

VALOLEVYN KOKOONPANOLAITE

Merkkimestarit Oy

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotantopainotteinen
mekatroniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Kimmo Jauhiainen

Lahden ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka

JAUHIAINEN, KIMMO:

Valolevyn kokoonpanolaite
Merkkimestarit Oy

Tuotantopainotteisen mekatroniikan opinnäytetyö, 18 sivua, 25 liitesivua

Kevät 2015

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia suunnittelun teoriaa ja sen pohjalta suunnitella valolevyn kokoonpanolaite. Työn toimeksiantaja oli silkkipaino Merkkimestarit Oy, joka oli saanut tarjouskyselyn kyseisen valolevyn valmistuksesta ja tarvitsivat laitteen sen kokoamista varten.

Työssä perehdytään ensin hieman suunnitteluprosessiin, sen jälkeen suunnitellaan laite. Työ aloitettiin jakamalla se osakokonaisuuksiin runko, levyjen kohdistus, levyjen puristus ja reunalistan asennus, sen jälkeen ne suunniteltiin erikseen ja liitettiin yhteen. Suunnittelutyö toteutettiin SolidWorks 3D-suunnitteluohjelmalla.

Laitteen suunnittelu onnistui hyvin ja toimeksiantaja oli siihen tyytyväinen. Opinnäytetyön liitteenä ovat valmiit piirustukset laitteesta.

Asiasanat: kokoonpanolaite, suunnittelu

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

JAUHIAINEN, KIMMO: Light sheet assembly device
Merkkimestarit Oy

Bachelor's Thesis in Production Oriented mechatronics, 18 pages, 25
pages of appendices

Spring 2015

ABSTRACT

The goal in this Bachelor's thesis was to study the theory of mechanical designing and use that information to design assembling device for light board an assemblies. The commissioner of the study was Merkkimestarit Oy, company specialized to in silk screen printing. The company had got offers to start production of one kind of light boards and needed a device to assemble and ease their production of them.

First, this thesis introduces the designing process, then the design of the assembling device. The work was started by dividing the device to subassemblies, which were the frame of the device, the positioning of the boards, the pressing of the boards and installation of the border tape. When designing of the subassemblies was finished, they were put together. The designing was made with SolidWorks 3D-designing software.

Designing of the device was successful and the client was pleased with it. The finished design and the drawings are attached at the end of the thesis.

Key words: assembling device, designing

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	TOIMEKSIANTO	2
2.1	Merkkimestarit Oy	2
2.2	Valolevy	2
2.3	Kokoonpanolaite	2
3	KONEENOSIEN SUUNNITTELUN TEORIAA	3
3.1	Tuotekehitys	3
3.2	Esitutkimus	4
3.3	Luonnostelu	6
3.4	Ratkaisun kehittäminen	7
3.5	Viimeistely ja tuotekustannukset	7
4	SUUNNITTELU	9
4.1	Runko	11
4.2	Levyjen kohdistus	12
4.3	Levyjen yhteen puristus	14
4.4	Reunalistan asennus	15
5	YHTEENVETO	17
	LÄHTEET	18
	LIITTEET	19

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia suunnitteluprosessin teoriaa ja sen pohjalta suunnitella valolevyn kokoonpanolaite. Tarkoitus on nähdä, kuinka teoriassa esitettyä suunnitteluprosessia toteutetaan käytännön suunnittelussa.

Tässä opinnäytetyössä oli tarkoituksena suunnitella kokoonpanolaite helpottamaan valolevyjen kokoonpanoa sekä tutkia suunnitteluprosessia yleensä. Valolevy on levy, jossa on jokin kuvio, joka sitten valaistaan siten, että valo loistaa sisältä ulospäin. Laitetta ei vielä valmisteta, koska kokoonpantava tuote ei ole vielä tuotannossa ja ei ole täysin varmaa, tuleeko se tuotantoon.

Kokoonpanolaitteita on monenlaisille tuotteille, mutta ne on yleensä suunniteltu juuri kyseiselle tuotteelle, joten niistä ei pystynyt mallia ottamaan. Laite suunniteltiin oman koneenrakennuskokemuksen ja ammattitaidon avulla, keksimällä tarvittavat ratkaisut.

Työn toteuttamiseen käytettiin SolidWorks 3D -suunnitteluohjelmistoa, jonka käyttöä oli opiskeltu koulussa. Sen osaaminen oli ehdoton edellytys työn onnistumiselle. Lisäksi osien suunnittelussa käytettiin kaikkea osaamista, joka oli koulusta ja aikaisemmasta ammatista koneistajana saatu.

2 TOIMEKSIANTO

Toimeksianto on suunnitella valolevyn kokoonpanoa helpottava laite Merkkimestarit Oy:lle.

2.1 Merkkimestarit Oy

Merkkimestarit on vuonna 1978 perustettu seripaino, joka toimii Hollolan teollisuusalueella Päijät-Hämeessä. Se tekee painotuotteita teollisuudelle, kaupalle, järjestöille ja autourheilulle. Painotuotevalikoimaan kuuluvat teollisuuden polykarbonaatti-paneelikalvot, erilaiset muovikilvet, tuote- ja mainostarrat sekä painokaaviot teollisuuden ja muiden alojen yritysten omille paino-osastoille. Tuotevalikoimassa ovat myös erilaiset kiinteistö-, palo- ja pelastusalan kilvet ja merkinnät. Tarraleikkureilla Merkkimestarit valmistavat siirrettäviä logoja ja merkintöjä. Erityisosaamiseen kuuluvat myös autourheilukilpailuihin ovinumerot ja opasteet. (Merkkimestarit Oy 2015.)

2.2 Valolevy

Valolevy koostuu neljästä osasta, kahdesta kirkkaasta akryylilevystä, vihreästä kalvosta ja harmaasta reunalistasta. Akryylilevyihin painetaan valkoinen kuvio ja vihreä rasteri, minkä jälkeen niiden väliin asennetaan vihreä kalvo, puristetaan yhteen ja liimataan harmaa reunalista kolmelle sivulle, mitkä pitävät levyt yhdessä. Yksi sivu jätetään peittämättä, jotta sieltä voidaan valaista levy. Levyjä on kahdeksaa eri kokoa.

2.3 Kokoonpanolaite

Merkkimestarit Oy:n tuotantopäällikkö Johannes Jauhiainen määritteli, että laitteen tulisi olla mahdollisimman yksinkertainen ja helppokäyttöinen. Sillä tulisi voida koota kaikkia kahdeksaa levykokoa mahdollisimman pienin muutoksin, jotka tulisi olla helposti toteutettavissa. Suunnittelussa tulisi ottaa huomioon, että laite olisi tulevaisuudessa mahdollista automatisoida, jos tuotantomäärät kasvaisivat. (Jauhiainen 2015.)

3 KONEENOSIEN SUUNNITTELUN TEORIAA

3.1 Tuotekehitys

Tuotekehitysprosessissa on tarkoitus kehittää tuote, joka vastaa asiakkaan ja käyttäjän toiveita ja tarpeita. Yleensä siinä yhdistellään tunnettuja menetelmiä ja ratkaisuja uudella innovatiivisella tavalla ja pyritään saavuttamaan ominaisuuksiltaan ja hinnaltaan hyvä tuote. Nykyään tuotekehitystä tehdään paljon yhteistyössä asiakkaan kanssa ja jopa asiakkaan ohjauksessa, kulutus- ja kestohyödykkeissä. Usein tuotteet suunnitellaan hyvin tarkkaan asiakkaan toiveiden mukaan. (Björk ym. 2014, 9.)

Uusi teknologia harvoin muodostaa kokonaan uutta tuotetta, vaan se on vain pieni lisäominaisuus. Uuden tuotteen ja uuden teknologian kehittämis-ajassa on kertaluokkaero. Kone- ja kuljetusvälinetekniikan kehitysajat ovat yleensä tuotteella 1-4 vuotta ja teknologialla 10–20 vuotta. Riskit kasvavat myös merkittävästi, mikäli uutta teknologiaa ei ole testattu riittävästi. Huipputuotteet syntyvät yhdistelemällä muotoilua ja tekniikkaa uudella innovatiivisella tavalla. Huolellinen ja tarkka alkutaival on ratkaisevaa onnistuneelle tuotekehitysprosessille. Suunnittelussa tehtyjä virheitä on vaikeaa, ellei mahdollonta korjata myöhemmässä vaiheessa. Tuotteen peruskonstruktio määrittelee kustannukset ja laadun sekä mahdollisen tuotevariaatioiden määrän lisäämisen kannattavuuden. (Björk ym. 2014, 9-10.)

Tuotesuunnittelu jakautuu vaiheisiin, jotka käydään läpi suunnittelussa, valmistuksessa ja markkinoinnissa. Ensimmäisenä esitutkimusvaiheessa selvitetään tarvetilanne markkinoilla ja määritellään alustavat ominaisuudet, käytettävä teknologia, aikataulu, selvitetään tuotekehityskustannukset ja arvioidaan tuotteen kehittämisen kannattavuus myyntimääriin perustuen. Toisessa vaiheessa tehdään luonnostelu ja valmistusmenetelmien hahmottelu. Kolmas vaihe on suunnittelu, valmistusmenetelmien valinta, alihankinta ja asiakaskontaktien luonti prototyypin testausta varten. Neljännessä vaiheessa tehdään

suunnittelun viimeistely ja dokumentointi, valmistetaan prototyyppi ja aloitetaan myynnin suunnittelu. Viidentenä vaiheena on valmistus ja myynti. (Björk ym. 2014, 10.)

3.2 Esitutkimus

Yritys menestyy, jos sillä on asiakkaan tarpeisiin sopivia tuotteita ja toimii kokonaisuutensa sopivilla markkinoilla. Nykyään kapean sektorin erikoisosaajat menestyvät parhaiten kansainvälisillä markkinoilla.

Teknisesti onnistunut tuote ei välttämättä ole kannattava ja ainoastaan kannattava tuote johtaa menestykseen. Suunnittelijat keskittyvät usein liikaa toiminnallisten vaatimusten ratkaisuun, vaikka tuotekehityksen alkuvaiheessa tehdään päätöksiä, joilla on paljon merkitystä valmistuksen ja kustannusten osalta. (Björk ym. 2014, 10.)

Kun yritys lähtee kehittämään uutta tuotetta, täytyy selvittää, kuinka hyvin se sopii yrityksen nykyiseen liiketoimintaan ja osaamiseen. Käytetäänkö olemassa olevia myyntikanavia? Täydennetäänkö valikoimaa muilla tuotteilla? Kehitetäänkö kaikki itse vai käytetäänkö muiden tuotteita? Tuoteohjelmassa tulee olla elinkaaren eri vaiheissa olevia tuotteita. Markkinoilla jo olevat tuotteet tuottavat sitä pääomaa, jonka avulla kehitetään uusia tuotteita. Uusien tuotteiden kehittämiseen tarvitaan aikaa kuukausista vuosiin. Pääoman sitominen luo taloudellisen riskin, mutta luo kilpailuedun yrityksen toimintaan. (Björk ym. 2014, 10)

Tuotteen elinkaareissa ovat seuraavat vaiheet: markkinoille tulo, kasvu, kyllästyminen ja lasku. Suurin osa kehityksestä tehdään ennen markkinoille tuloa, mutta sitä on jatkettava koko tuotteen elinkaaren ajan. On myös tunnistettava, milloin tuotesukupolvi on uusittava ja valikoimaa laajennettava. Päämääränä tuotekehityksessä on hyvä liiketoiminta ja se saavutetaan markkinoinnin, suunnittelun ja valmistuksen yhteistyöllä. Uuden tuoteidean täytyy perustua markkinatutkimukseen, kilpailija-analyysiin tai oman tuotteen uudistamiseen. Oleellista on kuitenkin ottaa huomioon asiakkaiden ja käyttäjien tarpeet ja niiden pohjalta kehittää uusia ideoita. (Björk ym. 2014, 10–11)

Parhaasta tuoteideasta laaditaan tuote-ehdotus, jossa esitellään tuotteen toiminta, kustannustavoite ja liiketoimintatavoitteet. Vaatimuslista tarkennetaan tuotesuunnittelun lähtökohdaksi ja suunnittelua ohjaavaksi dokumentiksi; tämä on tärkeää suunnitteluprojektin onnistumiselle. Alkuvaiheessa tuotekehitysprosessia on vielä hyvät mahdollisuudet vaikuttaa tuotteen ominaisuuksiin ilman suuria lisäkustannuksia. Minkä takia on tärkeää, että suunnittelijoilla on käytössään kaikki mahdollinen kokemus ja palaute aikaisemmista samankaltaisista tuotteista. Hyvä tuote syntyy tuotteen suorituskyvyn ja miellyttävyyden summana, mikä tarkoittaa sitä, että huippu suorituskyky ei vielä takaa asiakkaan ostopäätöstä. Tuotteella tulee olla myös muita ominaisuuksia, kuten aistikas muotoilu, sopiva materiaali ja ergonomia. (Björk ym. 2014, 11)

Tuotevaatimukset tulee esittää mahdollisimman selkeästi, jotta vältetään virheratkaisuilta. Parasta olisi ilmoittaa vaatimukset lukuina, mikäli mahdollista, tai mahdollisimman selkeinä kuvauksina tuotekehitystiimin kielellä. Lista asettaa suunnittelun lähtökohdat, ja se on pidettävä koko ajan ajantasalla. Tässä vaiheessa olisi myyntiargumentit oltava selvillä. (Björk ym. 2014, 11)

Tärkeimmät kysymykset vaatimusluetteloa laadittaessa:

- *Tuotteen suorituskyky (tuotantoteho, energia, voimat, kinematiikka jne.)*
- *Käyttö ja valvonta (automaatio, käyttöliittymä, signaalit, anturointi jne.)*
- *Geometria ja paino (tilantarve, liitännät, laajennukset jne.)*
- *Käyttöolosuhteet (lämpötila, kosteus, melu, toiminta-aika jne.)*
- *Ergonomia ja turvallisuus (käyttötapa, muotoilu, suojajärjestelmät jne.)*
- *Valmistus ja materiaalit (tuotantomenetelmät, rakenneaineet)*
- *Huolto ja kunnossapito (huollon tarve, tarkastukset, varaosat jne.)*

- *Tuotteen kustannukset*
- *Tuotekehitysaika ja välivaiheet, toimitusaika*

(Björk ym. 2014, 12)

3.3 Luonnostelu

Uutta tuotetta kehiteltäessä tulee kaikki ratkaisusuunnat jättää avoimiksi, jotta löydetään paras ratkaisu. Suunnittelijan tulee palata kysymyksiin, mitä ominaisuuksia tulee olla ja mitä ei saa olla. (Björk ym. 2014, 13)

On tärkeää muotoilla ja laajentaa ongelma optimaalisella tavalla:

- *Älä suunnittele nosturia vaan tavaransiirojärjestelmä kohteesta A kohteeseen B.*
- *Älä konstruoi lämmityskattilaa vaan kehitä uusi lämmitysjärjestelmä.*
- *Älä suunnittele uutta automaatiojärjestelmää vaan kehitä tehokas prosessinhallinta.*

(Björk ym. 2014, 13)

Luonnosteluvaiheessa kehitetään vaatimuslistan mukaiset ratkaisut, jotka voidaan esittää pelkkänä lohkokaaaviona tai tehdä niistä lisäksi luonnokset. Nämä sitten arvotetaan vaatimuslistan mukaan. Toimintorakenne syntyy yksittäisten osatoimintojen yhdistämisestä. Se voidaan esittää lohkokaaavion avulla joko energia-, materiaali- tai signaalimuutoksesta riippuvaisena. Uuskonstruktioissa tämä vaatii luovuutta, koska osatoiminnot ja niiden yhteen liittymät ovat vielä tuntemattomia. Sovelluskonstruktioissa ja uudistettavissa tuotteissa toimintorakenne on jo selvillä ja voidaan esittää tarkasti vaatimuslistan mukaan. Moduulijärjestelmässä toimintorakenne on tärkeä, koska se kuvaa rakenteet jo suunnittelun alkuvaiheessa. Toimintorakenne mahdollistaa työn hajauttamisen, useaan rinnakkain tehtävään tehtäväkokonaisuuteen. (Björk ym. 2014, 13)

Ratkaisuvaihtoehtojen etsimisen lähtökohtana ovat ammattitiedot, kokemus ja analogiset ratkaisumallit tunnetuista teknisistä systeemeistä,

luonnosta, mallikokeista ja mittauksista. Syntyvät ratkaisuvaihtoehdot voidaan arvioida pisteyttämällä ne ja antamalla niille painoarvokertoimia. (Björk ym. 2014, 13–14)

3.4 Ratkaisun kehittäminen

Kehittämävaiheessa tuotteen rakenne suunitellaan luonnoksen pohjalta yksikäsitteiseksi ja täydelliseksi. Tässä vaiheessa on paljon erilaisia korjauksia, joihin tietoa antavat laskelmat, simuloinnit, materiaali valinnat ja mallikokeet. Vikojen tunnistaminen ja optimointi on tässä vaiheessa tärkeää. (Björk ym. 2014, 14)

Kehitystyön pääsääntöjä ovat yksikäsitteisyys, yksinkertaisuus ja turvallisuus. Yksikäsitteisyyden huomioon ottaminen auttaa tuotteen käyttäytymisen ennakoinnissa ja säästää aikaa ja laajoja tutkimuksia. Yksinkertaisuus varmistaa pääsääntöisesti ratkaisun taloudellisuuden. Osien pieni lukumäärä ja yksinkertaiset muodot helpottavat valmistusta. Turvallisuuden korostaminen pakottaa tarkastelemaan huolellisesti tuotteen kestävyyttä, luotettavuutta, tapaturma-alttiutta ja ympäristövaikutuksia. (Björk ym. 2014, 14)

3.5 Viimeistely ja tuotekustannukset

Viimeistelyvaiheessa lasketaan tarkat valmistuskustannukset sekä harkitaan valmistusmahdollisuudet, laaditaan lopulliset piirustukset ja asiakirjat (osapiirustukset, rakenneryhmäpiirustukset, kokoonpanopiirustukset, osaluettelot ja muut valmistus-, asennus, ja huolto-ohjeet). Kyseiset asiakirjat ovat perustana tilauksen käsittelylle ja valmistuksen suunnittelulle ja ohjaukselle. (Björk ym. 2014, 14)

Koska kaiken tuotekehitystoiminnan tavoitteena on hyvä liiketoimintatulos, niin tuotteen tulee olla teknisesti hyvä, kustannuksiltaan kilpailukykyinen ja asiakkaan tarpeita vastaava. Kustannukset muodostuvat muuttuvista kustannuksista (työ- ja materiaalikustannuksista) ja kiinteistä kustannuksista (toimihenkilökustannukset). Muuttuviin kustannuksiin on helpoin vaikuttaa valituilla ratkaisuperiaatteilla jo suunnitteluvaiheessa,

valmistusvaiheessa tehtävillä muutoksilla on yleensä kustannuksia nostava vaikutus. Kiinteiden kustannusten suhteellinen osuus alkaa laskea valmistusmäärien kohotessa, koska suunnittelu- ja toimihenkilötyön kustannukset ovat kertaluonteisia. Vaatimusluetteloa määriteltäessä keskeiset ominaisuudet, kuten laitteen suorituskyky, joka usein määritellään tehona, voiman ja momenttina ovat määrittämässä valmistuskustannuksia. Samankaltaisten ja samaa materiaalia käyttävien koneiden suorituskyky on verrannollinen mittakaavan toiseen potenssiin. Samanlaisten mutta erikokoisten koneiden suhteellinen työkustannus on verrannollinen mittakaavan toiseen potenssiin. Painon suhde on mittakaavan kolmanteen potenssiin. Nämä edellä mainitut asiat vaikuttavat merkittävästi tuotteen materiaali- ja valmistuskustannuksiin. (Björk ym. 2014, 15)

4 SUUNNITTELU

Suunnittelun ja kuvien piirtämisen toteutin SolidWorks 2014 3D-mekaniikkasuunnitteluohjelmistolla.

Suunnittelu etenee teoriaosuudessa esiteltyä kaavaa mukaillen. Idea tuotteesta syntyi asiakkaan tekemän tarjouspyynnön pohjalta, asiakas haluaa tuotteen toimitettavan kokoonpantuna, joten syntyi tarve suunnitella laite, jolla kokoonpano voitaisiin suorittaa. Seuraavassa vaiheessa ruvettiin miettimään vaatimusluetteloa (taulukko 1), joka toteutettiin excelissä.

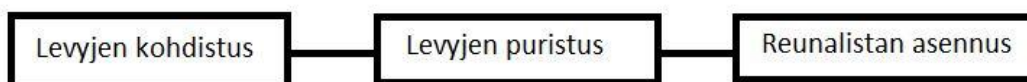
TAULUKKO 1. Vaatimusluettelo

Vaatimusluettelo:		Tärkeys: 1-5
Käyttö ja valvonta	Käsi­käyttöinen, lisä­optiona mah­dollisuus automatisoida tulevaisuudessa	3
Geometria ja paino	Mahdollisimman pieni ja käsin liikuteltavissa	4
Käyttöolosuhteet	Puhtaat halli olosuhteet	2
Ergonomia ja turvallisuus	Käyttö mahdollista istuen, Sormien puristumisvaara	3
Valmistus ja materiaalit	Toimeksiantaja suorittaa kokoonpanon itse ja osat teetetään alihankintana, materiaalina käytetään alumiinia ja terästä	4
Huolto ja kunnossapito	Huollon ja kunnossapidon hoitaa käyttäjä	3

Tuotteen kustannukset	Kustannukset tulee pitää mahdollisimman alhaisina	5
Voimansiirto	Paineilmalla ja manuaali venttiileillä	3

Tärkeimmäksi kriteeriksi suunnittelulle tuli se, että ratkaisuiden tulisi olla mahdollisimman yksinkertaisia, jotta ne olisi edullisia toteuttaa. Tämä osoittautuikin yllättävän haasteelliseksi. Ratkaisuja kehiteltäessä huomattiin, että on paljon vaikeampaa keksiä yksinkertaisia rakaisuja, usein ensimmäisenä syntynyt idea osoittautui liian monimutkaiseksi tai kalliiksi toteuttaa. Lisähaastetta toi myös se, että laite olisi helposti muunneltavissa erikokoisille levyille.

Seuraavassa vaiheessa tehtiin toimitorakenne lohkokaaaviona (kuva 1) ja sen pohjalta aloitettiin luonnostelu. Luonnostelussa projekti jaettiin neljään eri alueeseen runko, levyjen kohdistus, levyjen puristus ja reunalistan asennus. Luonnosteluvaihe tehtiin jo SolidWorks-ohjelmalla, luonnokset sitten muokkautuivat valmiiksi osiksi, joten tästä vaiheesta ei ole dokumentointia. Luonnosteluvaiheessa edettiin siten, että ensin mietittiin, kuinka kukin vaihe toimii itsekseen, ja sen jälkeen, kuinka se vaikuttaa muihin vaiheisiin.



KUVA 1. Lohkokaavio

Luonnosten pohjalta muokkautuivat sitten lopulliset ratkaisut, joista kerrotaan tarkemmin omien alaotsikoiden alla. Kuten teoriaosuudessa todetaan yleisesti ratkaisujen kehittämistä, niin tässä työssä kaikki ratkaisut perustuvat omaan kokemukseen ja ammattitaitoon koneistajana ja laitteiden kokoonpanijana sekä yleiseen fysiikan lakien olemassaoloon.

Viimeistelyvaihetta ei vielä päästy tämän opinnäytetyön merkeissä toteuttamaan, koska laitetta ei vielä valmistettu, vaan se valmistetaan vasta siinä vaiheessa, kun saadaan asiakkaalta varmistus valolevyjen tilaamisesta.

4.1 Runko

Suunnittelussa lähdettiin liikkeelle rungon suunnittelulla, jossa määriteltiin laitteen koko ja sen tarvitsema tilan määrä. Rungon koko ja muoto vaikuttavat myös työskentelyergonomiaan ja laitteen käyttömukavuuteen.

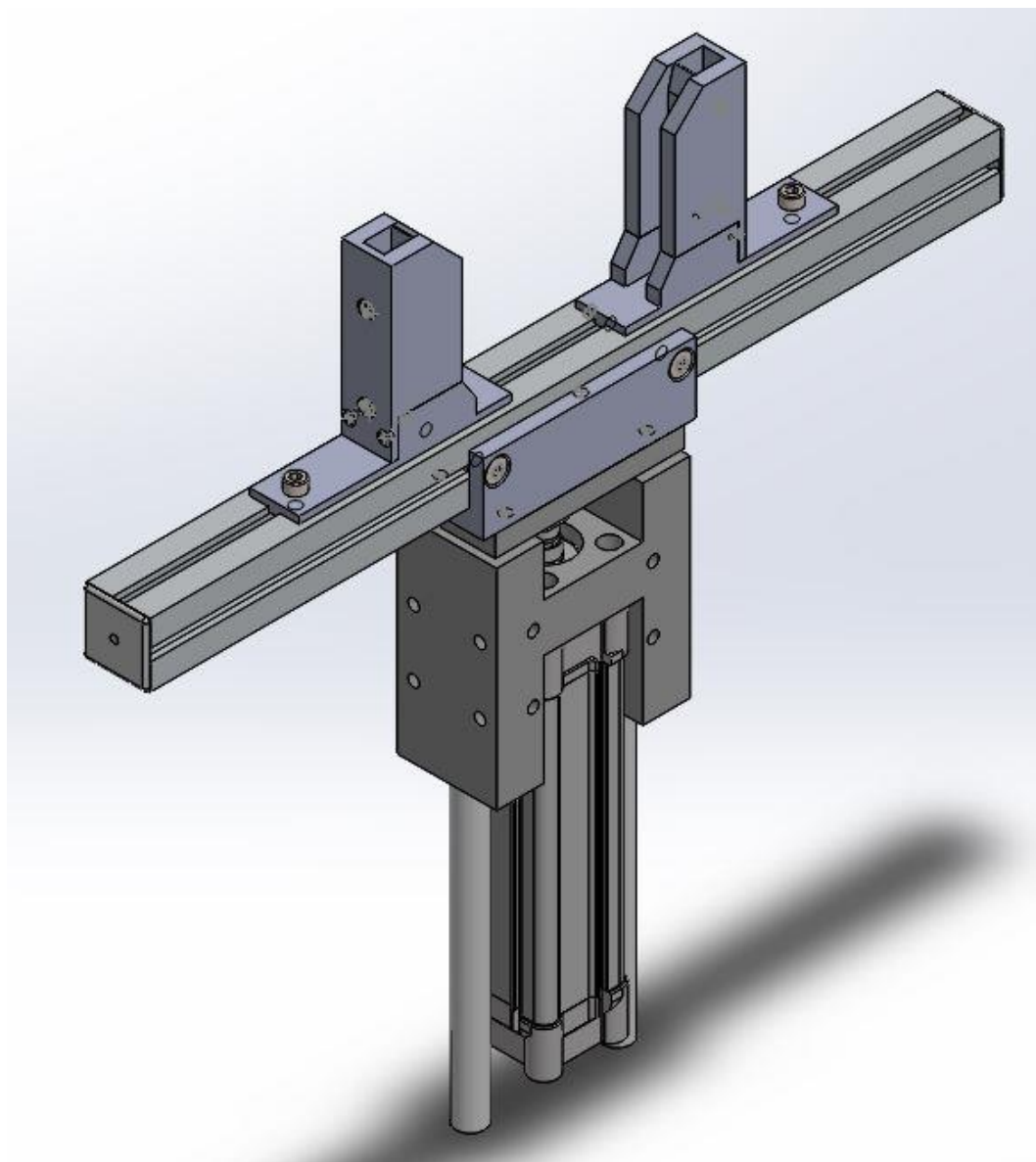


KUVA 2. Runko

Rungon (liite 1) suunnittelussa lähdettiin liikkeelle materiaali valinnalla. Halusin tehdä rakenteesta kevyen ja helposti liikuteltavan. Koska toimeksianto oli tehdä pelkkä suunnittelu ja toimeksiantaja sitten mahdollisesti itse tulevaisuudessa toteuttaa kokoonpanon, niin runko toteutetaan pulttiliitoksilla kokoonpantavasta alumiiniprofiilista (liitteet 2, 3, 4, 5 ja 6), joka on tuttua aikaisemmin tehdyistä projekteista. Putkesta hitsaamalla koottava runko olisi tullut edullisemmaksi, mutta sen kasaaminen olisi ollut toimeksiantajalle huomattavasti vaikeampaa ja lisäksi alumiiniprofiilista tehtyä runkoa on helpompi muuttaa. Liikuttamista helpottamaan laitoin rungon alle pyörät; ne ovat kuitenkin lukittavissa, jotta laite pysyy tukevasti paikallaan käytön aikana.

4.2 Levyjen kohdistus

Levyjen kohdistus päätettiin toteuttaa siten, että ne asetetaan pystyasentoon. Myös muita asentoja mietittiin, mutta omiin kokemuksiin pohjaten pystyasento oli paras, kun otettiin huomioon tulevat työvaiheet.



KUVA 3. Levyjen kohdistusjigi

Levyt asetetaan pystyyn tukien (liitteet 7, 8, 9, 10 ja 11) väliin ja niiden väliin asetetaan vihreä kalvo. Painovoima ja kädellä painaminen huolehtivat pystysuuntaisen kohdistuksen ja jousikuormitetut sivyohjaimet (liitteet 12 ja 13) sivuttaissuuntaisen kohdistuksen.

Vihreä kalvo oli tässä se ratkaiseva tekijä, koska se ei ole samankokoinen levyjen kanssa ja se tulee asettaa siten, että se on levyjen alareunassa. Tämän kohdistamisen hoitaa painovoima parhaiten.

Kohdistuksessa oli lisäksi yksi erittäin tärkeä seikka ottaa huomioon. Kun levyt on puristettu yhteen, tulee kohdistusjigin (liite 14) poistua tieltä, jotta reunalista saadaan asennettua. Tämän toteutin siten, että kohdistusjigi liikkuu ylös-alas. Kun puristin on ottanut levyistä kiinni, liikkuu kohdistusjigi alas pois tieltä. Kohdistusjigin liikuttaminen tapahtuu paineilmasylinterillä.

Levyjen kohdistuselementtien tuli olla myös säädettäviä, koska levyjä on useaa eri kokoa ja niitä kaikkia tulisi voida koota samalla laitteella.

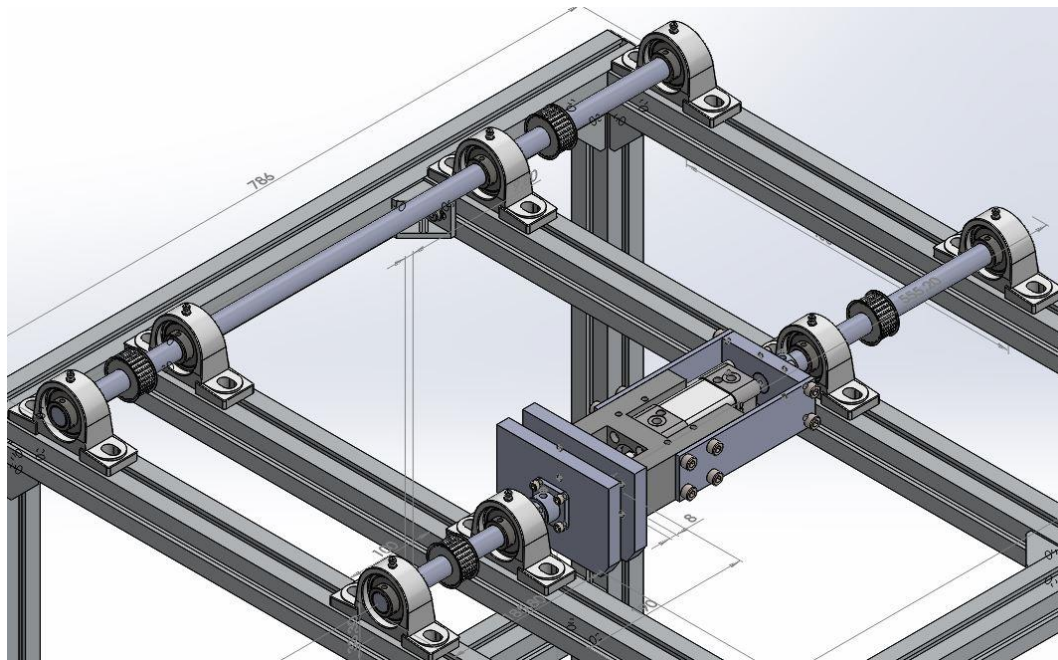
4.3 Levyjen yhteen puristus

Levyjen yhteen puristaminen osoittautui yllättävän haastavaksi toteuttaa. Suurin osa keksityistä ratkaisumalli-ideoista osoittautui tarkemmassa tarkastelussa huonoiksi, koska ne haittasivat muiden työvaiheiden tekemistä tai estivät ne kokonaan. Osa taas olisi tullut liian kalliiksi toteuttaa. Loppujen lopuksi löydettiin kuitenkin tapa toteuttaa puristus niin, että se ei haittaa muita työvaiheita.

Levyjen puristus tuli toteuttaa siten, että levyjen yhteenpuristuksen jälkeen levyjä voi pyörittää, jotta reunalistan asentaminen olisi helppoa. Puristustallat (liitteet 15 ja 16) tuli toteuttaa siten, että ne puristaisivat mahdollisimman läheltä levyn reunaa eikä pelkästään keskeltä.

Jotta reunalistan asennus ja levyjen asettaminen kohdistusjigiin olisi mahdollisimman helppoa, päätettiin tehdä puristinosasta (liitteet 15, 17, 18, 19, 20 ja 21) ja vastinkappaleesta (liitteet 16, 22 ja 23) erilliset osat. Puristustalloista tehtiin suorakulmaiset, jotta puristus olisi mahdollisimman tasainen ja lähellä reunoja. Tämä kuitenkin aiheutti sen, että puristinosan ja vastinkappaleen täytyi olla jollakin tavalla toisissaan kiinni, jotta niitä ei tarvitsisi erikseen asetella oikeaan asentoon ennen puristamista. Siihen keksittiin sellainen ratkaisu, että käytettiin kauempana sijaitsevaa voimavälitysakselia (liite 24), jolle voima siirtyy hihnojen avulla. Tämän akselin avulla puristinta helppo pyörittää myös moottorilla, mikäli tulevisuudessa sellaista halutaan tehdä, nyt siihen ei kuitenkaan vielä

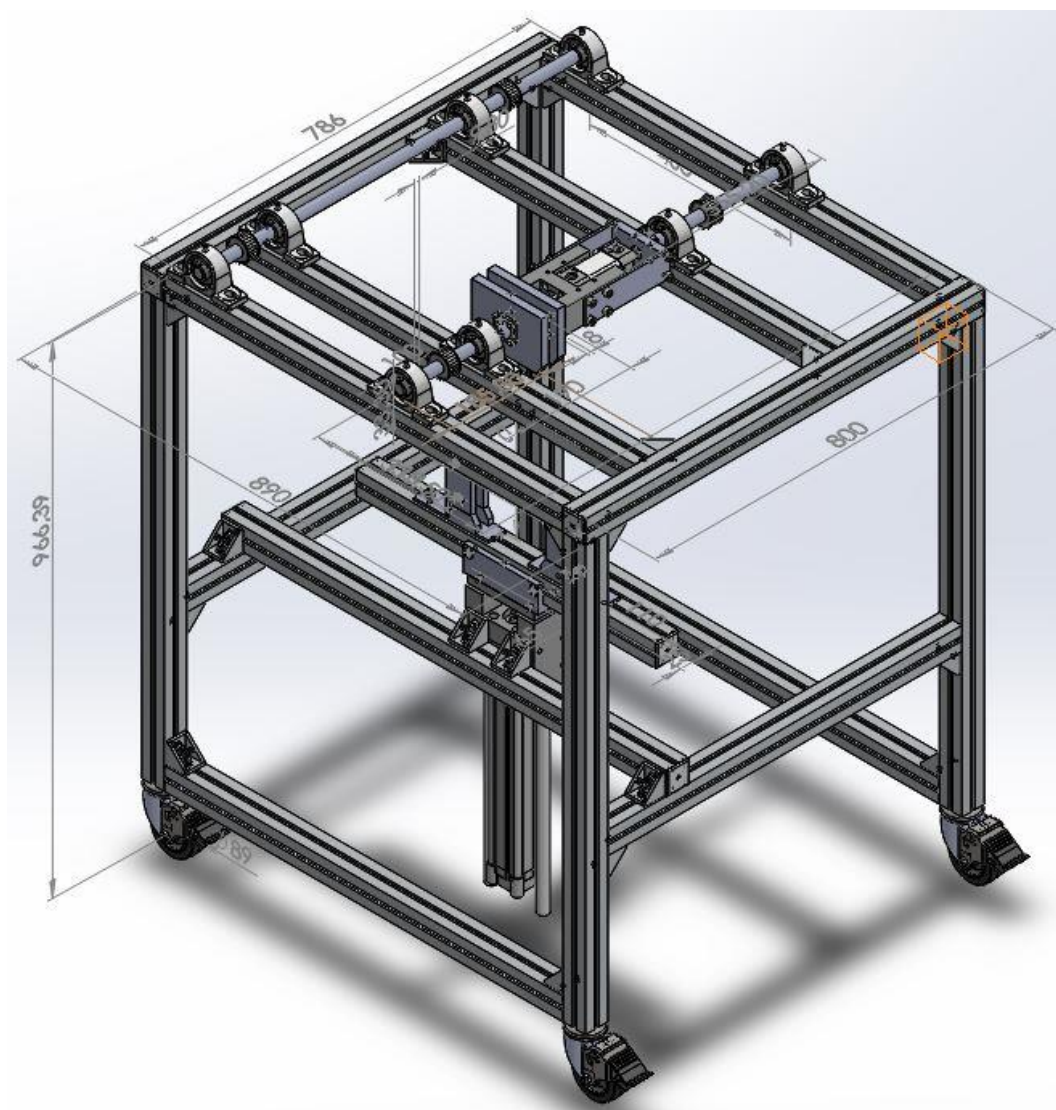
ryhdytty. Akseliin on myös helppo rakentaa hidastimia, mikäli puristin pyörii liian herkästi. Puristus tapahtuu paineilmasylinterillä.



KUVA 4. Puristin

4.4 Reunalistan asennus

Reunalistan asennus toteutetaan käsin, koska kaikki ideat sen automatisoimiseksi osoittautuivat, joko liian hankaliksi tai kalliiksi toteuttaa. Lisäksi ne usein olisivat haitanneet merkittävästi muita työvaiheita. Reunalistan materiaali oli vielä epäselvää, joka myös teki suunnittelusta hankalaa. Toimeksiantaja oli myös sitä mieltä, että reunalistan asentaminen käsin on helpointa tässä vaiheessa.



KUVA 5. Vallevyn kokoonpanolaite

5 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli suunnitella valolevyn kokoonpanolaite ja tutkia suunnitteluprosessia. Tehtävä oli sinänsä hankala, että vastaavanlaista laitetta ei ole koskaan suunniteltu. Kyseessä oli siis täysin uusi keksintö.

Työssä oli haastetta ja yllätyksen koin siinä, kuinka hankalaa oli kehittää mahdollisimman yksinkertaisia ratkaisuja. Usein olisi ollut helpompi kehitellä monimutkainen ja kallis ratkaisu. Saavutettuihin ratkaisuihin olen tyytyväinen, vaikka varmasti kehitettävää vielä löytyy. Mikäli laite joskus valmistetaan ja otetaan käyttöön, niin varmasti siinä tulee vielä paljon korjailtavaa ja muuteltavaa. Pyrin kuitenkin jo tässä vaiheessa suunnittelemaan niin valmiin tuotteen kuin mahdollista.

Aikaisempi koulutukseni ja työkokemukseni koneistajana helpotti huomattavasti edullisten ratkaisujen kehittämisessä. Helposti tulee suunniteltua osia, jotka ovat todella hankala tai mahdoton valmistaa. Kuvia piirtäessäni pyrin piirtämään osista mahdollisimman helpot valmistaa, jotta valmistuskustannukset pysyisivät mahdollisimman alhaisina.

Kaikkein tärkeintä työssä oli, että toimeksiantaja on työhön tyytyväinen. Tämä tavoite tuli saavutetuksi ja toimeksiantaja oli erittäin tyytyväinen työn lopputulokseen.

Laite suunniteltiin siten, että se olisi helppo osittain tai kokonaan automatisoida tulevaisuudessa, mikäli tuotantomäärät kasvaisivat ja automatisointi tulisi kannattavaksi.

Valmiit piirustukset ovat tämän opinnäytetyön liitteenä.

LÄHTEET

Björk, T., Hautala, P., Huhtala, K., Kivioja, S., Kleimola, M., Lavi, M., Martikka, H., Miettinen, J., Ranta, A., Rinkinen, J. & Salonen, P. 2014. Koneenosien suunnittelu. 6. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

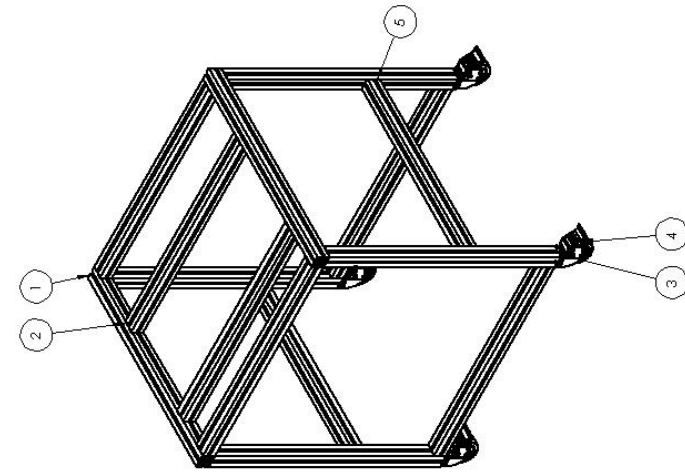
Jauhiainen, J. 2015. Tuotantopäällikkö. Merkkimestarit Oy. Haastattelu 28.1.2015.

Merkkimestarit Oy. 2015. Merkkimestarit Oy [viitattu 25.5.2015].

Saatavissa: <http://www.merkkimestarit.fi/>

LIITTEET

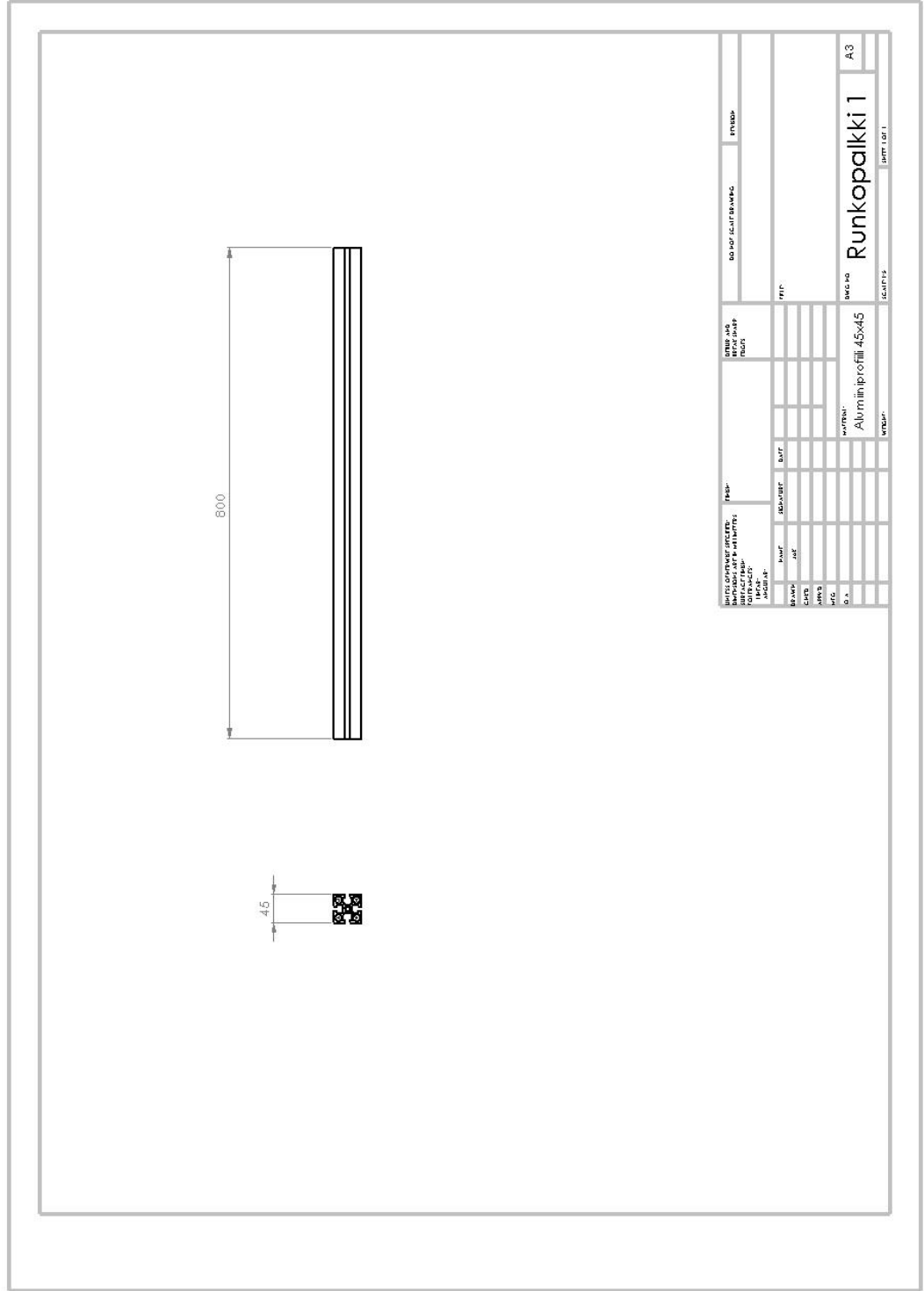
Liite 1.



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Runkopalkki 1		2
2	Runkopalkki 2		6
3	Runkopalkki 3		4
4	Z1 3402 CASIER 3.5 BRK		4
5	Runkopalkki 4		2

DRAWING NO.
 RANKI
 DRAWING TITLE
 RUNKO
 DRAWING SCALE
 1:1
 DRAWN BY
 DATE
 CHECKED BY
 DATE
 PROJECT NO.
 RUNKO
 SHEET NO.
 1 OF 1

Liite 2.



Liite 3.

Technical drawing of an aluminum profile. The cross-section view shows a width of 4.5 mm. The side view shows a length of 800 mm.

LINE NO/REF	QTY	UNIT	REF	DESCRIPTION	REF	UNIT
1	1	m		Alumiini		
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						
46						
47						
48						
49						
50						
51						
52						
53						
54						
55						
56						
57						
58						
59						
60						
61						
62						
63						
64						
65						
66						
67						
68						
69						
70						
71						
72						
73						
74						
75						
76						
77						
78						
79						
80						
81						
82						
83						
84						
85						
86						
87						
88						
89						
90						
91						
92						
93						
94						
95						
96						
97						
98						
99						
100						

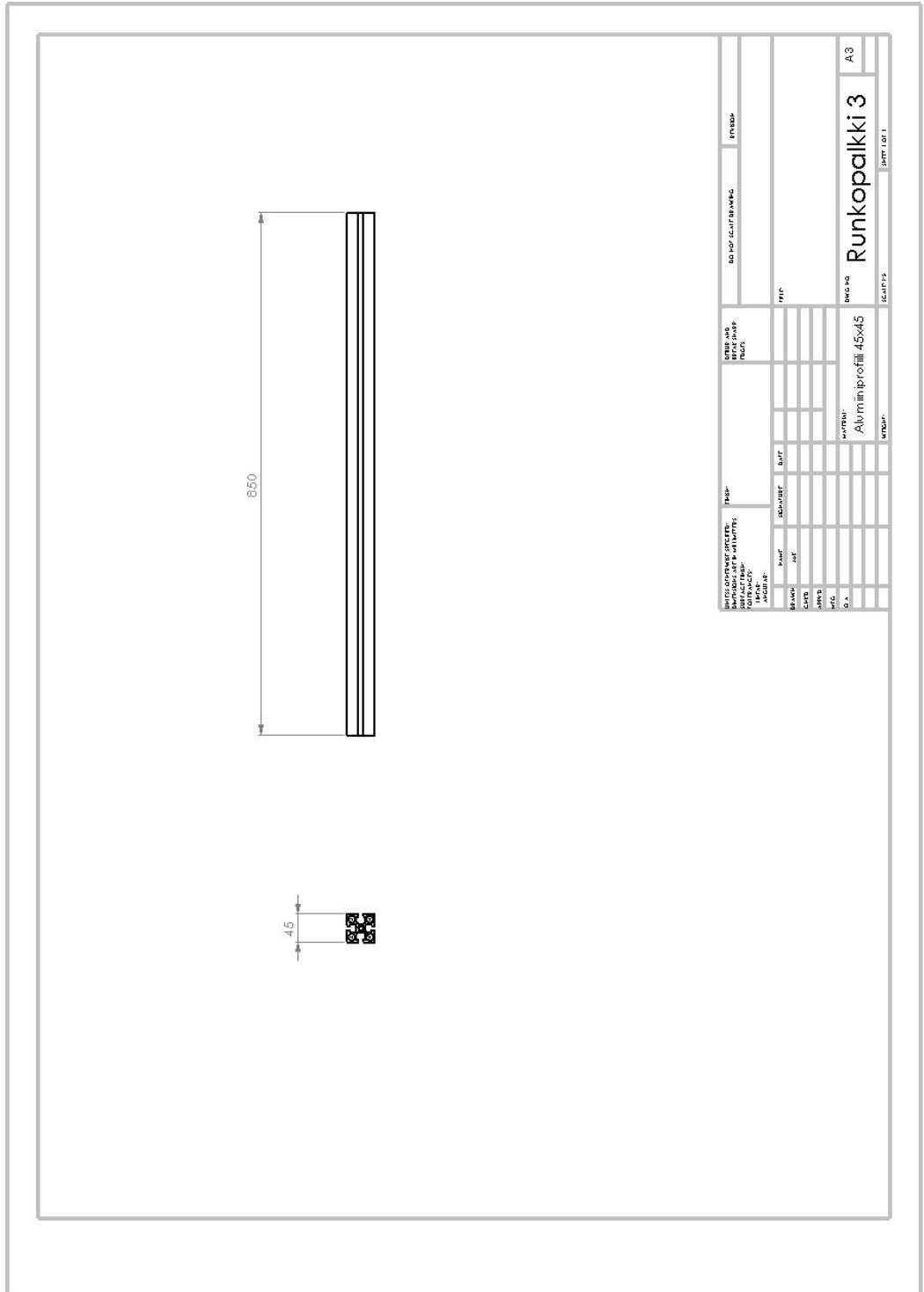
Alumiini
Alumiini-profiili 45x45
800

Runkopalkki 2

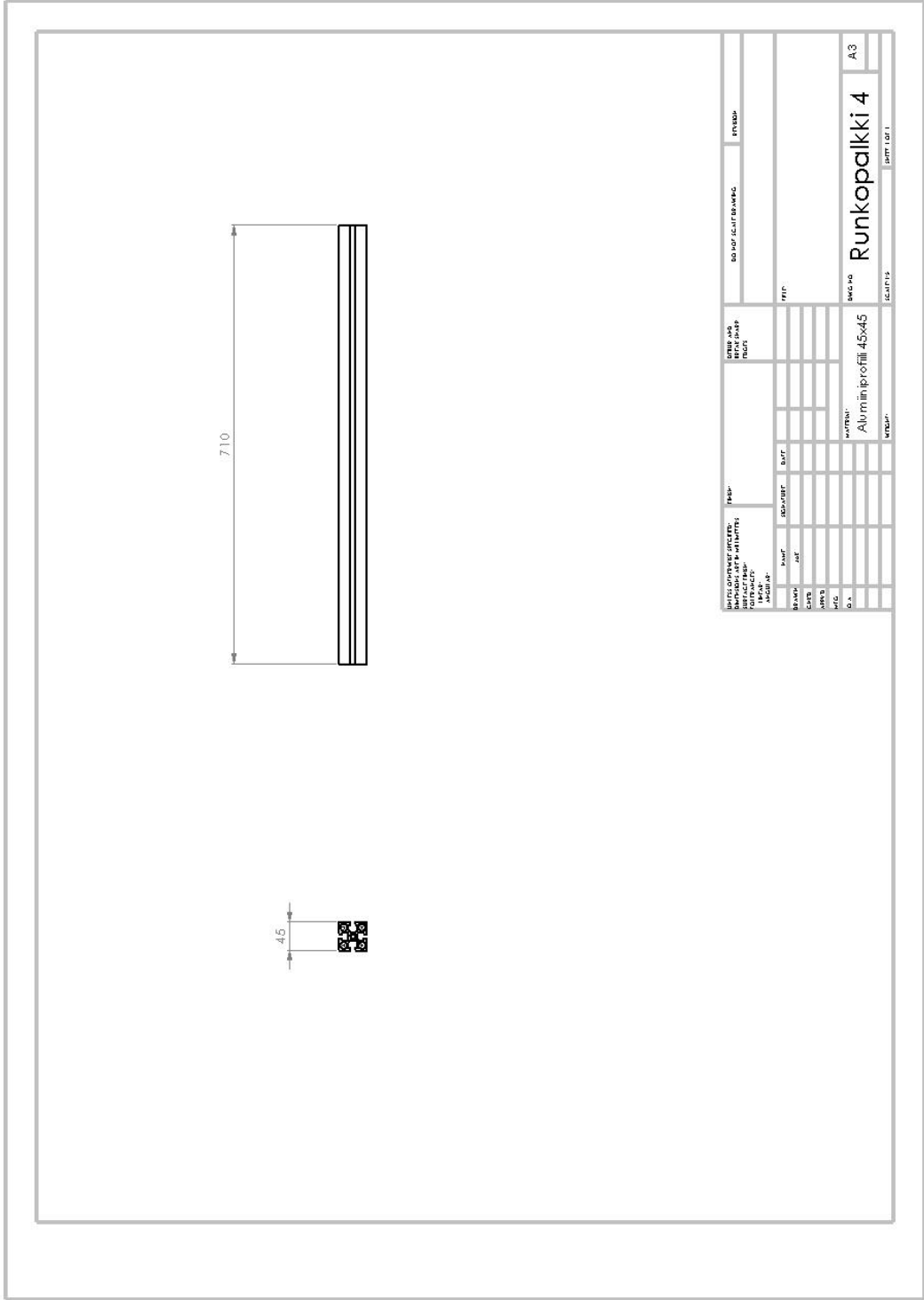
1001021

A 3

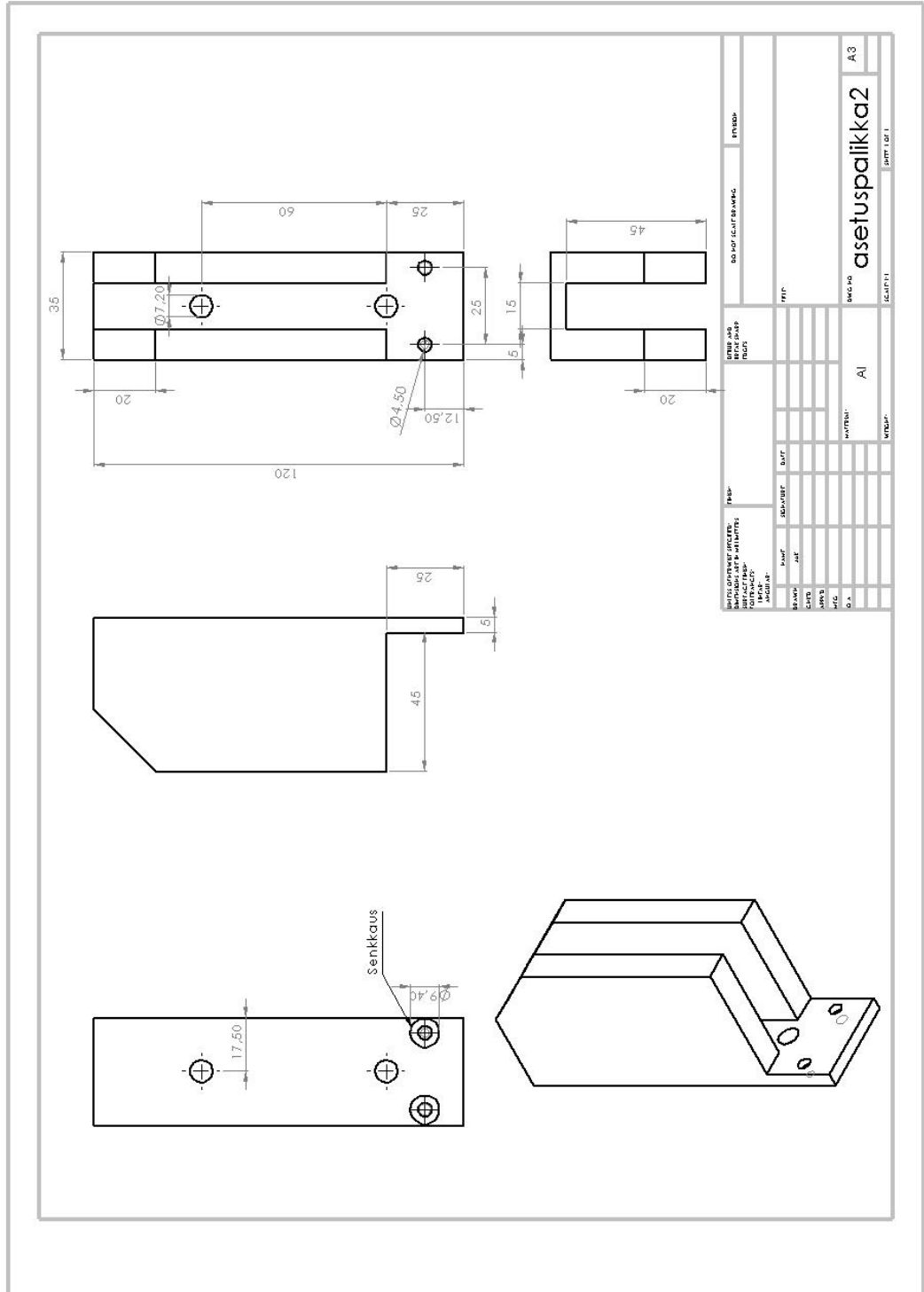
Liite 4.



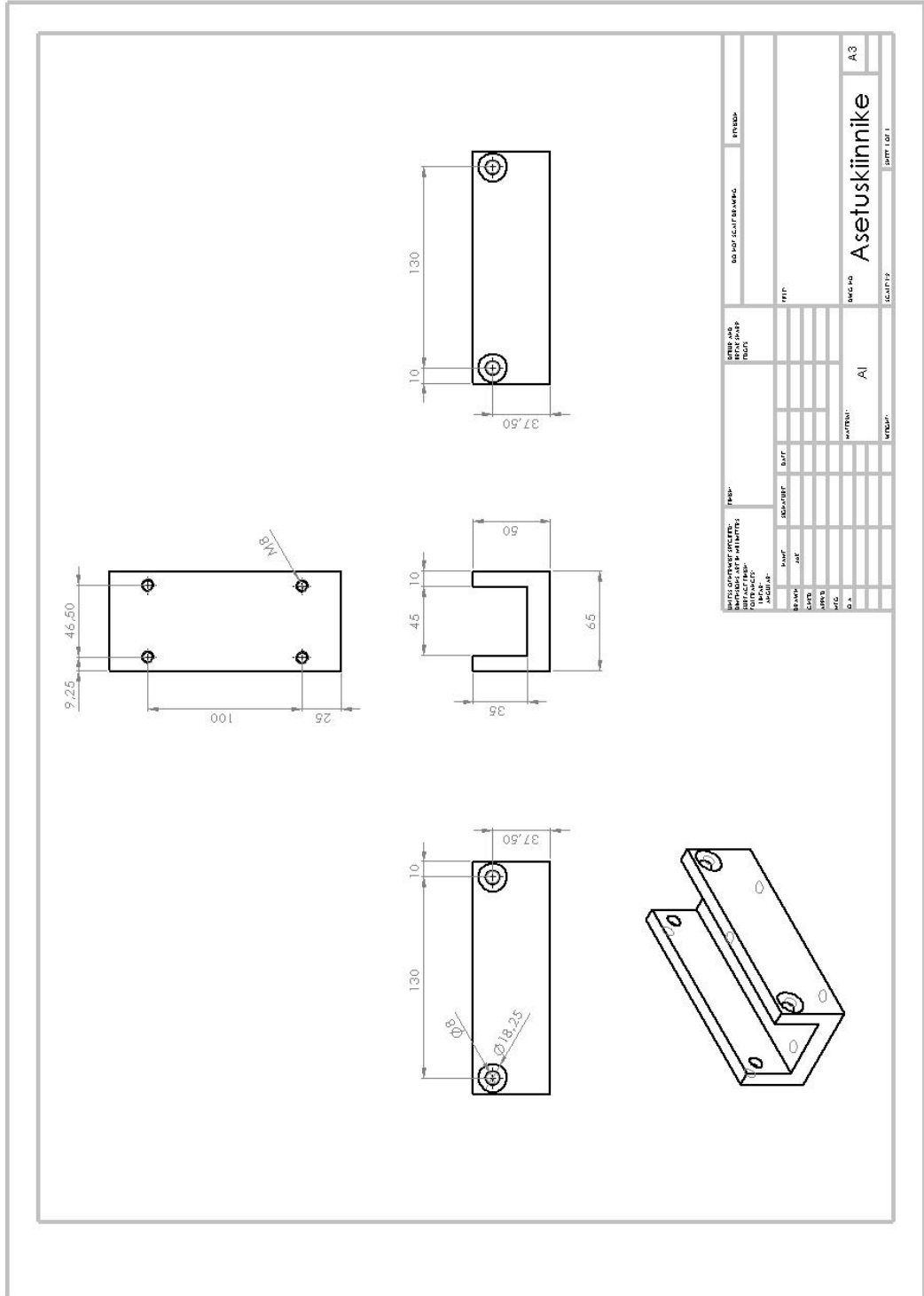
Liite 5.



Liite 8.



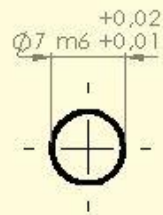
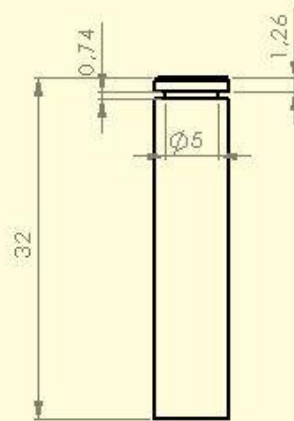
Liite 10.



Liite 11.

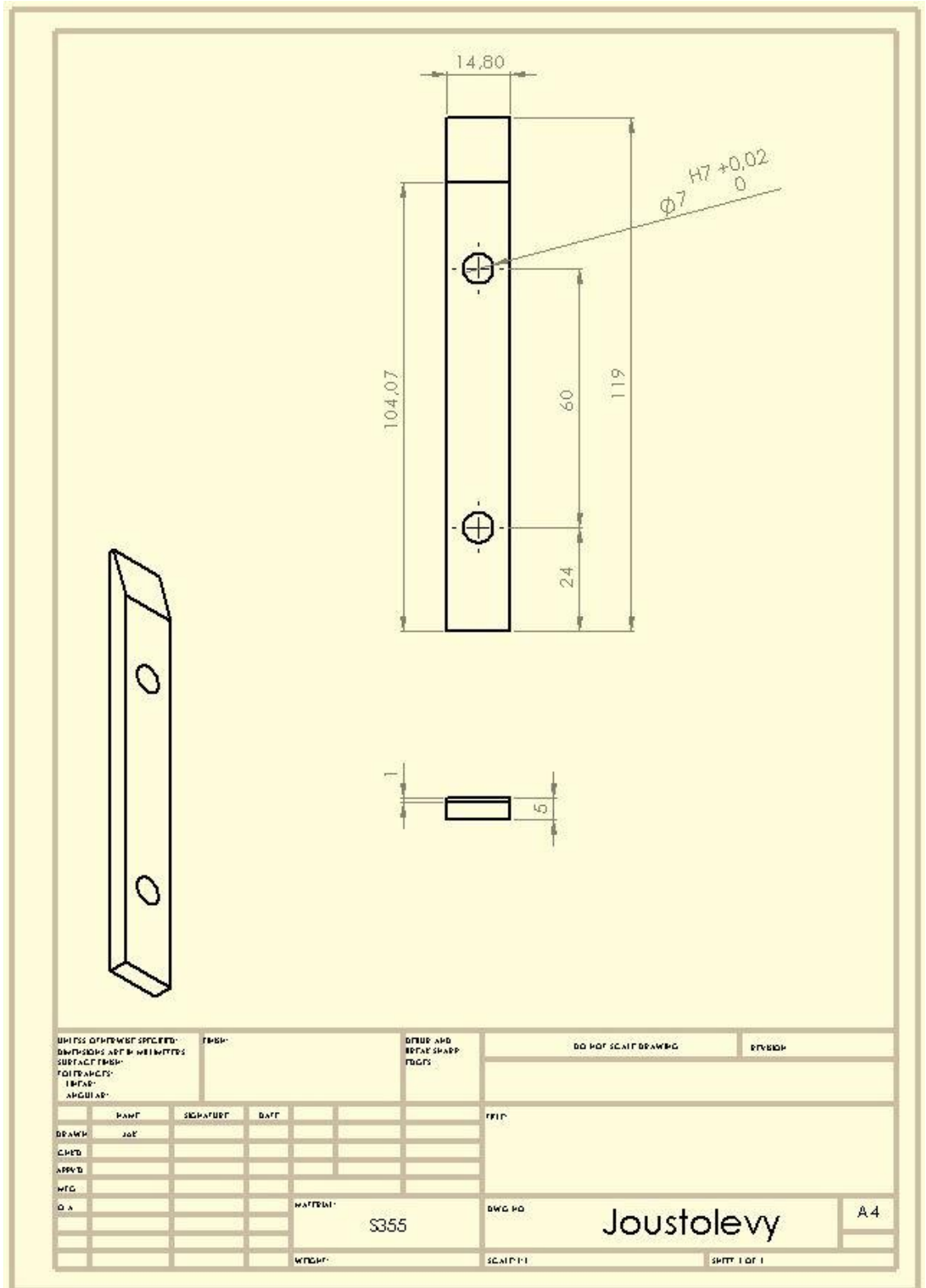
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	asetuspalkka1		1
2	asetuspalkka2		1
3	DIN 7991 - M4 x 8 ... 5.6H		2
4	Spring-5876-Lesijors		2
5	Joustolevy		1
6	Joustolevyn tappi		2
7	Clip-RS-7807-Lesijors		2

Liite 12.

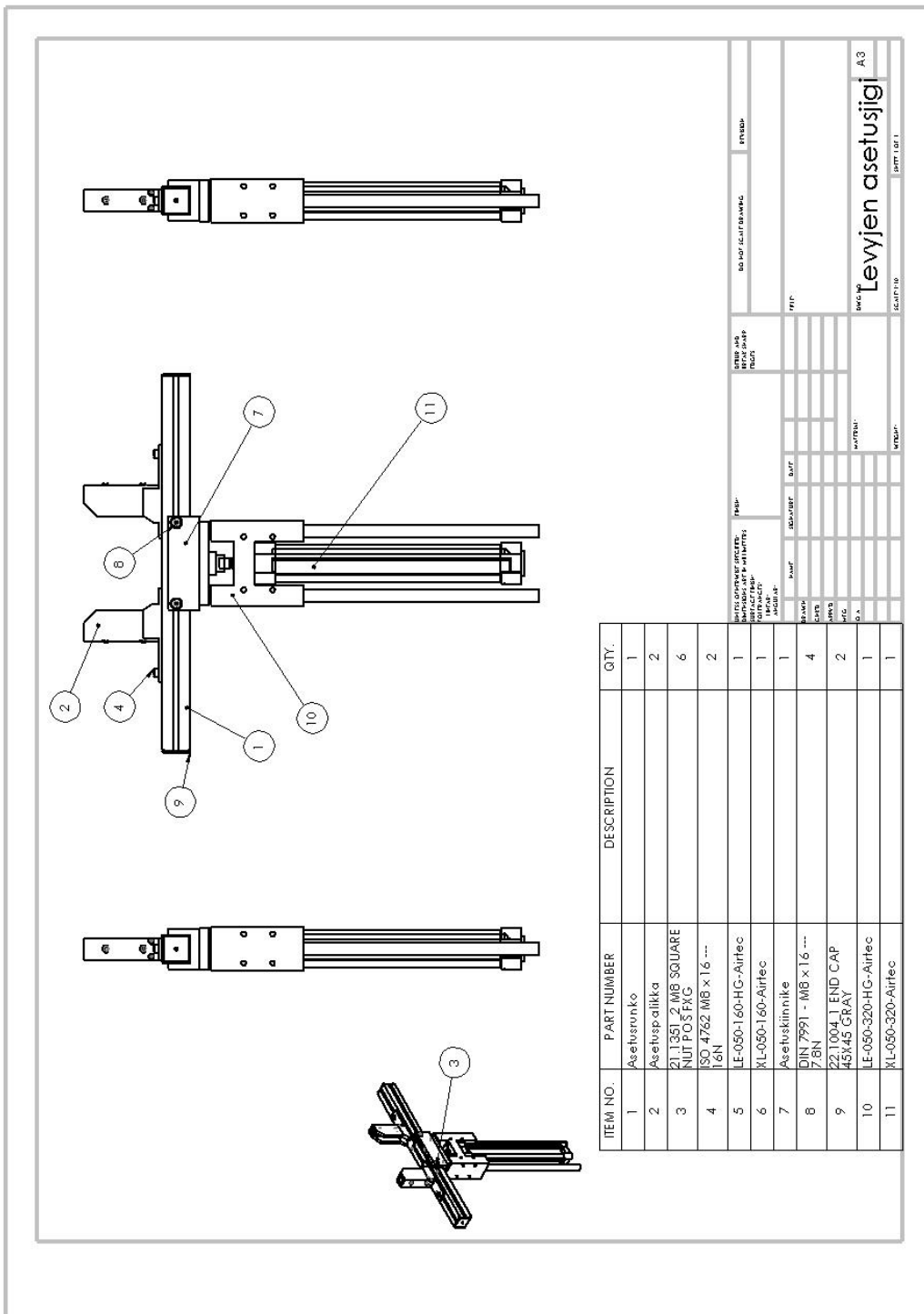


UNITS DIMENSIONS SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: FINISH: ANGULAR:		FINISH:	DTYPE AND EDGE SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING	REVISED
DESIGN	NAME	SIGNATURE	DATE		APP	
CHKD	JOE					
APP'D						
MFG						
D.A.				MATERIAL:	DWG NO	
				S355	Joustolevyn tappi	A4
				WEIGHT:	SCALE: 1	SHEET 1 OF 1

Liite 13.



Liite 14.



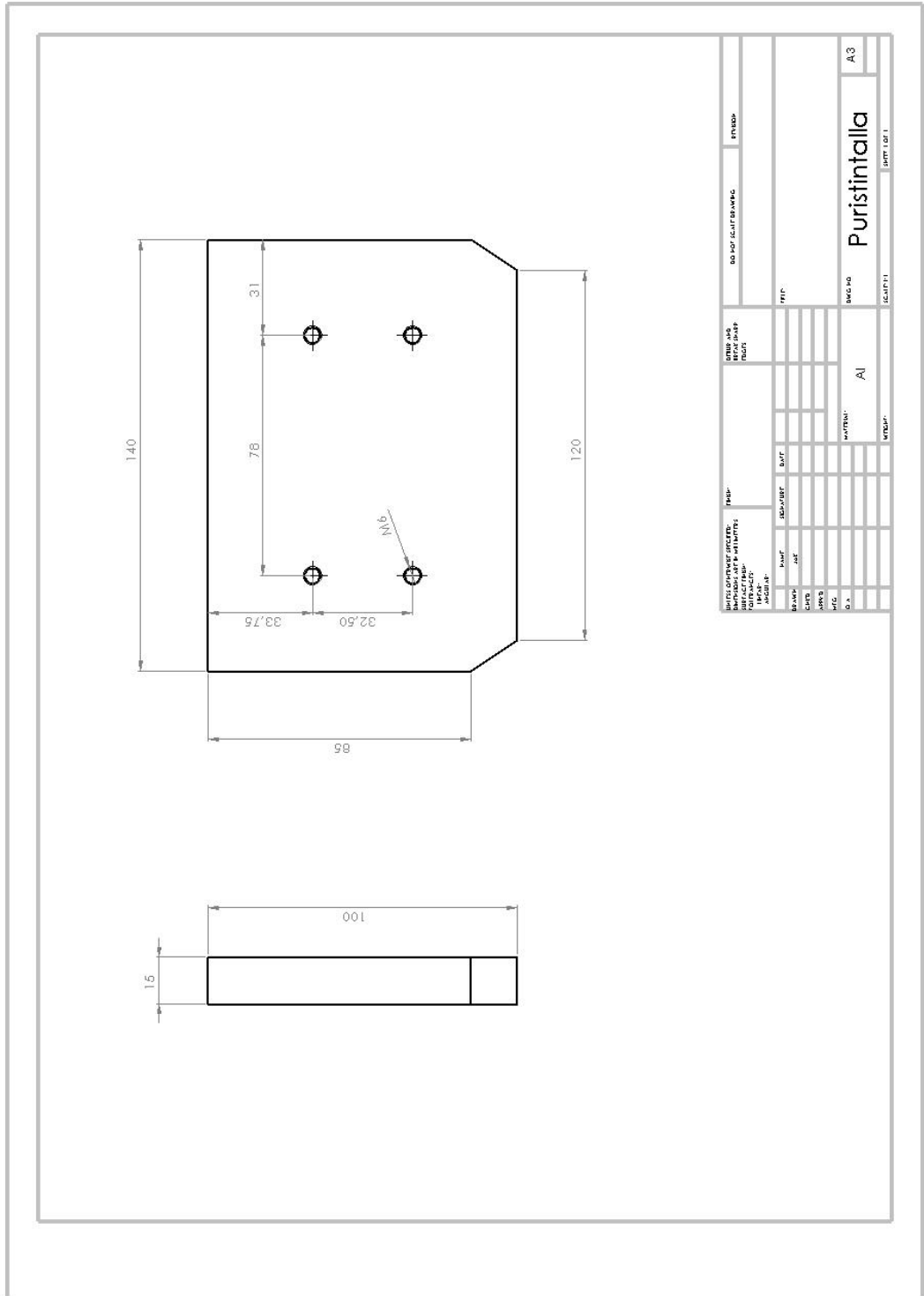
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Asetustunko		1
2	Asetuspallikka		2
3	21.1351_2 M8 SQUARE NUT POS FIX		6
4	ISO.4762 M8 x 16 --- 16N		2
5	LE-050-160-HG-Airtec		1
6	XL-050-160-Airtec		1
7	Asetuskilnike		1
8	DIN 7991 - M8 x 16 --- 7.8N		4
9	22.1004.1 END CAP 45X45 GRAY		2
10	LE-050-320-HG-Airtec		1
11	XL-050-320-Airtec		1

ITEM NO. PART NUMBER DESCRIPTION		ITEM NO. PART NUMBER DESCRIPTION	
1	LE-050-160-HG-Airtec	1	LE-050-160-HG-Airtec
2	XL-050-160-Airtec	2	XL-050-160-Airtec
3	Asetuskilnike	3	Asetuskilnike
4	DIN 7991 - M8 x 16 --- 7.8N	4	DIN 7991 - M8 x 16 --- 7.8N
5	22.1004.1 END CAP 45X45 GRAY	5	22.1004.1 END CAP 45X45 GRAY
6	ISO.4762 M8 x 16 --- 16N	6	ISO.4762 M8 x 16 --- 16N
7	Asetustunko	7	Asetustunko
8	Asetuspallikka	8	Asetuspallikka
9	21.1351_2 M8 SQUARE NUT POS FIX	9	21.1351_2 M8 SQUARE NUT POS FIX
10	LE-050-320-HG-Airtec	10	LE-050-320-HG-Airtec
11	XL-050-320-Airtec	11	XL-050-320-Airtec

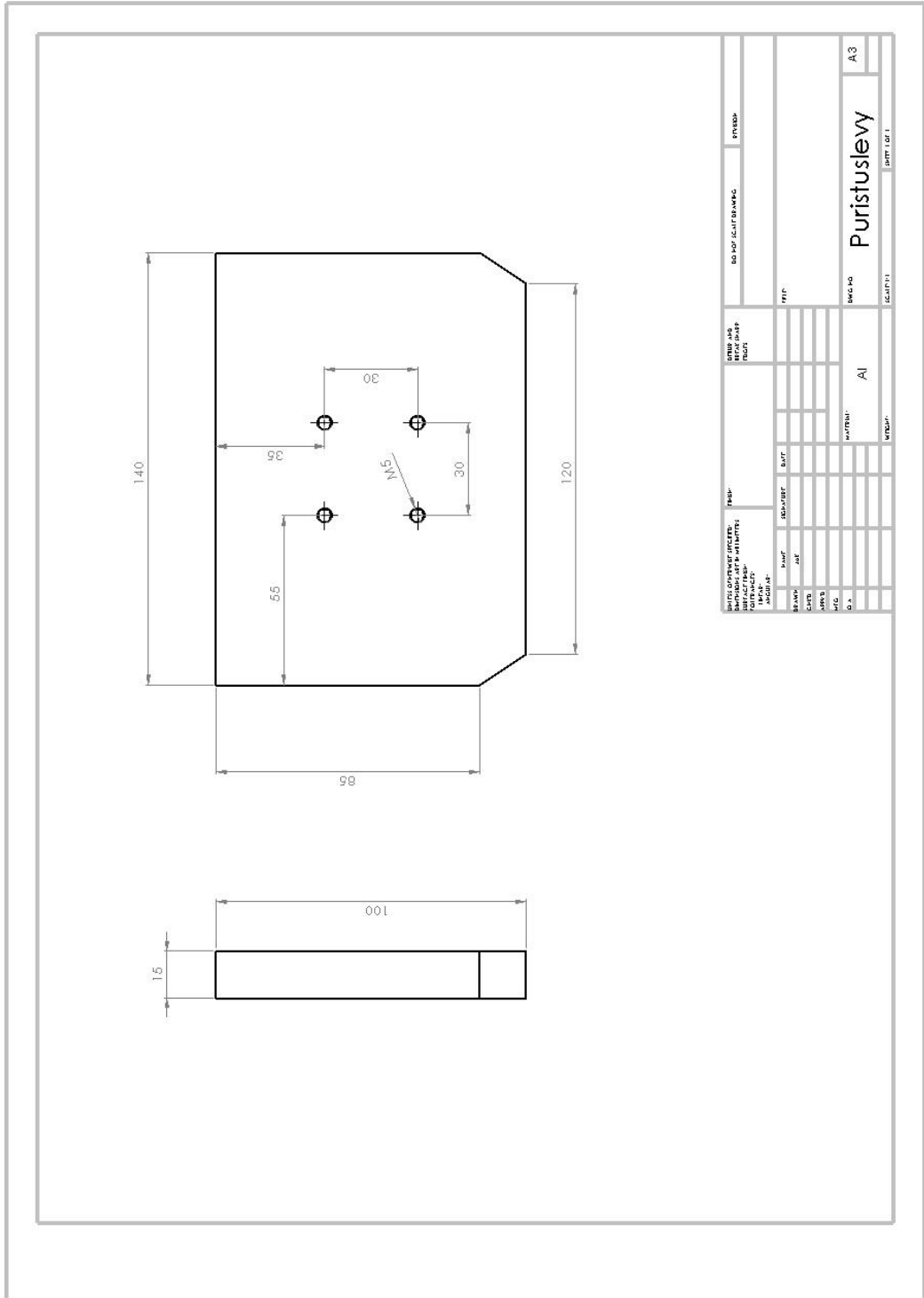
LE-050-160-HG-Airtec
 XL-050-160-Airtec
 Asetuskilnike
 DIN 7991 - M8 x 16 --- 7.8N
 22.1004.1 END CAP 45X45 GRAY
 ISO.4762 M8 x 16 --- 16N
 Asetustunko
 Asetuspallikka
 21.1351_2 M8 SQUARE NUT POS FIX
 LE-050-320-HG-Airtec
 XL-050-320-Airtec

Levyjen asetustiigi
 A3
 1/1

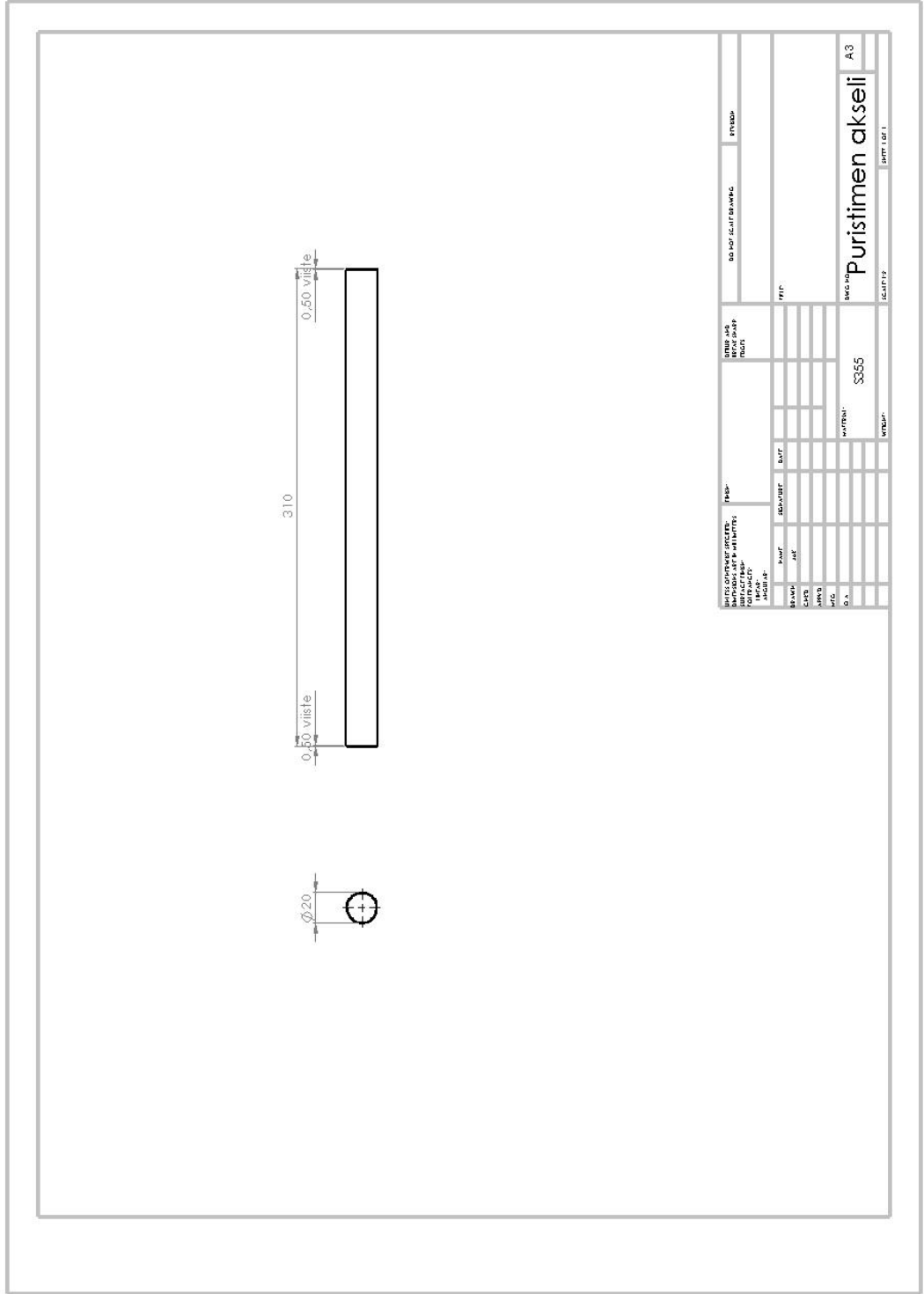
Liite 15.



Liite 16.

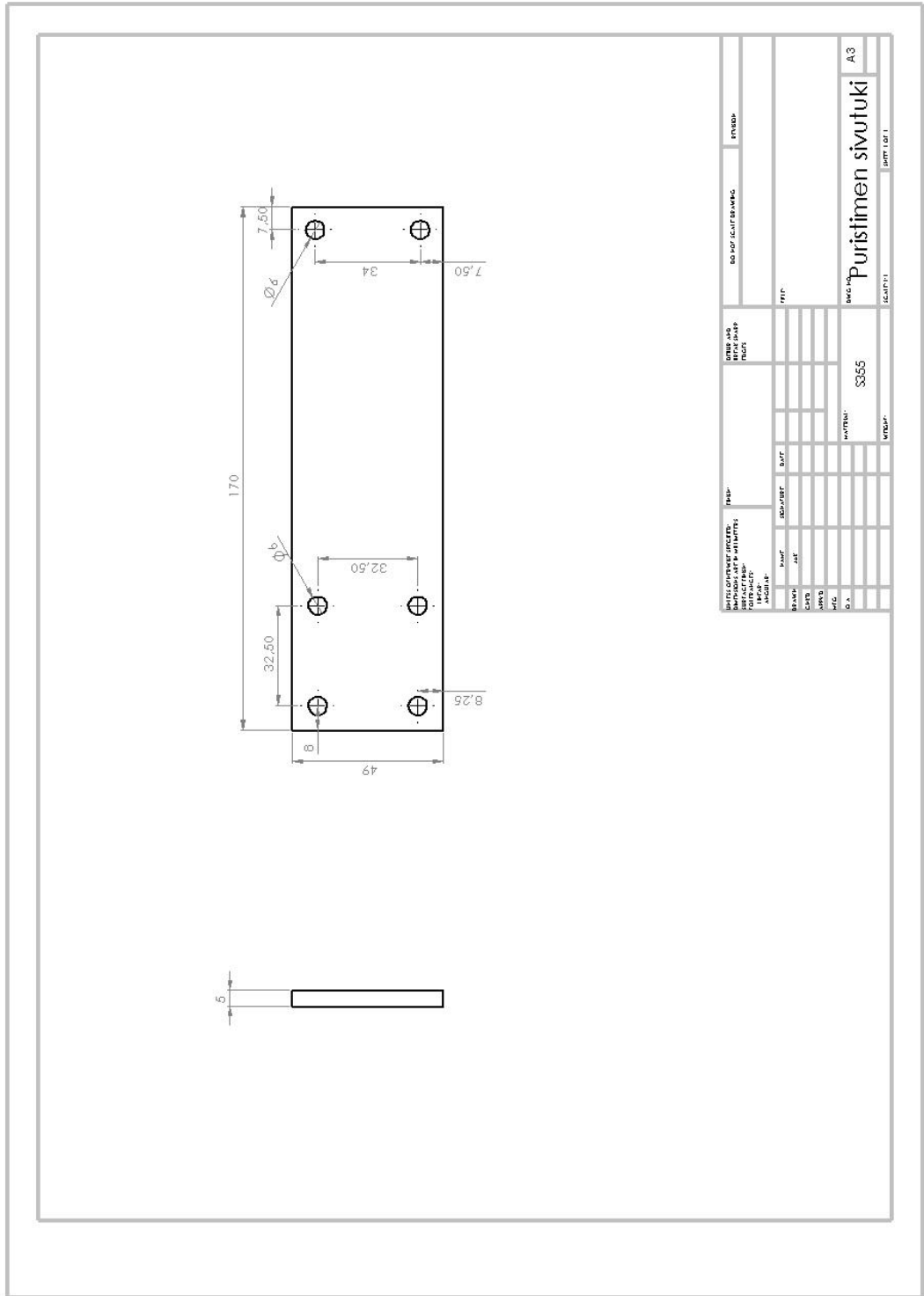


Liite 17.

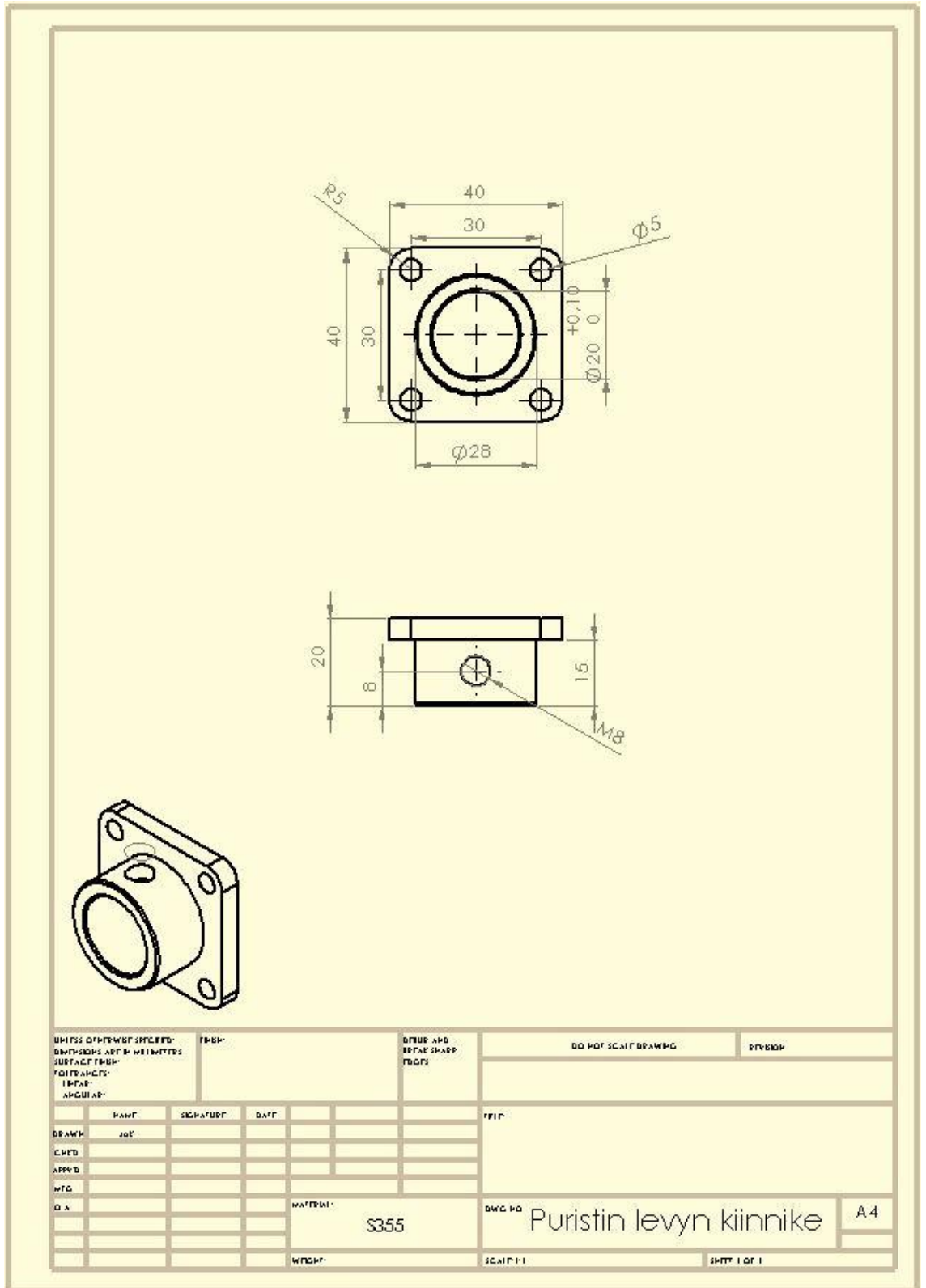


MÄÄTTÖKOHTEEN NIMI:		MÄÄTTÖKOHTEEN KÄYTTÖ:		MÄÄTTÖKOHTEEN KÄYTTÖ:		MÄÄTTÖKOHTEEN KÄYTTÖ:	
MÄÄTTÖKOHTEEN NIMI:		MÄÄTTÖKOHTEEN KÄYTTÖ:		MÄÄTTÖKOHTEEN KÄYTTÖ:		MÄÄTTÖKOHTEEN KÄYTTÖ:	
MÄÄTTÖKOHTEEN NIMI:	MÄÄTTÖKOHTEEN KÄYTTÖ:	MÄÄTTÖKOHTEEN NIMI:	MÄÄTTÖKOHTEEN KÄYTTÖ:	MÄÄTTÖKOHTEEN NIMI:	MÄÄTTÖKOHTEEN KÄYTTÖ:	MÄÄTTÖKOHTEEN NIMI:	MÄÄTTÖKOHTEEN KÄYTTÖ:
BEVAK	BEVAK	BEVAK	BEVAK	BEVAK	BEVAK	BEVAK	BEVAK
CHP	CHP	CHP	CHP	CHP	CHP	CHP	CHP
APB	APB	APB	APB	APB	APB	APB	APB
MTC	MTC	MTC	MTC	MTC	MTC	MTC	MTC
O.A.	O.A.	O.A.	O.A.	O.A.	O.A.	O.A.	O.A.
				MÄÄTTÖKOHTEEN NIMI: Puristimen akseli		MÄÄTTÖKOHTEEN KÄYTTÖ: A3	
				MÄÄTTÖKOHTEEN NIMI: S355		MÄÄTTÖKOHTEEN KÄYTTÖ: S355	
				MÄÄTTÖKOHTEEN NIMI: Puristimen akseli		MÄÄTTÖKOHTEEN KÄYTTÖ: A3	

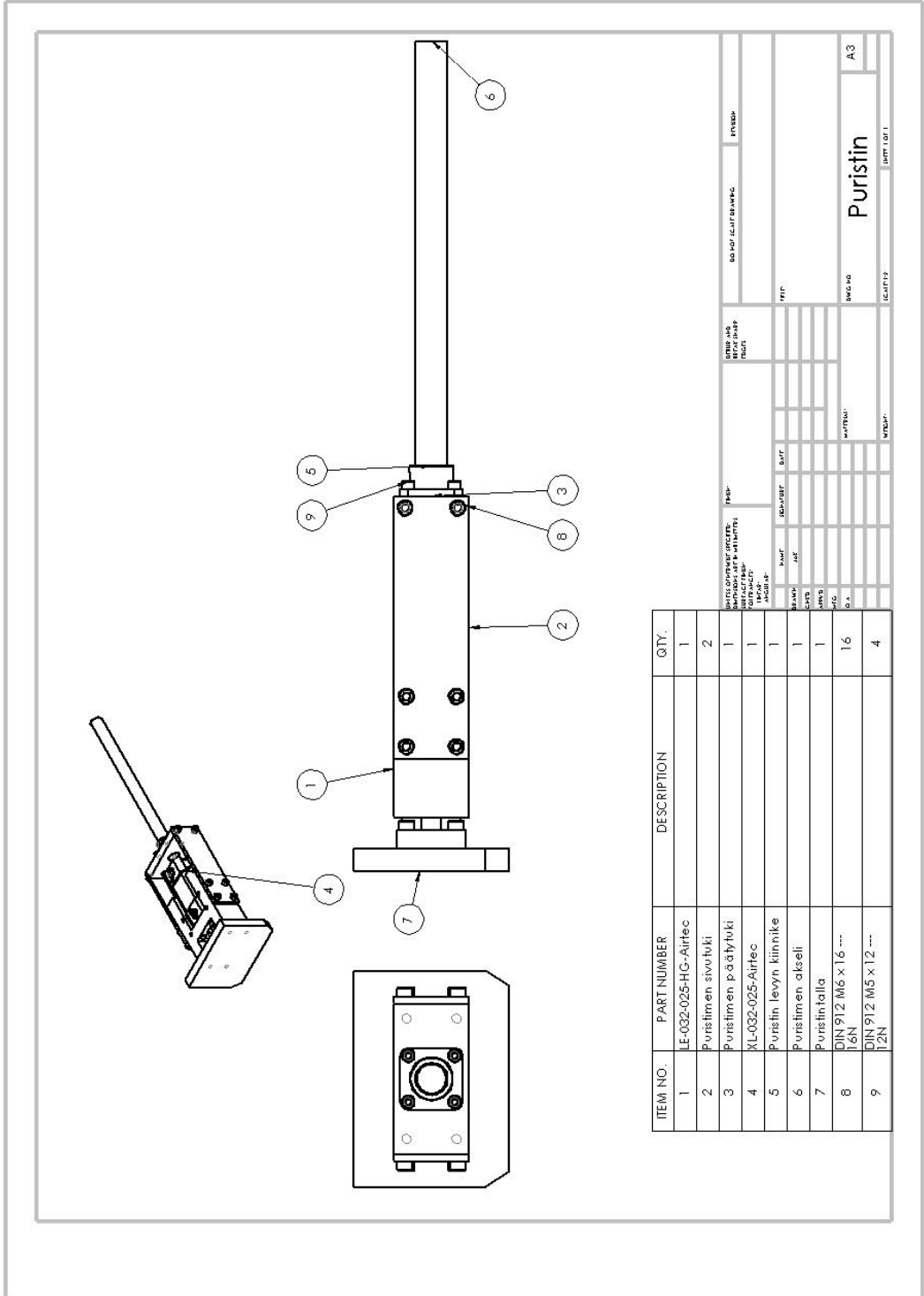
Liite 19.



Liite 20.



Liite 21.



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	LE-032-025-HG-Airtec		1
2	Puristimen sivutuki		2
3	Puristimen pölytyöki		1
4	XL-032-025-Airtec		1
5	Puristin levyyn kiinnike		1
6	Puristimen akseli		1
7	Puristin hella		1
8	DIN 912 M6 x 16 --- 16N		16
9	DIN 912 M5 x 12 --- 12N		4

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	LE-032-025-HG-Airtec		1
2	Puristimen sivutuki		2
3	Puristimen pölytyöki		1
4	XL-032-025-Airtec		1
5	Puristin levyyn kiinnike		1
6	Puristimen akseli		1
7	Puristin hella		1
8	DIN 912 M6 x 16 --- 16N		16
9	DIN 912 M5 x 12 --- 12N		4

Puristin

A3

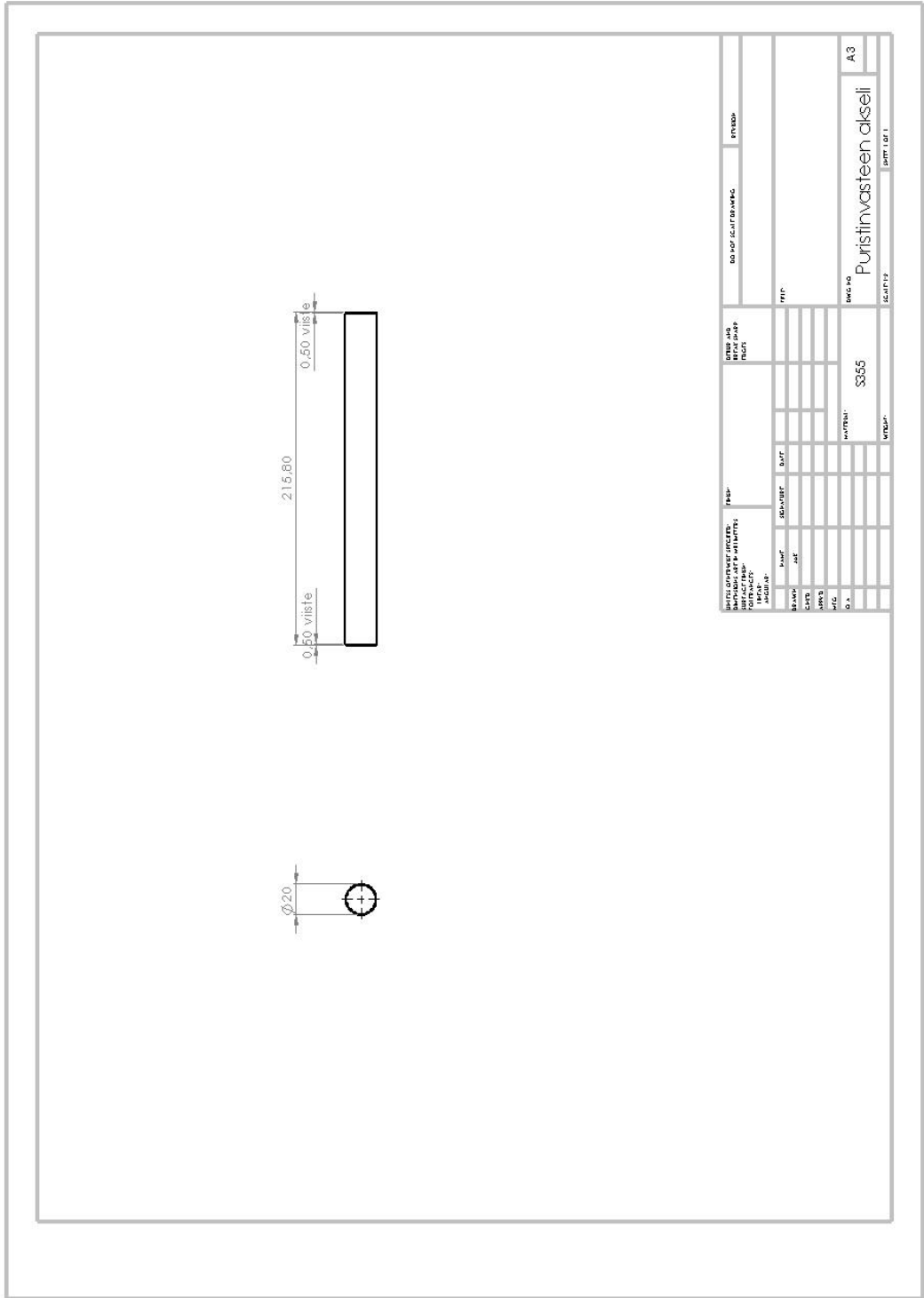
Liite 22.

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Puristuslevy		1
2	Puristin levyyn kiinnike		1
3	Puristinvastteen akseli		1
4	ISO 4762 M5 x 16 ... 16N		4

PURISTINLEVY PURISTINLEVY KIINNITE PURISTINVASTTEEN AKSELIN M5x16N	PURISTINLEVY PURISTINLEVY PURISTINLEVY PURISTINLEVY	PURISTINLEVY PURISTINLEVY PURISTINLEVY PURISTINLEVY	PURISTINLEVY PURISTINLEVY PURISTINLEVY PURISTINLEVY
---	--	--	--

Puristin vaste
 A3
 PART 021

Liite 23.



Liite 25.

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Runko		1
2	UCP-204-Konforma		8
3	Voimansiirtokseli		1
4	Puristimen vaste		1
5	Puristin		1
6	12032026016: tekniproduktier		4
7	Asetusjigim kinnitysoajikki		1
8	Lewyjen asetustijigi		1
9	221004_1 END CAP 45M45 GRAY		6
10	21.1349 ANGLE 45 GD-Z		22
11	21.1349 ANGLE 45 GD-Z		2
12	DIN 6912 - M8 x 16 --- 16N		4
13	21.1351 M8 SQUARE NUT		2
14	ISO 4762 M8 x 16 --- 16N		12
15	ISO 4762 M5 x 12 --- 12N		4

ITEM NO.	ITEM NAME	ITEM GROUP	ITEM STATUS	ITEM PRICE	ITEM WEIGHT	ITEM LENGTH	ITEM WIDTH
1	Valelelyn kokoonpanolaite						