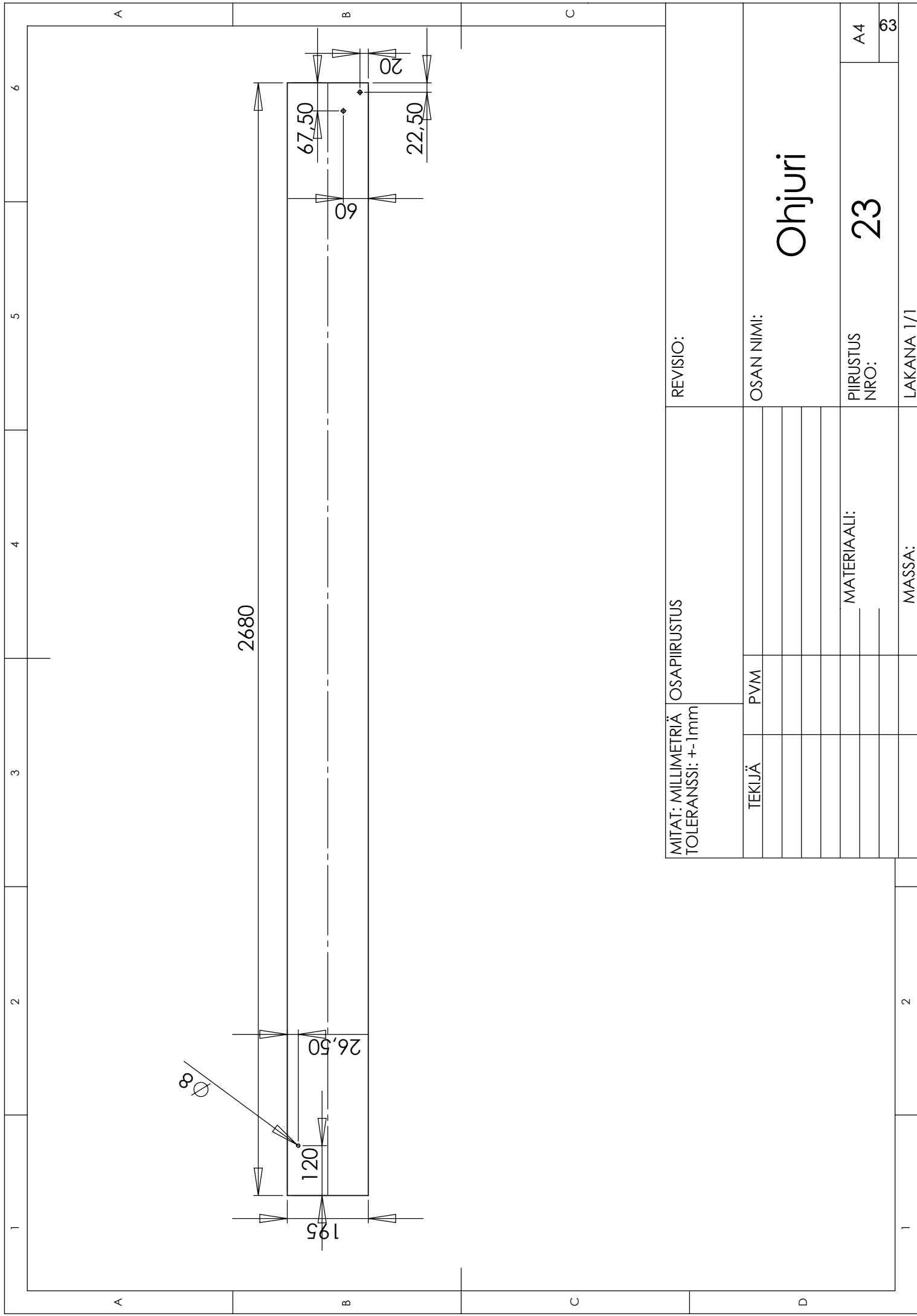
D

E

F



MITAT: MILLIMETRIÄ TOLERANSSI: +-1mm		OSAPIIRUSTUS	REVISIO:	
TEKIJÄ	PVM		OSAN NIMI: Ohjuri	
		MATERIAALI:	PIIRUSTUS NRO: 22	A4
		MASSA:	1/1	



MITAT: MILLIMETRIÄ TOLERANSSI: +/- 1mm		OSAPIIRUSTUS		REVISIO:
TEKIJÄ	PVM			OSAN NIMI:
				Ohjuri
		MATERIAALI:	PIIRUSTUS NRO:	A4
			23	63
		MASSA:	LAKANA 1/1	

A

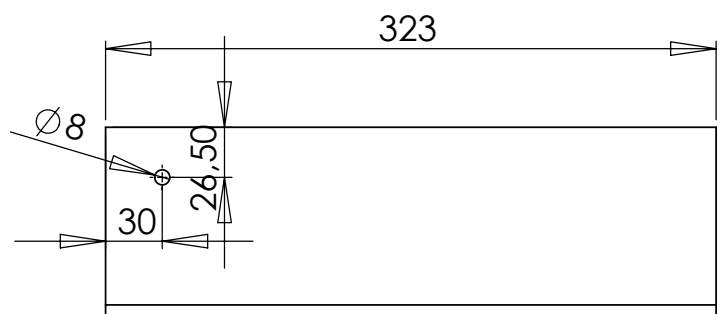
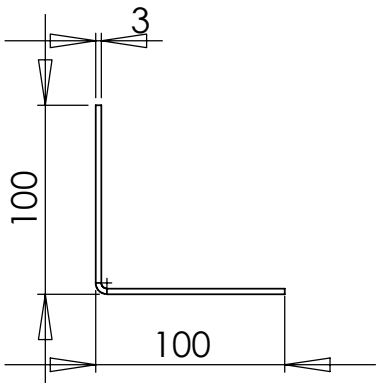
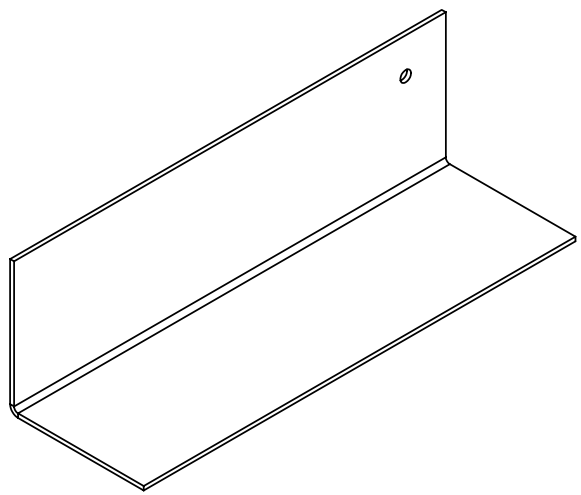
B

C

D

E

F



MITAT: MILLIMETRIÄ
 TOLERANSSI: +-1mm

OSAPIIRUSTUS

REVISIO:

TEKIJÄ

PVM

OSAN NIMI:

Ohjurijatko

MATERIAALI:

PIIRUSTUS
 NRO:

24

A4

MASSA:

LAKANA: 1/1

A

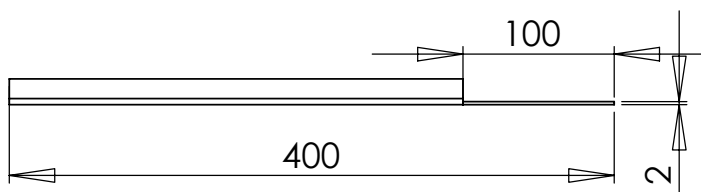
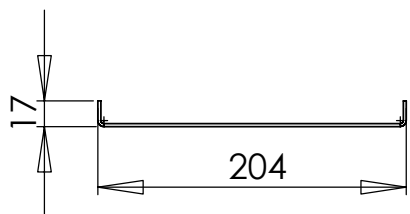
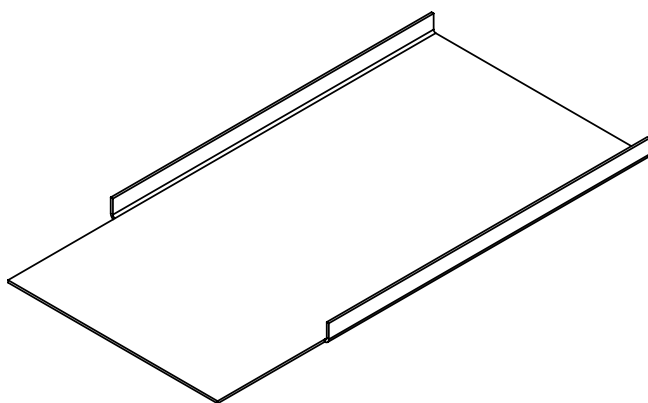
B

C

D

E

F



MITAT: MILLIMETRIÄ
 TOLERANSSI: +-1mm

OSAPIIRUSTUS

REVISIO:

TEKIJÄ

PVM

OSAN NIMI:

Poistoliuku

MATERIAALI:

PIIRUSTUS
 NRO:

25

A4

MASSA:

LAKANA: 1/1

A

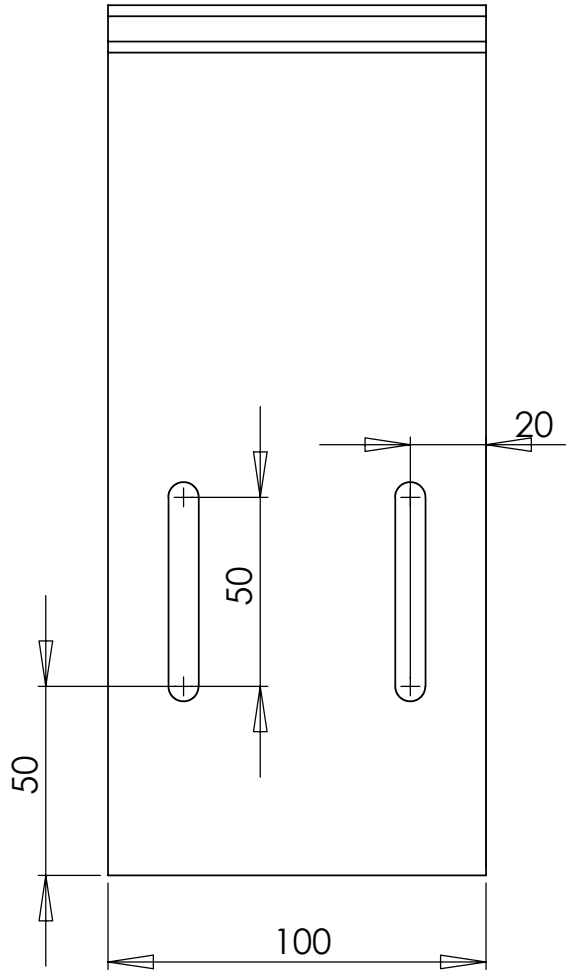
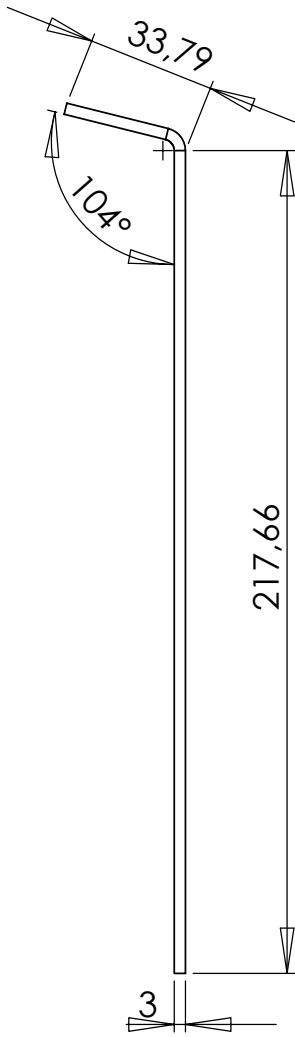
B

C

D

E

F



MITAT: MILLIMETRIÄ
TOLERANSSI: +-1mm

OSAPIIRUSTUS

REVISIO:

TEKIJÄ

PVM

OSAN NIMI:

Poistoliuku: kiinnike

MATERIAALI:

PIIRUSTUS
NRO:

26

A4

MASSA:

LAKANA: 1/1

A

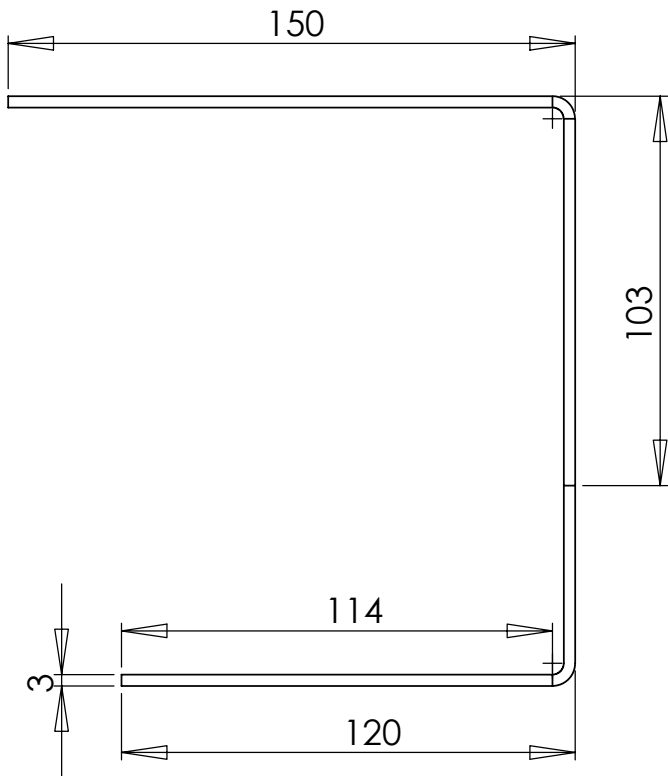
B

C

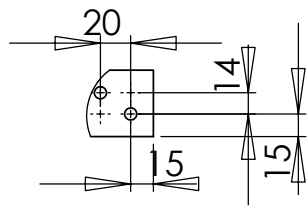
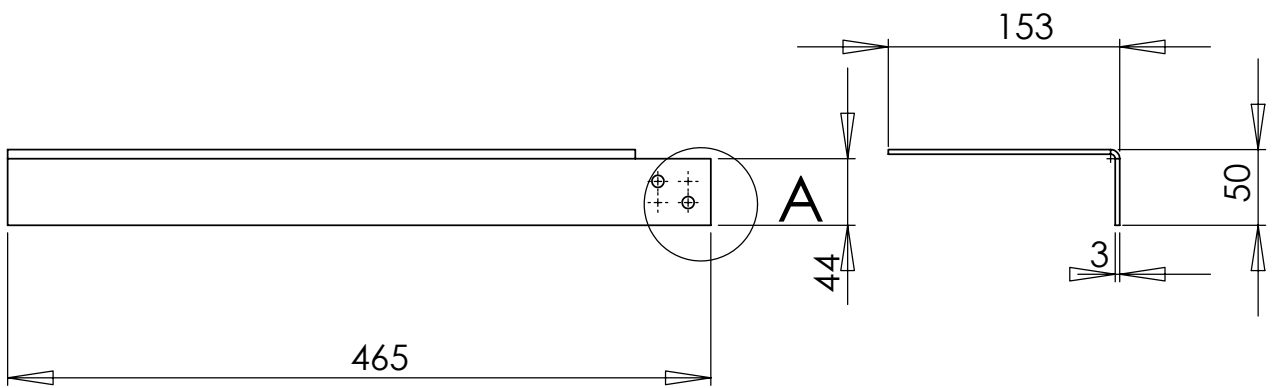
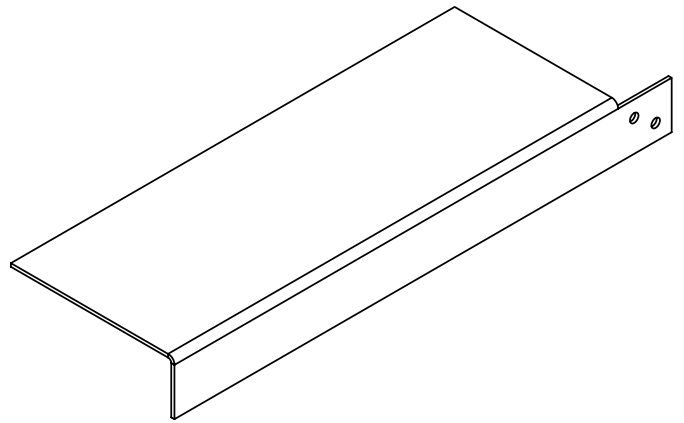
D

E

F



MITAT: MILLIMETRIÄ TOLERANSSI: +-1mm		OSAPIIRUSTUS	REVISIO:	
TEKIJÄ	PVM		OSAN NIMI: Pudotustaso	
		MATERIAALI:	PIIRUSTUS NRO: 27	A4
		MASSA: n. 25 kg	LAKANA: 1/1	



KOHTA A:
Kaksi kiinnitysreikää

MITAT: MILLIMETRIÄ
TOLERANSSI: +-1mm

OSAPIIRUSTUS

REVISIO:

TEKIJÄ

PVM

OSAN NIMI:

Pudotustasojatko

MATERIAALI:

PIIRUSTUS
NRO:

29

A4

MASSA:

LAKANA: 1/1

A

B

C

D

E

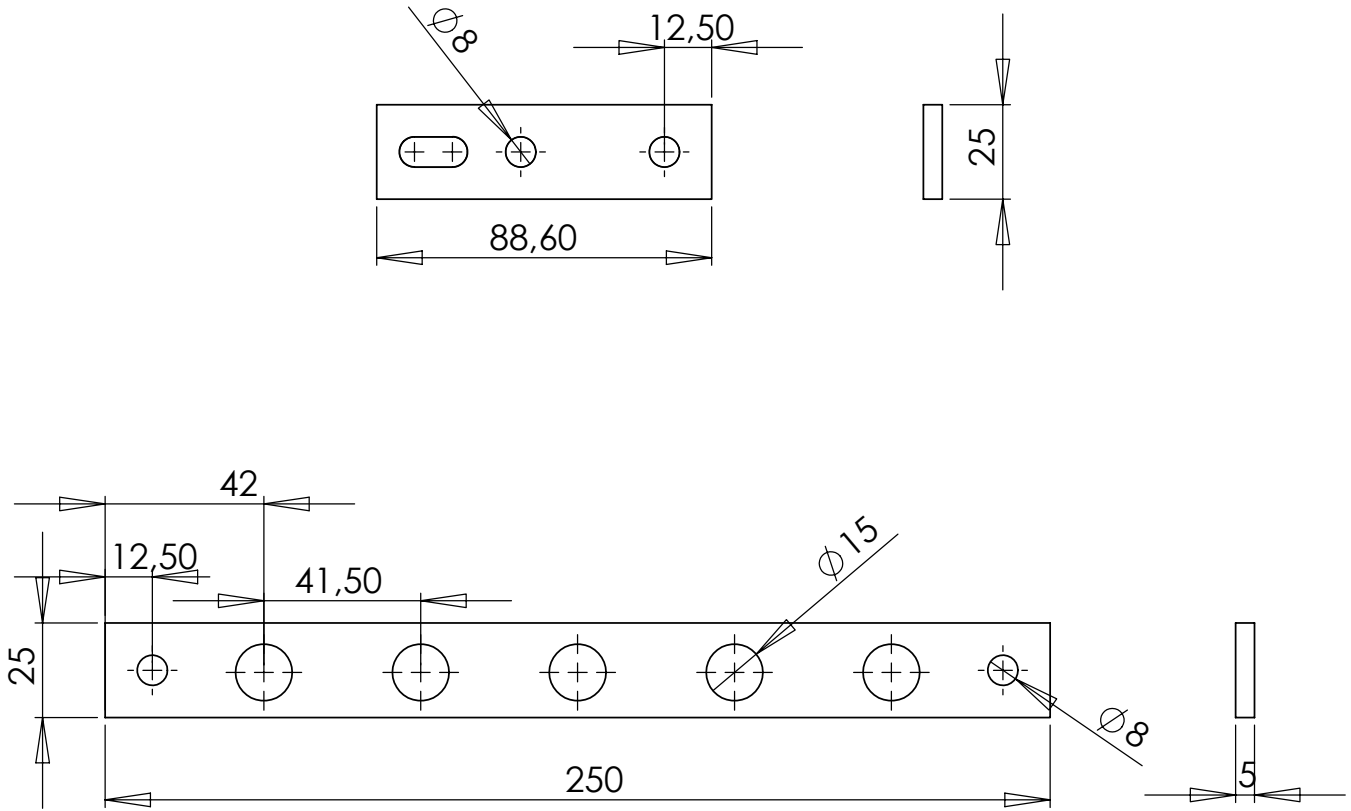
F

1

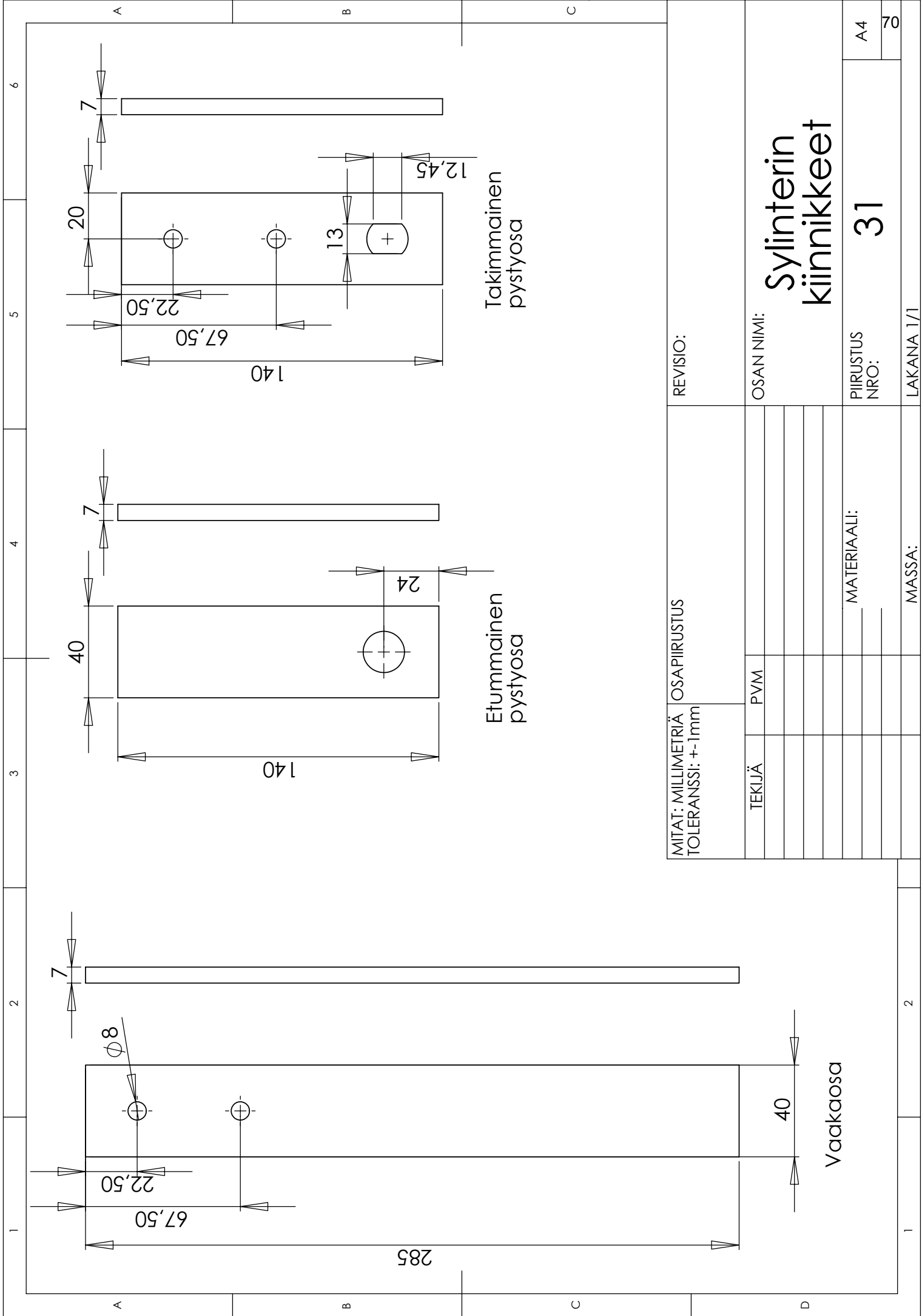
2

3

4



MITAT: MILLIMETRIÄ TOLERANSSI: +-1mm		OSAPIIRUSTUS	REVISIO:
TEKIJÄ	PVM		OSAN NIMI: Rullarunko
		MATERIAALI:	PIIRUSTUS NRO: 30
			A4
		MASSA:	LAKANA: 1/1



REVISIO:

MITAT: MILLIMETRIÄ OSAPIIRUSTUS TOLERANSSI: +/- 1mm

OSAN NIMI:

TEKIJÄ PVM

Sylinterin kiinnikkeet

PIIRUSTUS NRO:

MATERIAALI:

31

A4

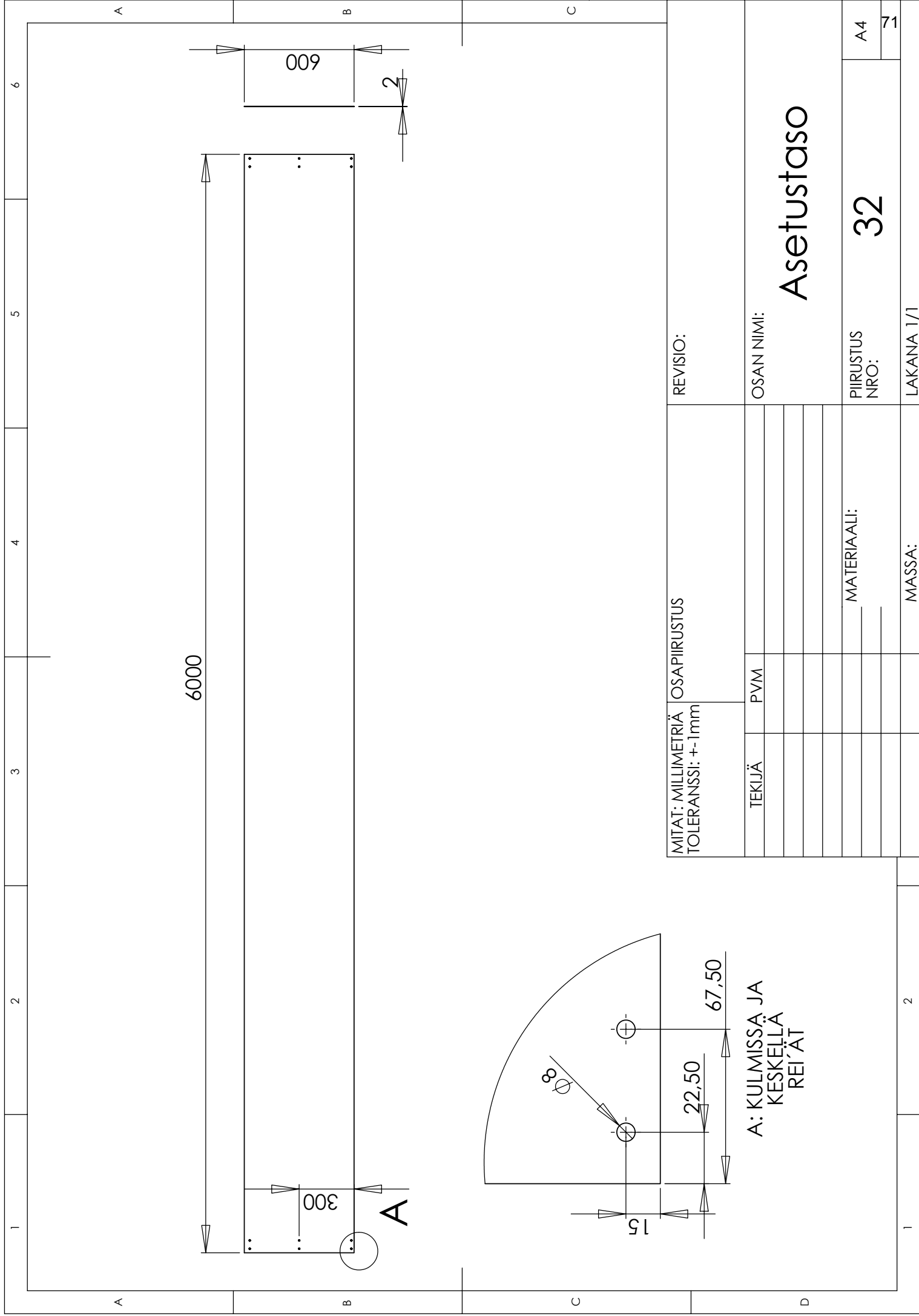
70

LAKANA 1/1

MASSA:

2

1



MITAT: MILLIMETRIÄ TOLERANSSI: +/- 1mm		OSAPIIRUSTUS		REVISIO:
TEKIJÄ	PVM			OSAN NIMI:
				Asetustaso
		MATERIAALI:		PIIRUSTUS NRO:
				32
		MASSA:		LAKANA 1/1
				A4
				71

A: KULMISSA JA
KESKELLÄ
REI'ÄT

1

2

3

4

72

A

43

29

86

B

289

Ø8

C

18,30

D

E

MITAT: MILLIMETRIÄ
TOLERANSSI: +-1mm

OSAPIIRUSTUS

REVISIO:

TEKIJÄ

PVM

OSAN NIMI:

Mittaosoitin/toppari

F

MATERIAALI:

PIIRUSTUS
NRO:

33

A4

MASSA:

LAKANA: 1/1

A

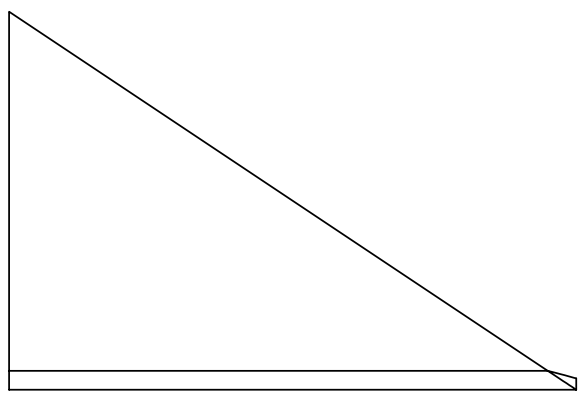
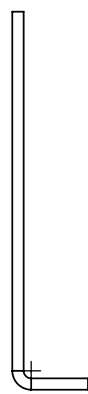
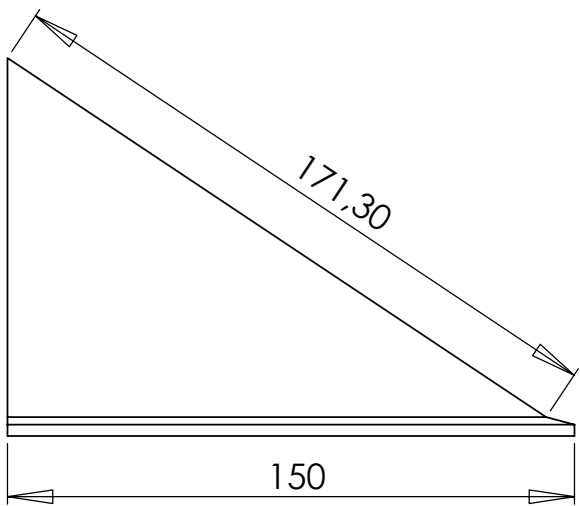
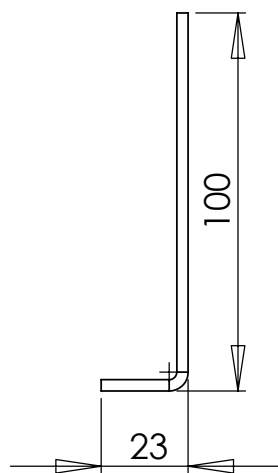
B

C

D

E

F



MITAT: MILLIMETRIÄ
TOLERANSSI: +-1mm

OSAPIIRUSTUS

REVISIO:

TEKIJÄ

PVM

OSAN NIMI:

Oikea ja vasen ohjain

MATERIAALI:

PIIRUSTUS
NRO:

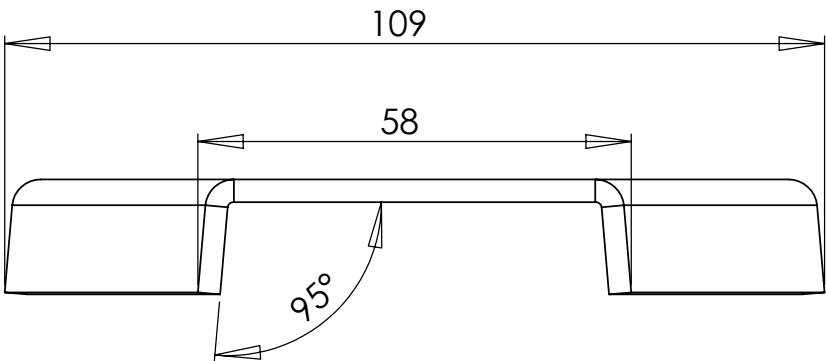
34

A4

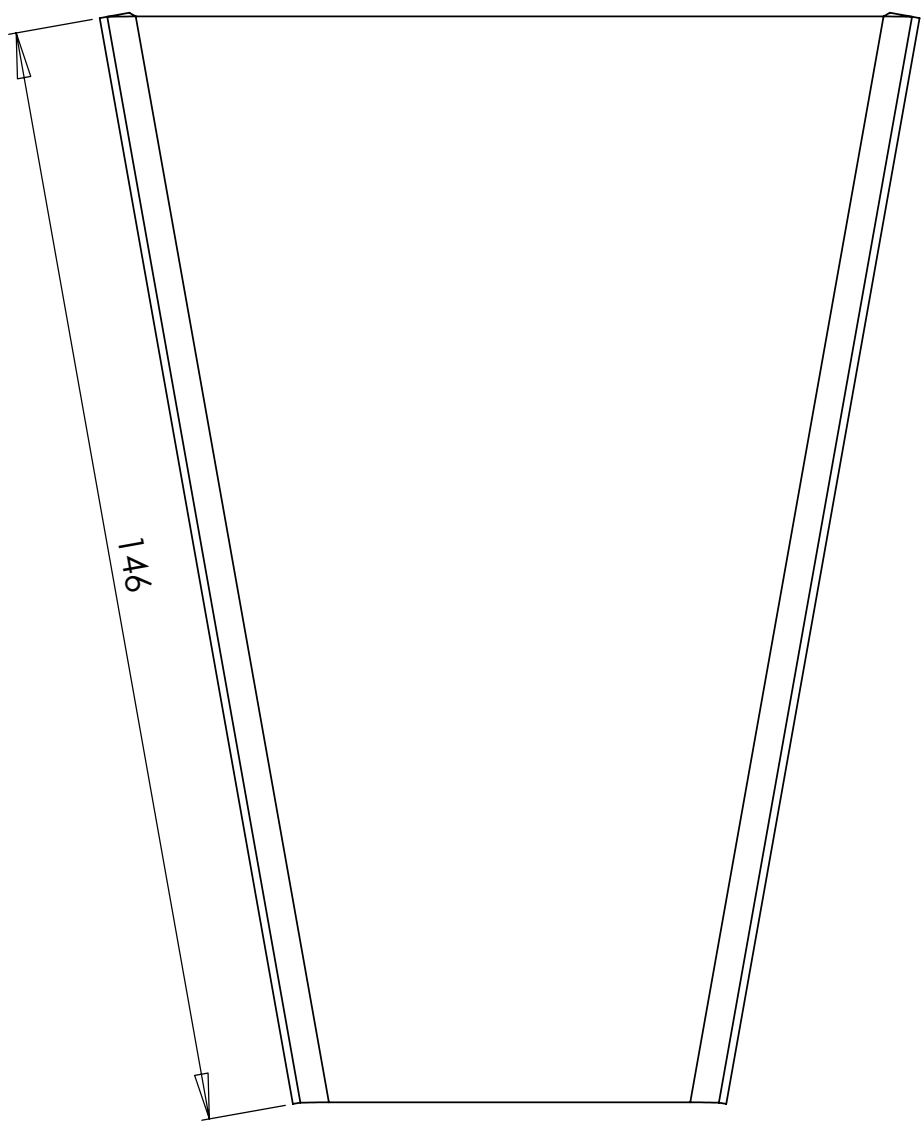
MASSA:

LAKANA: 2/2

A



B



C

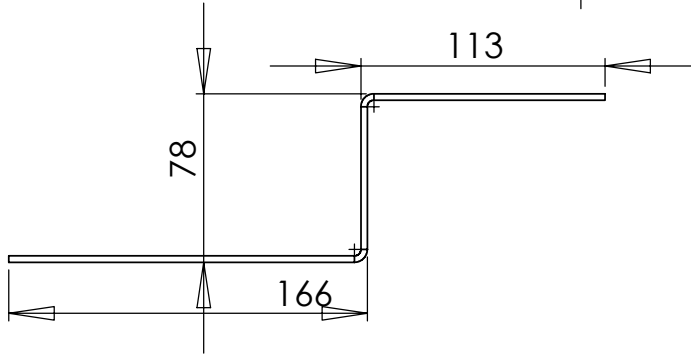
D

E

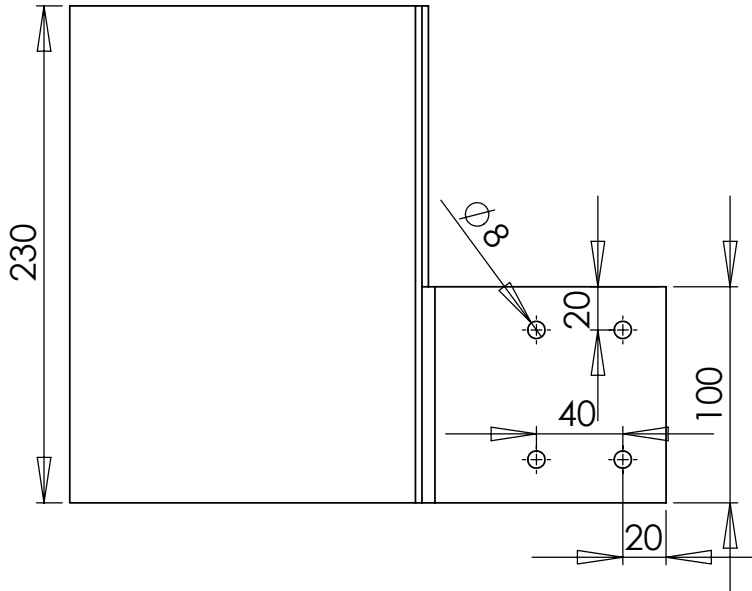
MITAT: MILLIMETRIÄ TOLERANSSI: +-1mm		OSAPIIRUSTUS		REVISIO:	
TEKIJÄ	PVM			OSAN NIMI: Korkeusohjain	
		MATERIAALI:		PIIRUSTUS NRO:	35
					A4
		MASSA:		LAKANA: 1/1	

F

A

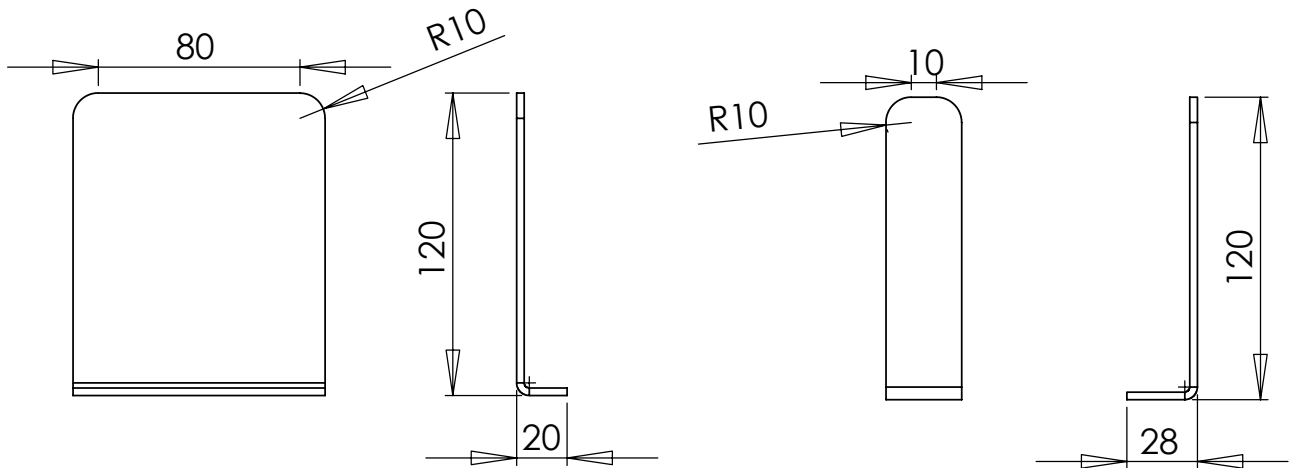


B



C

D



E

MITAT: MILLIMETRIÄ
TOLERANSSI: +-1mm

OSAPIIRUSTUS

REVISIO:

TEKIJÄ

PVM

OSAN NIMI:

Moduulitopparin osat

F

MATERIAALI:

PIIRUSTUS
NRO:

36

A4

MASSA:

LAKANA: 1/1

A

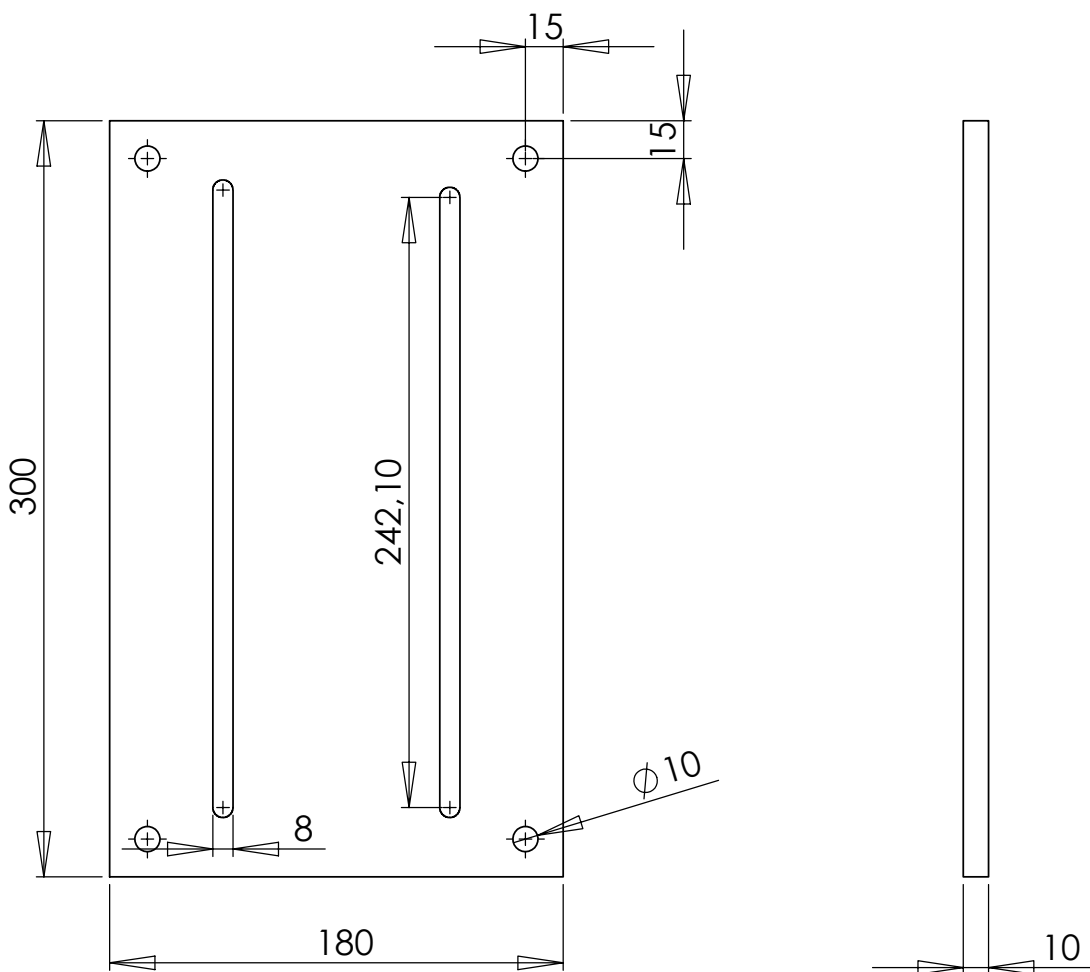
B

C

D

E

F



MITAT: MILLIMETRIÄ
 TOLERANSSI: +-1mm

OSAPIIRUSTUS

REVISIO:

TEKIJÄ

PVM

OSAN NIMI:

Moottorin säätöalusta

MATERIAALI:

PIIRUSTUS
 NRO:

37

A4

MASSA:

LAKANA: 1/1

A

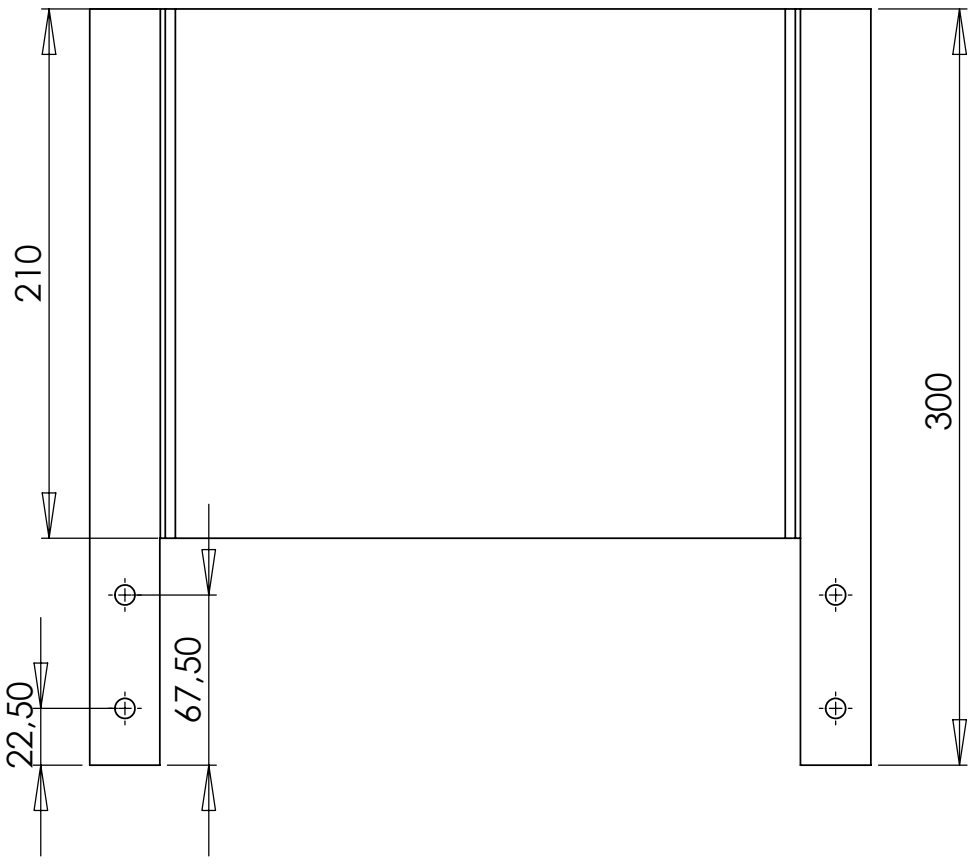
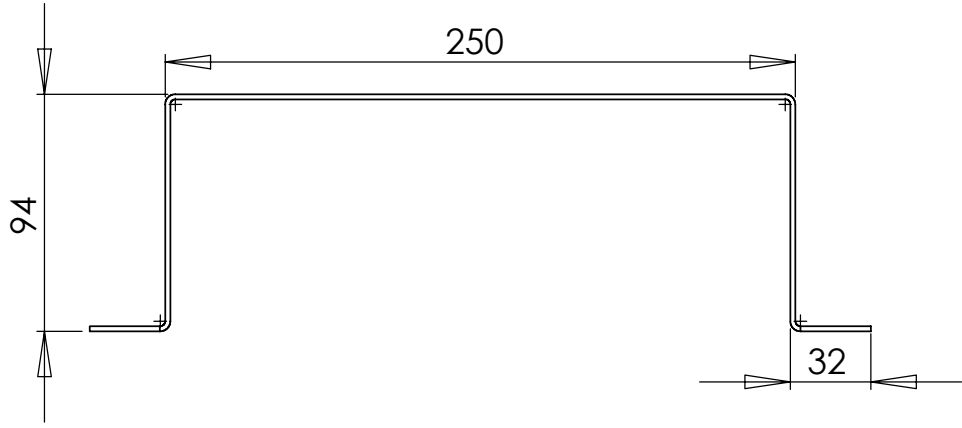
B

C

D

E

F



MITAT: MILLIMETRIÄ TOLERANSSI: +-1mm		OSAPIIRUSTUS	REVISIO:	
TEKIJÄ	PVM		OSAN NIMI: Prässin aputaso	
		MATERIAALI:	PIIRUSTUS NRO: 39	A4
		MASSA:	LAKANA: 1/1	

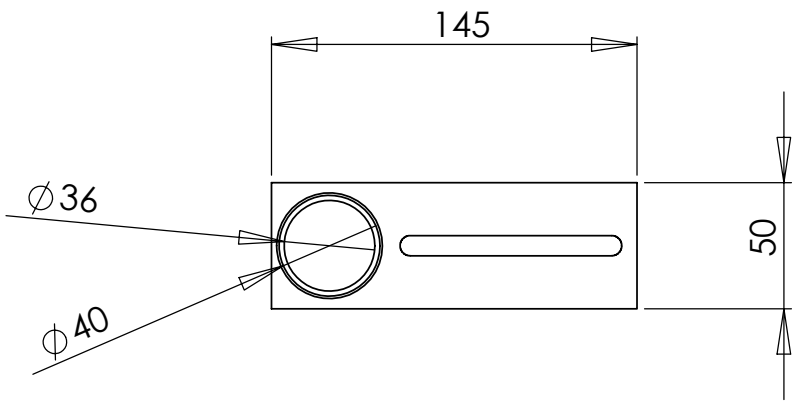
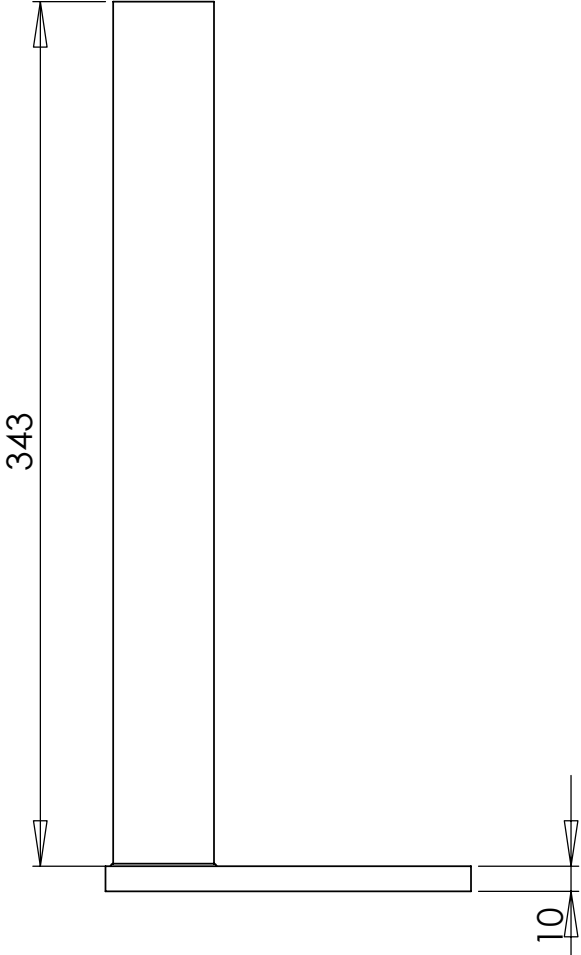
A

B

C

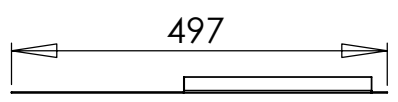
D

E

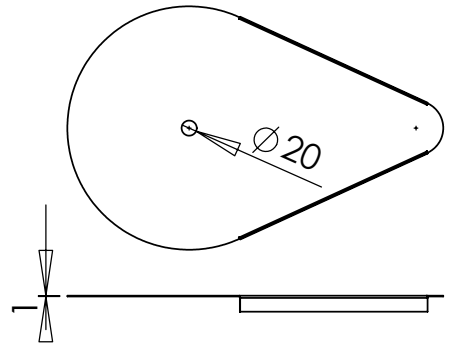


MITAT: MILLIMETRIÄ TOLERANSSI: +-1mm		OSAPIIRUSTUS		REVISIO:	
TEKIJÄ	PVM			OSAN NIMI: Poistotason ohjurit	
		MATERIAALI:		PIIRUSTUS NRO: 40	A4
		MASSA:		LAKANA: 1/1	

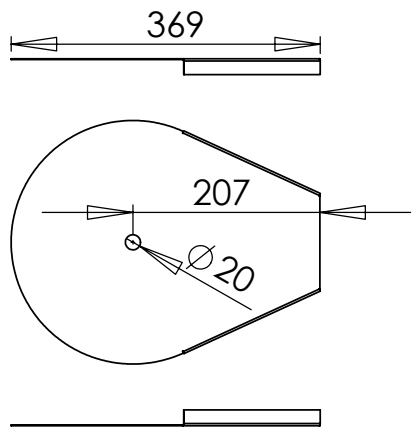
A



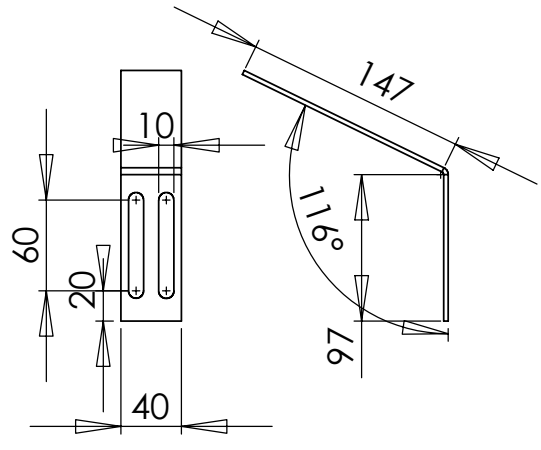
B



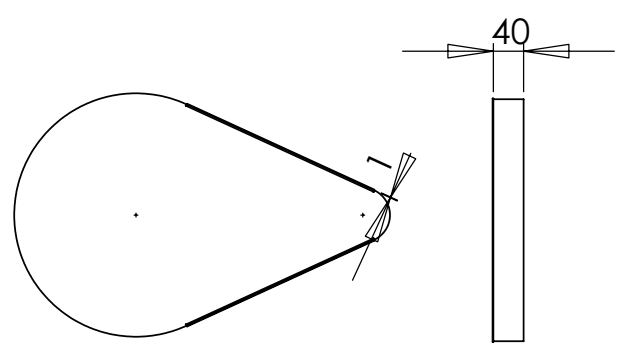
C



D

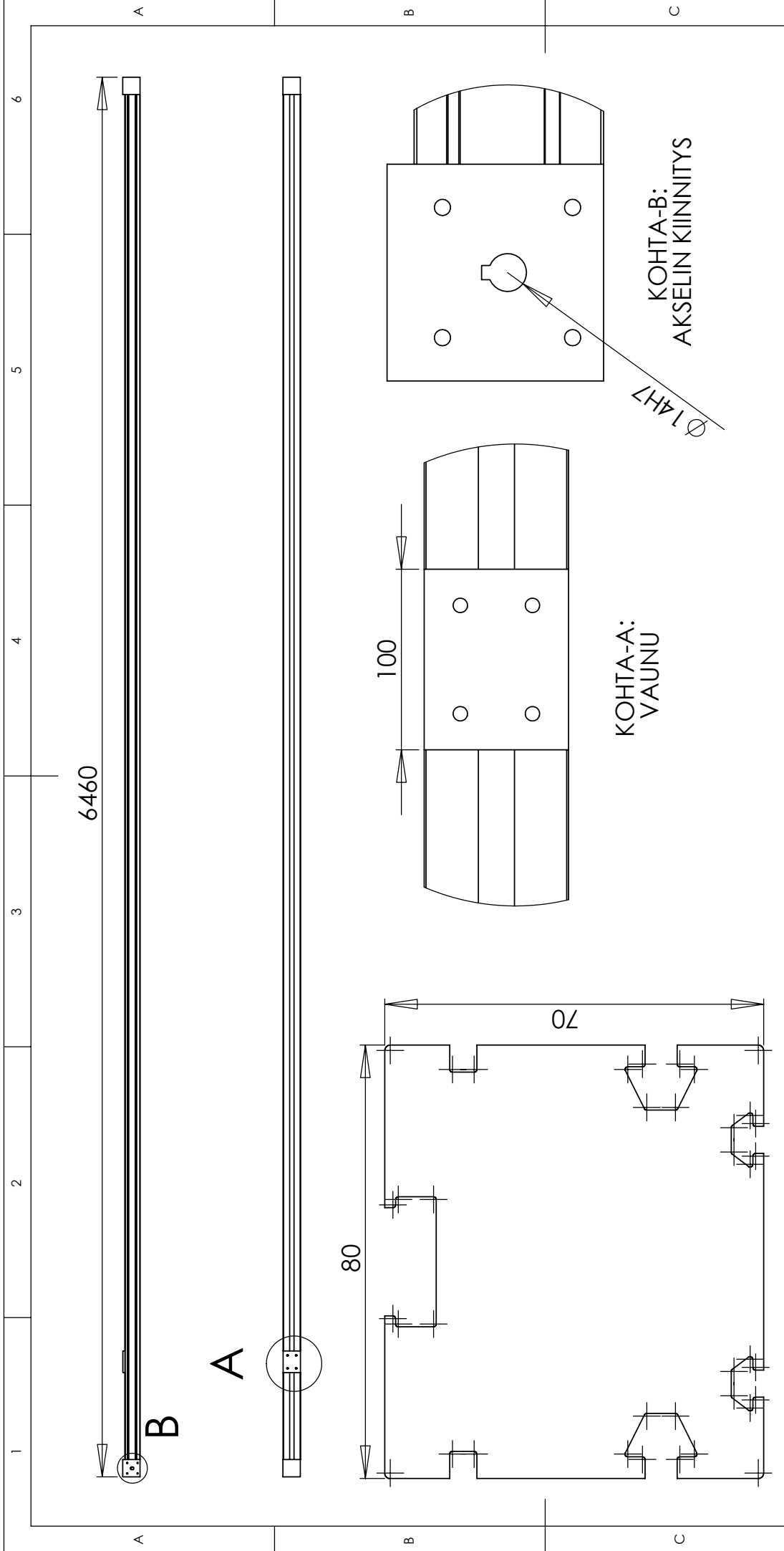


E



F

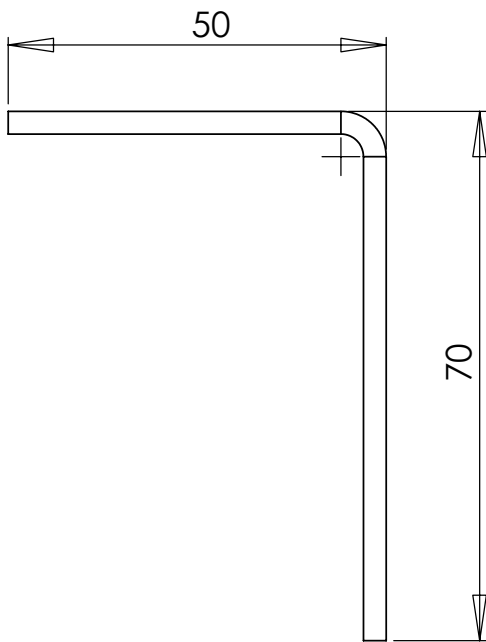
MITAT: MILLIMETRIÄ TOLERANSSI: +-1mm		OSAPIIRUSTUS	REVISIO:
TEKIJÄ	PVM		OSAN NIMI: Hihnasuojan osat
		MATERIAALI:	PIIRUSTUS NRO: 41
		MASSA:	
			LAKANA: 1/1
			A4



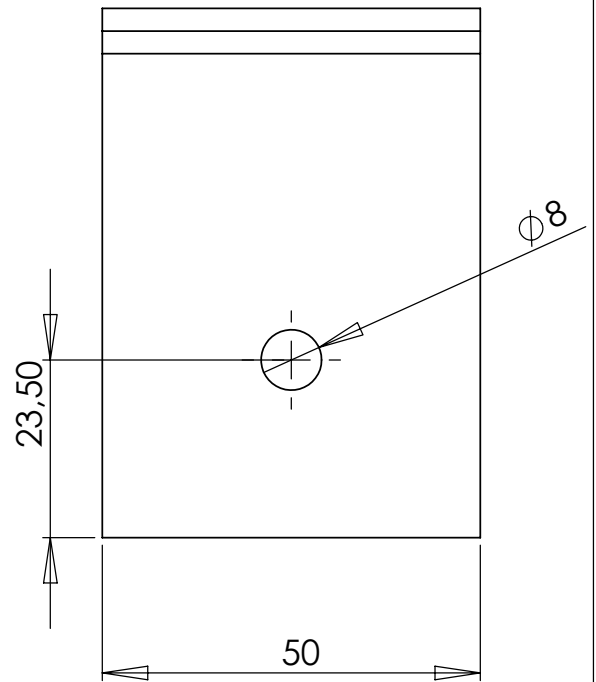
MITAT: MILLIMETRIÄ TOLERANSSI:		TUOTEKUVA		REVISIO:	
TEKIJÄ	PVM				
				OSAN NIMI:	
				Hammasihnakäyttöinen	
				profiliiohdearimoduuli	
		MATERIAALI:		PIIRUSTUS	
				NRO:	
				42	
		MASSA:		A4	
				80	

MODUULIN POIKKILEIKKAUS

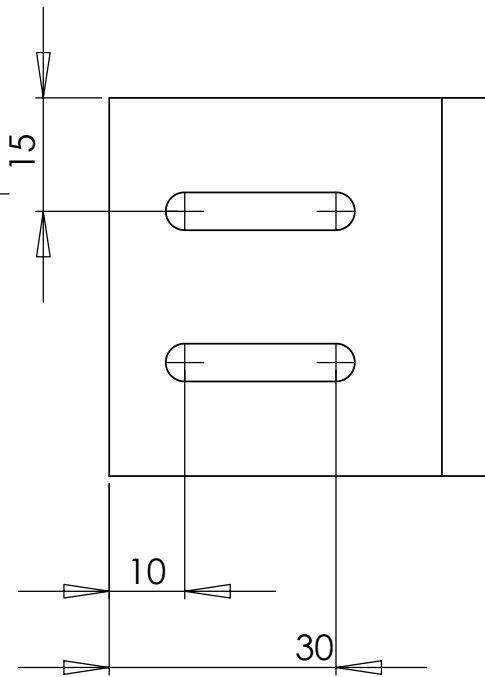
A



B



C



D

E

MITAT: MILLIMETRIÄ
TOLERANSSI: +-1mm

OSAPIIRUSTUS

REVISIO:

TEKIJÄ

PVM

OSAN NIMI:

Rajakiinnike: moduuliin

F

MATERIAALI:

PIIRUSTUS
NRO:

43

A4

MASSA: n. 25 kg

LAKANA: 1/1