



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Anu Aho

KIINNITYSELEMENTTI KOULUTUS- ROBOTTISOLUUN

Tekniikka

2020

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Anu Aho
Opinäytetyön nimi	Kiinnityselementti koulutusrobottisoluun
Vuosi	2020
Kieli	suomi
Sivumäärä	26+ 4 liitettä
Ohjaaja	Mika Billing

Koulutusrobottisoluihin on tarkoituksena saada yhtenäinen kiinnityselementti, joka käy jokaiselle robotille. Tällä hetkellä on joka koulutusrobottisoluissa erilaiset kiinnitys tavat, osalla ei ole ollenkaan kiinnitysmahdollisuutta. Kiinnityselementtiin halutaan mahdollisuuden kiinteään kiinnitykseen ja mahdollisuuden liittää useampia kiinnityselementtejä toisiinsa. Sen tulee myös olla helposti siirrettävä ja komponenttien kiinnityksen halutaan tapahtuvan ilman työkaluja.

Aluksi mietitään millä tavalla työ tehdään. Vaihtoehtoina on esim. ohutlevytyöstö, koneistus tai valmiin alumiiniprofiilinkäyttö. Komponenttien kiinnitys voi tapahtua esim. pulteilla, magneeteilla tai pikakiinnikkeillä. Materiaalin valintaan vaikuttaa käyttöolosuhteet, joka on tässä tapauksessa puhdas laboratorio olo.

Työssä päädyttiin valmistamaan kiinnityselementti ohutlevykokoonpanona. Kiinnitystavaksi valittiin pikakiinnike valmisosa, kuitenkin työssä on mahdollisuus vielä vaihtaa kiinnitystapa M7- kierteseen. Materiaaliksi valittiin alumiini, koska sen ominaisuudet ovat riittävät tähän työhön. Alumiini on lisäksi huomattavasti kevyempää kuin muut teräkset, joten kappaleen paino jää pienemmäksi, kuin vastaavan teräksisen.

ABSTRACT

Author	Anu Aho
Title	Attachment Element to Robot Cell
Year	2020
Language	Finnish
Pages	26+ 4 Appendices
Name of Supervision	Mika Billing

The purpose of the thesis was to make attachment element, which is suitable for all robots in training robot cells. At this moment every training robot cell has different attachment methods and at some robot cells do not have any attachment method. The attachment element is going to be permanent and with a possibility to connect several attachment elements to each other. It must to be easily transferable and attachment of components should take place without tools.

First, the choices of methods were considered. The choices were sheet metal work, machining or use of aluminium profile. The choices for the attachment of components were bolt connection, magnets or quick fasteners. The selection of material is influenced by the operating condition, in this case laboratory conditions.

In this thesis, it was decided to make attachment element from sheet metal parts. The quick fastening method was chosen for the attachment of components but there is still a possibility to change that to a M7 thread. Aluminium was chosen as a material because its properties are good enough for this purpose. Aluminium is significantly lighter than steel so it will weigh less than a steel version.

Keywords Sheet work, aluminium and engineering design

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	7
1.1	Lähtökohdat	7
1.2	Tavoite	11
2	OHUTLEVTTYÖSTÖ	12
2.1	Aihion työstö	12
2.2	Särmäys.....	13
2.2.1	Materiaali	15
2.2.2	K:n arvo	15
2.3	Kokoonpano.....	15
2.3.1	Pulttiliitos.....	16
2.3.2	Pop-niittaus.....	16
2.3.3	Hitsaus	16
3	SUUNNITTELU.....	18
3.1	Siemens NX 12 ohutlevysuunnittelussa.....	19
3.2	3D- mallinnus.....	19
3.2.1	Ohutlevyosat.....	20
3.2.2	Levityskuvat	21
3.3	Työkuvat	22
3.3.1	Ohutlevypiirustukset	22
3.3.2	Kokoonpanopiirustukset.....	23
3.4	Muu data.....	23
3.4.1	Tulostaminen DXF-muotoon.....	24
4	PÄÄTELMÄ.....	25
	LÄHTEET	26
	LIITTEET	27

KUVALUETTELO

Kuva 1. Reikälevykiinnitys Kuka robotti.	8
Kuva 2. Pöytä alumiiniprofiilista ABB-robotilla.	9
Kuva 3. ABB-robotti pöydällä.	10
Kuva 4. Pieni toimintasäde ABB-robotilla.	11
Kuva 5. DXF-tiedoston ulkonäkö.	13
Kuva 6. Yläpellin 3D-malli.	20
Kuva 7. Kiinnikepellin 3D-malli.	21
Kuva 8. Kiinnityselementin kokoonpanon 3D-malli.	21
Kuva 9. Valmistajan kuva kuulalukituslenkistä.	24

LIITELUETTELO

LIITE 1 Kokoonpanon työkuva

LIITE 2 Ylälevyn työkuva

LIITE 3 Alalevyn työkuva

LIITE 4 Välilevyn työkuva

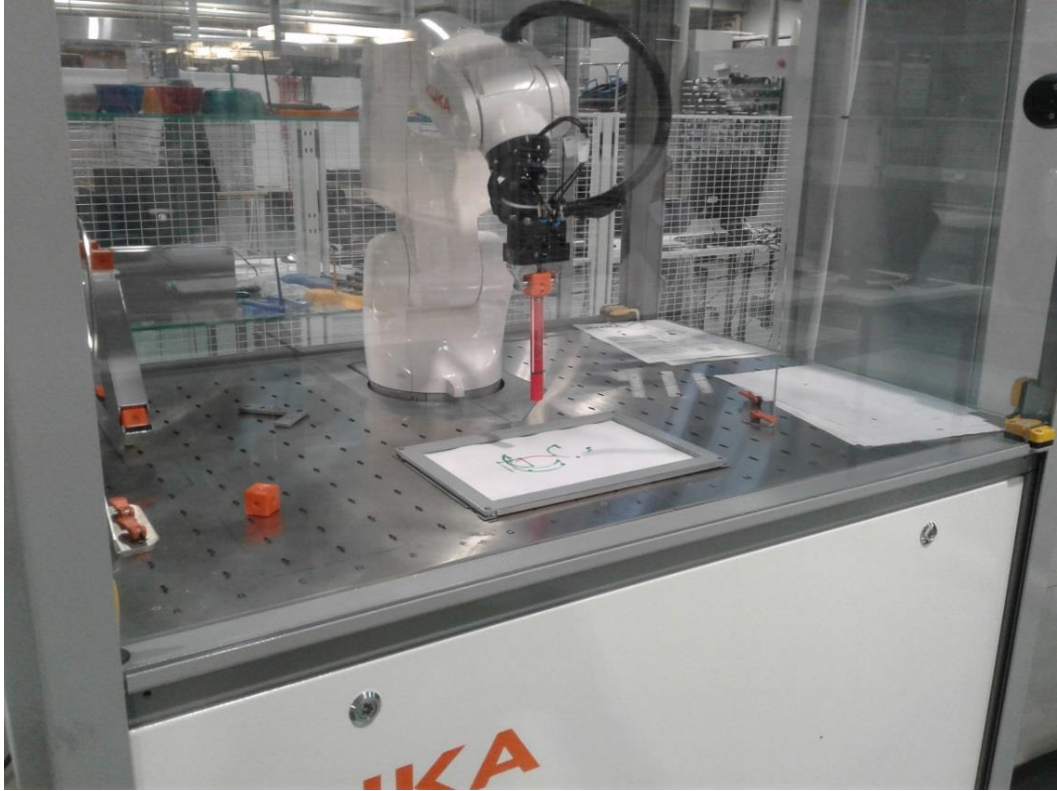
1 JOHDANTO

Ennen työn aloittamista käytiin Technobothnialla pienimuotoinen tilaisuus, jossa keskusteltiin työn rajoitteista. Työn tarkoituksena on suunnitella Technobothnian koulutusrobotisoluille siirrettävä kiinnityselementti, johon saadaan helposti kiinnitettyä erilaisia komponentteja. Työn tulee olla sopiva jokaiselle robotille, joita koululla on.

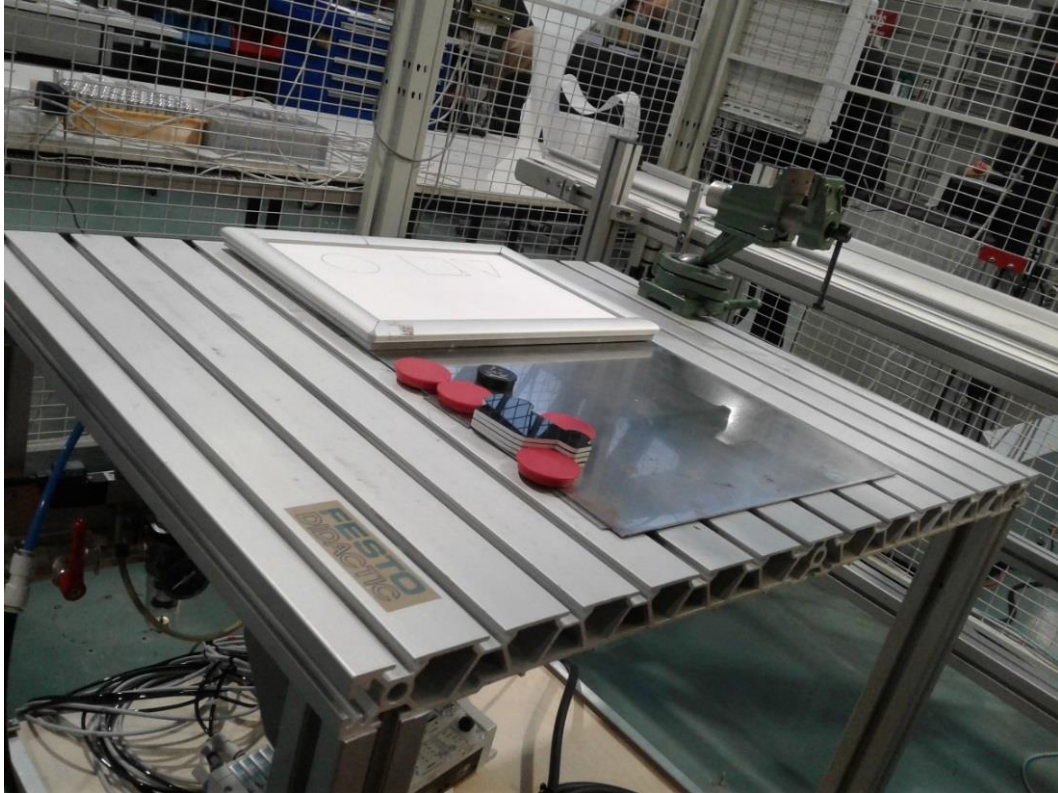
Suunnittelutyö tehdään käyttäen NX 3D -ohjelmistoa. Työssä valmistetaan ensin 3D-malli, joista valmistetaan 2D-työkuvat ja valmistukseen tarvittavat DXF-tiedostot. Suunnitelma tullaan valmistamaan yhteistyössä Vamian kanssa.

1.1 Lähtökohdat

Tällä hetkellä jokaisella robotilla on erilaiset kiinnitystavat. Kiinnitystapoja on esim. reikälevy pikakiinnikkeellä (kuva 1) ja alumiiniprofiilista valmistetut pöydät (kuva 2), joissa kiinnitys tapahtuu pulteilla tai magneeteilla.



Kuva 10. Reikälevykiinnitys Kuka robotti.



Kuva 11. Pöytä alumiiniprofiilista ABB-robotilla.

Osalla roboteista ei ole tällä hetkellä minkäänlaista kiinnitysmahdollisuutta (kuva 3). Näillä komponenteille aina suunnitellaan projektin yhteydessä omat väliaikaiset kiinnitystavat. Kiinnityselementti siis tulee auttamaan eniten näissä tapauksissa.



Kuva 12. ABB-robotti pöydällä.

Kiinnityselementin kokoa rajoittaa pienimmän robotin toimintasäde (kuva 4). Kiinnityselementti tulee tuohon, missä on tällä hetkellä ruutuinen paperi. Muita rajoitteita ei ole ulkomuotoon.



Kuva 13. Pieni toimintasäde ABB-robotilla.

1.2 Tavoite

Tavoitteena on suunnitella kiinnityselementti, jota voidaan käyttää jokaisessa koulutusrobottisolussa. Kiinnityselementin halutaan olla helppo käyttää ja nopea siirrettävä. Komponenttien kiinnityksen halutaan tapahtuvan ilman työkaluja. Kiinnityselementtiin tulee olla kiinteän kiinnityksen mahdollisuus.

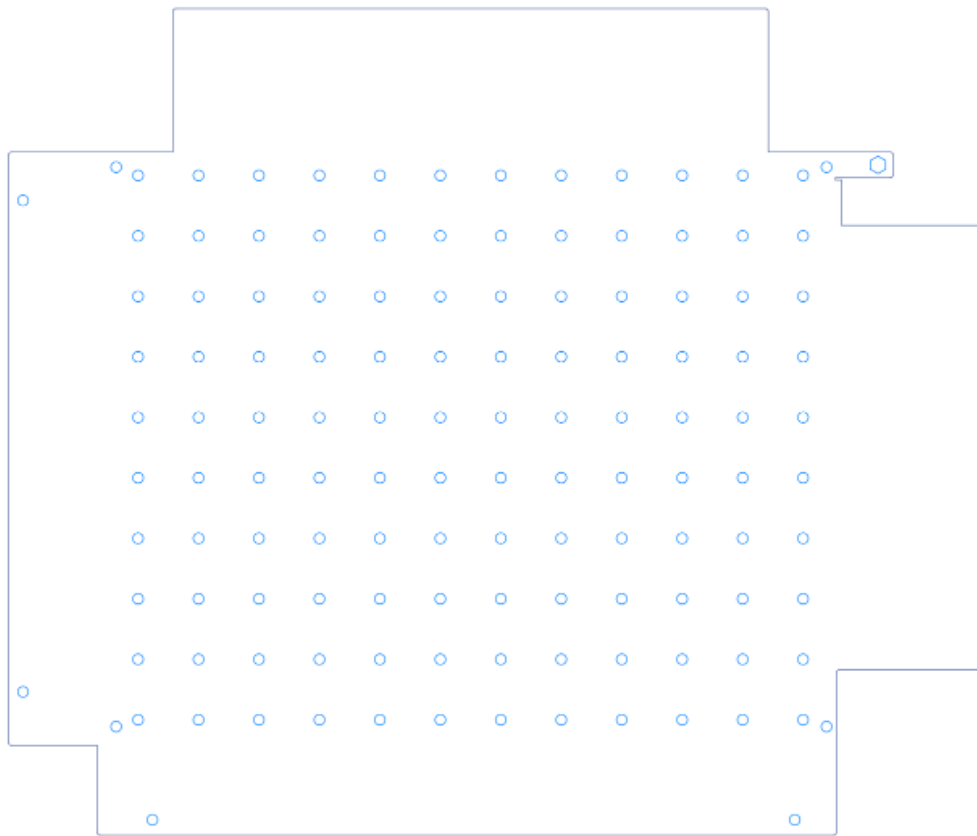
2 OHUTLEVTTYÖSTÖ

Ohutlevytuotteen rajana pidetään yleisesti 3 – 4 mm ainepaksuutta, eli sen arvon alittavat ainepaksuudet ovat ohutlevyjä. Ohutlevytyöstötapoja ovat erilaiset muovaukset, kuten syväveto ja venytysmuovaus, taivutus, särmääminen ja taivuttaminen taivutusautomaatilla ja erinäiset liitöntavat, kuten ruuviliitokset ja hitsaus.

2.1 Aihion työstö

Aihion työstö alkaa oikean levykoon valinnalla. Kokoon vaikuttaa kuinka isoja kappaleita ollaan valmistamassa. Isoja osia valmistaessa voidaan joutua aihiota katkaisemaan, jolloin saadaan kappaleet mahtumaan levyille.

Kappaleiden sommittelua levyille kutsutaan nestaukseksi. Nestauksessa tarvitaan 2D-kuva kappaleesta, jossa näkyy ainoastaan levitetyn aihion muodot (kuva 5). Tähän käytetään usein DXF-tiedostoa, joka voidaan valmistaa suoraan 3D-mallista.



Kuva 14. DXF-tiedoston ulkonäkö.

Ohutlevyteollisuudessa käytetään yleensä laserleikkausta. Laser voi olla osana levytyöstökeskusta. Tällöin voidaan hyödyntää levytyöstökeskuksen muovaavia työkaluja. Yleisiä työkaluja ovat esim. lävistystyökalu, jolla voidaan valmistaa reikiä paljon nopeammin kuin laserilla. Lisäksi on olemassa paljon erilaisia erikoistyökaluja, joilla voidaan tehdä esim. vahvennusmuovauksia ohutlevyyn.

2.2 Särmäys

Särmäys tapahtuu niin, että särmättävä kappale asetetaan kiinteää alaterää ja liikkuvaa takavastetta vasten (takavaste siirretään ensin haluttuun paikkaan ja lukitaan se siihen). Tämän jälkeen tapahtuu itse työstö, jossa särmäyskoneen yläterä liikkuu ylhäältä alaspäin, särmäten kappaleen ylä- ja alaterän mukaiseen muotoon.

Särmäykseen vaikuttavat käytössä olevat ylä- ja alaterät. Yläterät vaikuttavat työstöön R-arvon muutoksilla. R- arvolla tarkoitetaan sädettä, joka syntyy särmäyksestä. Alaterät vaikuttavat siihen kuinka suurella voimalla työstö tehdään. Mitä leveämpi alaterä on, sen pienempää voimaa tämä vaatii koneelta.

Sopiva alaterä työstöön valitaan käyttämällä teränvalmistajilta saatuja taulukoita, joista näkee levyn paksuuden ja alateränuran tiedoilla saatava suositusarvo. Lisäksi tähän on olemassa laskukaava, jolla lasketaan väljyysluku

$$w = \frac{V}{2*(r_p+s_o)} - 1 \quad (1)$$

tässä oleva V ilmaisee alaterän uranleveyttä, r_p on ylätyökalun säde ja s_o on materiaalin paksuus. Mitä lähempänä w on arvoa 0 sen ahtaampi ja huonompi kyseinen terä on tällä materiaalin paksuudella. Taulukoita käytetään kuitenkin eniten työstöarvoja miettiessä, tämän ollessa paljon nopeampi tapa.

Särmäyksessä käytetään työstötapoina vapaataivutusta tai pohjaan iskutaivutusta. Yleisin käytetty taivutustapa on pohjaan iskutaivutus, jossa iskun pituus säädetään niin, että ylätyökalu painuu alatyökaluun kokonaan, jolloin levy taittuu tarkasti työkalujen muotojen mukaisesti. Tämä vaatii koneilta enemmän voimaa, mutta tällä tavoin valmistettuun kappaleeseen saadaan aikaan pysyvä muodonmuutos ja takaisinjousto pienenee olemattomaksi. Harvinaisempi vapaataivutus tapahtuu niin, ettei iskua tehdä alaterän pohjaan asti, jolloin terien muoto ei tule kappaleeseen, kuten pohjaan iskutaivutuksessa.

Kappaleeseen tulee muodonmuutoksia särmäyksen yhteydessä, aine muokkautuu eniten taivutuksen kohdalta. Materiaalin ulkopinta venyy ja sisäpinta taas tyssääntyy, tämä aiheuttaa materiaalin ohentumista. Pysyvä muodonmuutos tulee aineeseen silloin, kun venymä ylittää kimmorajan.

2.2.1 Materiaali

Alumiini on yksi kevyimmistä kaupallisesti saatavista metalleista. Alumiinin tiheys on noin kolmasosa teräksen tiheydestä, joka tarkoittaa sen olevan paljon kevyempää verrattuna teräkseen. Alumiini kestää hyvin korroosiota, sen pinnalle muodostuvan alumiinioksidin kerroksen ansiosta.¹ Kaikki alumiini seokset eivät ole hitsattavia. Eli jos hitsausta käytetään, tulee valita siihen soveltuva seostyyppi.

2.2.2 K:n arvo

Särmäyksessä tuleva R-arvo määräytyy käytössä olevan yläterän mukaan. K-arvo määräytyy aineen venymisen mukaan särmäyksessä. Kyseinen arvo vaikuttaa aihion kokoon. Mitä enemmän taittoja kappaleessa on, sitä tärkeämpää on K-arvon oikeellisuus. Jokaiselle aineelle on oma K-arvo, materiaalin paksuus ja aliterän uran leveyskin vaikuttavat arvoon. Karkea K-arvo voidaan laskea kaavalla:

$$K = \frac{-\text{taivutussäde} + \text{taivutus sallima}}{(\pi * \text{taivutuskulma} / 180) / \text{aineen vahvuus}} \quad (2)$$

2.3 Kokoonpano

Kokoonpano voidaan tehdä joko kiinteäksi, jota ei tarvitse saada enää ehjänä purettua (kuten hitsaus). Toisena vaihtoehtona on valmistaa kokoonpano, jonka saadaan myöhemmin paloihin ja pystytään huoltamaan ja vaihtamaan osia (kuten pulttaus).

Erilaisia kokoonpano tapoja ovat erinäiset pultti- mutteriliitokset, hitsaus, niittaus ja limittäisliitos. Lisäksi kokoonpanossa voidaan käyttää näiden kaikkien mainittujen tapojen erilaisia variaatioita.

¹ Total Materia, Alumiinin ominaisuudet.

2.3.1 Pulttiliitos

Pulttiliitosta käytetään paljon sen helpon kokoamisen ja purkamisen takia. Peruspultti mutteri liitosta tehtäessä täytyy ottaa huomioon työkalujen käyttö. Käyttäessä pulttia ja tavallista mutteria, täytyy tämä kiristää käyttäen kahta työkalua. Eli kummallakaan puolella ei saa olla mitään estämässä tätä. Tilanteissa, joissa ei ole mahdollista käyttää tavallista mutteria, voidaan valita siihen toisenlainen mutteri. Vaihtoehtoina on esim. laippamutteri, niittimutteri tai hitsimutteri. Laippa- ja niittimutterille luodaan malliin niille sopiva reikä (yleensä kuusikulmion mallinen), jonka läpi mutterit laitetaan. Tällöin mutteri ei pääse pyörimään kokoonpano vaiheessa ja pultin kiristäminen onnistuu. Hitsimutteri liitetään nimensä mukaisesti hitsaamalla kokoonpanoon. Toiminta tapa tässä on sama, kuin laippa- ja niittimuttereilla. Tätä tapaa käytetään erityisesti silloin, kun kappaleessa on muitakin hitsattavia elementtejä.

2.3.2 Pop-niittaus

Pop-niittausta käytetään, jos saumaa ei tarvitse enää välttämättä saada auki. Sauma on kuitenkin mahdollista avata poraamalla niitit auki ja vaihtamalla ne uusiin.

Niittien kiinnitys tapahtuu käyttäen siihen tarkoitettua niittipihtejä. Pop-niittiä varten porataan sopivan kokeinen aloitus reikä, johon niitti sitten painetaan. Niittaus on nopea yhdistämistapa ja siihen tarvitaan vain yksi työkalu.

2.3.3 Hitsaus

Alumiinin hitsaus on hyvin samanlaista kuin teräksen hitsaaminen. Koneet ovat samoja ja käytettävät kaasut myös. Pieninä eroina on täytemateriaalin vaihtaminen alumiinille sopivaksi. TIG-hitsauksessa käytettävää elektrodia ei myöskään tarvitse hioa teräväksi, kuten terästä hitsattaessa tarvitsee.

Hitsausta ei juuri käytetä muuta kuin heppaukseen, jolla tarkoitetaan hitsillä tehtävän vain pieniä saumoja, joiden avulla kokoonpano pysyy kasassa.

Hitsauksesta syntyy muodonmuutoksia lämpötilojen suurten muutosten takia ja aiheuttaa muutosta materiaalin rakenteeseen. Hitsit ovat epäjatkuvuuskohtia kappaleen geometriassa, mikä aiheuttaa kappaleeseen jännityshuippuja sauman kohdalle.

3 SUUNNITTELU

Aluksi suunnittelu alkoi mietinnällä, jossa pallolettiin kahta erilaista. Vaihtoehtoina olivat ohutlevykokoonpano tai alumiiniprofiilikokoonpano. Näistä kahdesta vaihtoehdosta päädyttiin käyttämään ohutlevykokoonpanoa.

Tämän jälkeen alkoi kokoonpanon ulkonäön mietintä. Mietinnässä oli aluksi yhden särmättämän osan käyttö, tämä ajatus kuitenkin vaihtui kotelomaiseen rakenteeseen. Yhden levyn käytössä jäi mietityttämään sen särmäyksen kestävyys. Mahdollinen suuri voima ylhäältä päin (esim. robotin tarttujan osuminen kiinnityselementtiin) voisi aiheuttaa yksittäisen kappaleen särmäys kulman pienen muutoksen. Kahden levyn kokoonpanoa käyttäessä muotoilusta tulee kotelomainen ja levyt tukevoivat toisiaan,

Komponenttien kiinnityksen mietintä alkoi siitä, kuinka saadaan helposti käytettävä kiinnitysmekanismi. Aluksi mietinnässä oli jokin koneistettava kiinnitysmekanismi. Tämä ajatus kuitenkin kariutui siihen, kun työssä on 120 kiinnityskohtaa ja osia pitäisi valmistaa niin paljon. Sitten alkoi tutkiminen mahdollisista standardiosien käytöstä. Tämä tapahtui etsimällä erilaisia vaihtoehtoja internetistä. Etsiminen oli välillä hermoja haastavaa, koska tiesi minkä tyylistä ratkaisua etsi, muttei osannut sitä pukea oikeiksi sanoiksi (eli hakusanaksi). Lopulta kuitenkin löysin suomalaisen nettisivun, josta löysin työhön sopivan standardiosan. Kiinnitysosana toimii kuulalukituslenkki (josta lisää tietoa myöhemmin kirjoituksessa) tätä varten kokoonpanoon lisättiin 4 mm sisälevy, jotta komponentit saadaan kiinnitettyä. Työssä on vielä mahdollisuus vaihtaa komponenttien kiinnitys tapahtumaan pultilla (sisälevyn reikäkoko toimi myös M7-kierteen alkureikäinä). Tätä kuitenkin käytetään vain, jos kuulalukituslenkin käyttö ei toimikaan kuten suunniteltu.

Kappaleen kokoonpanoon aluksi ajateltiin käyttää pop-niittejä kappaleen pohjassa. Tämä kuitenkin vaihdettiin sivussa oleviin pulttiliitoksiin. Vaihdon syynä oli tilaajan muokkauspyyntö 3D-mallin esittelyssä. Pohjalevyyn haluttiin paikat pultin rei'ille, jotta se saadaan kiinteästi kiinni pöytään. Tällöin levyjen kiinnitys toisiinsa oli saatava auki ja tähän ratkaisuna toimi pulttiliitos.

3.1 Siemens NX 12 ohutlevysuunnittelussa

Suunnitteluun käytetään Siemensin ohjelmistoa NX. Kyseisellä ohjelmistolla on monta eri tapaa tehdä ohutlevysuunnittelua. Tapoina on valita aluksi design solidin tilalle design sheet metal, jolloin ohjelmistolla on mahdollista tehdä ohutlevysuunnittelua. Ohjelmalle kerrotaan materiaalien paksuudet, jolloin kappaleiden paino saadaan luettua suoraan NX:stä.

Kappaleista valmistetaan ensin raakasolideja, jonka päälle ruvetaan mallintamaan ohutlevyypirteitä. 3D-mallia käyttäen valmistetaan vaaditut 2D-piirustukset. Piirustus on mahdollista tehdä samaan tiedostoon mallin kanssa tai luoda oma tiedostonsa piirustusta varten. Piirustuksissa käytetään aina standardin mukaisia arkkikokoja A0- A4 ja piirustusten pienennys- ja suurennessuhteita (1:1 1:2, 1:5, 1:10 ja samat arvot suurennoksissa, eli 2:1 jne.).²

Mallin historiaa tulee lyhentää, jos mahdollista. Tämä tarkoittaa, että reiät tulee yrittää tehdä niin, että reiät voidaan yhdistää kyseisen pinnan pur-sotukseen.

Muotoja linkatessa mietitään tarkasti mistä linkkaa ja mitäkin. Poistettaessa kohteen, josta on linkattu, linkki katkeaa kappaleiden välillä ja se aiheuttaa ongelmia malliin. Pahimmillaan mallia ei pystytä avaamaan (avattaessa tiedostoa lataus keskeytyy katkenneeseen linkkiin).

3.2 3D- mallinnus

Mallinnus tapahtuu käyttäen NX:än ohutlevyosiota. Aluksi määrätään ase-tuksiin materiaalin oletusarvo, kyseisessä tapauksessa 1,5 mm. Tämän jäl-keen tarkistetaan taivutussäde (oletuksena 3 mm) ja vaihdetaan se sopi-vampaan, eli 1,5 mm. Huom. nämä asetukset tulee vaihtaa ennen, kun al-

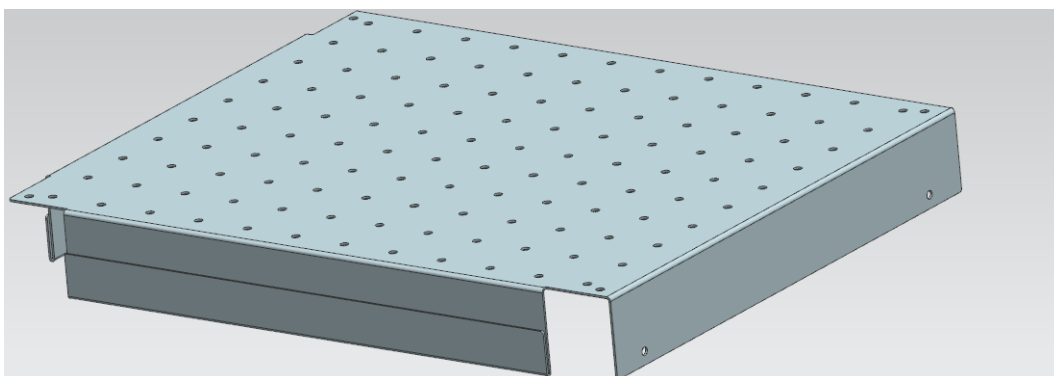
² Valtanen, E. 2010, 509

kaa tekemään mitään osia, muuten arvot eivät päivyty malliin. Jos kuitenkin jostain syystä ei ole vaihtanut asetuksia, voidaan ne manuaalisesti korjata malliin. Tämä kuitenkin vie paljon aikaa, kun kaikki taivutukset pitää erikseen päivittää.

Mallintaminen alkaa miettimällä, kuinka kokoonpanon valmistus kannattaa aloittaa. Työssä käytetään tapaa, jossa ensin valmistetaan yksi osa valmiiksi. Sitten tämän ympärille aloitetaan tekemään muita osia.

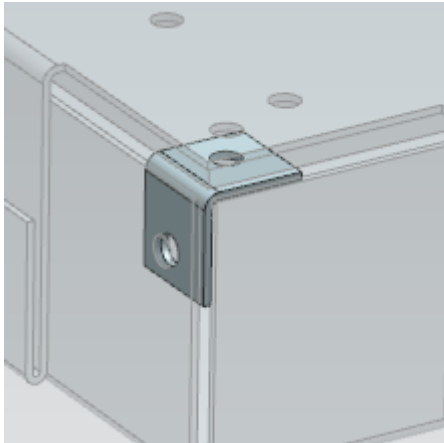
3.2.1 Ohutlevyosat

Kokoonpano on varsin yksinkertainen ja koostuu vain kolmesta levystä. Aluksi suunniteltiin yläpelti (kuva 6), jossa saa hyvin määriteltä kappaleeseen tulevat ulkomitat. Tämä tarkoittaa, että muut osat suunnitellaan niin etteivät ne lisää mallin kokoa sivuille päin. Mallin korkeudessa ei ole mitään tiettyä mitta, joten tämä tulee muuttumaan osia lisättäessä.



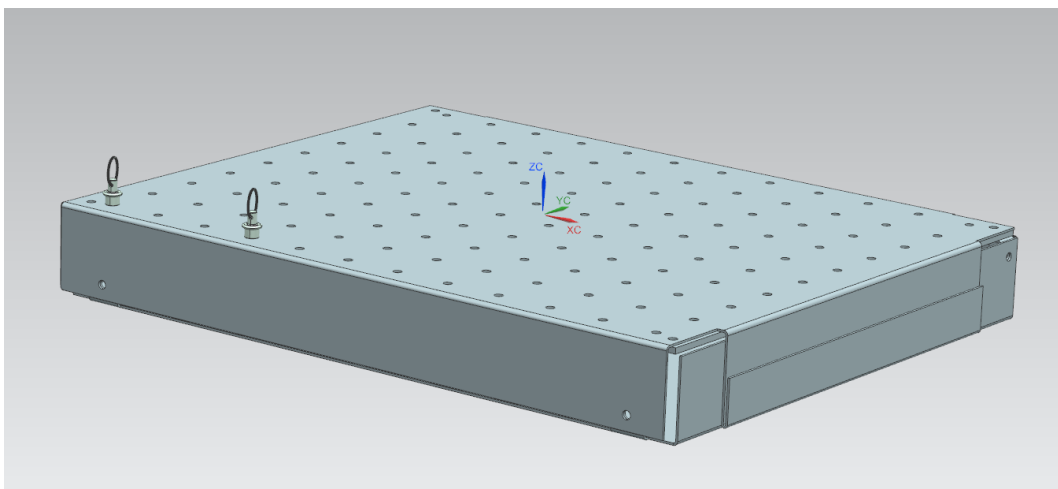
Kuva 15. Yläpellin 3D-malli.

Tämän jälkeen yläpelti lisättiin kokoonpanoon, tämä osa määriteltiin kiinteästi pysymään origossa (fix-komennolla). Uusien osien mallinnus tapahtuu siis kokoonpanossa, jolloin on mahdollista käyttää muiden osien muotoilua hyväksi. Alla olevassa kuvassa (kuva 7) on kuvakaappaus mallista, josta näkee miltä mallintaminen kokoonpanossa näyttää. Eli tummalla näkyvä kiinnikepelti on aktiivinen (eli sitä muokataan) ja muut kokoonpanon osat näkyvät läpikuultavina kokoonpanossa.



Kuva 16. Kiinnikepellin 3D-malli.

Osien ollessa valmiit, tulee ne kiinnittää kokoonpanoon osaa käyttäen erinäisiä paikoituskomentoja, kuten reiät kohdakkain tai pinnat vastakkain. Tällä estetään kappaleiden tahaton siirtyminen. Kokoonpanoon lisätään vielä standardi osat (pultit, mutterit jne.), jonka jälkeen 3D-malli on valmis. Alla kuvakaappaus valmiista 3D mallista (kuva 8).



Kuva 17. Kiinnityselementin kokoonpanon 3D-malli.

3.2.2 Levityskuvat

Jokaisesta ohutlevy kappaleesta tulee valmistaa levityskuva, jota käytetään 2D-mallien valmistuksessa. Levitystä varten ohjelmassa on flat pattern -toiminto, jolla saadaan mallista levityskuva. Toiminto haluaa, että sille osoite-

taan pinta, josta kuvanto luodaan. Tähän kannattaa valita se pinta, joka näkyy ulospäin, tällöin mahdolliset muovaukset tulevat oikealle puolelle kappaletta valmistessa.

3.3 Työkuvat

Työkuvien valmistuksessa käytetään yhden käden menetelmää, joka on yleisesti käytössä Euroopassa³. Mitat esitetään aina millimetreissä, kulmat asteina ja reiän koot halkaisijan mitalla.

Piirustukseen valitaan yleensä kaksi tai kolme projektiota. Pääprojektioksi valitaan yleensä kappaletta parhaiten kuvaava projektiio, tästä sitten lisätään projektioita niin monta kuin informaation antaminen vaatii. Pääprojektioiden lisäksi on mahdollista tehdä leikkausprojektiio. Tämän voi toteuttaa kolmella eri tapaa, kokoleikkaus, puolileikkaus ja osaleikkaus.⁴ Lisäksi voidaan käyttää suurennus projektiota, jolla saadaan pienimmät yksityiskohdat mitoitettua selkeämmin.⁵

3.3.1 Ohutlevypiirustukset

Ohutlevypiirustuksiin tulee yleensä kaksi eri arkkia. Ensimmäisellä sivulla on kuvannot valmistetusta osasta. Tähän mitoitetaan valmiin kappaleen, mitat, jolloin saadaan varmuus minkälainen kappaleesta pitäisi tulla (kuten särmäyskulmat ja särmäyksien leveys).

Toisella arkilla on levityskuvanto kappaleesta. Tähän mitoitetaan kappaleen suurimmat ääriviivat (osataan varata oikean kokoinen levy valmistukseen). Tähän kuvantoon mitoitetaan kaikki mitat, joita tarvitaan (kuten mitta särmäyskeskiviivasta särmäyksen sivuun) työstöön.

³ Valtanen, E. 2010. 518.

⁴ Valtanen, E. 2010. 528

⁵ Liitteistä löytyy työpiirustukset, jossa näkyy tämä käytännössä

Loput mitat tulevat paikkoihin, joista ne näkyvät parhaiten (kuten reiän halkaisijat ja niiden paikat). Kappaleen ollessa yksinertainen ja/tai pieni voidaan kaikki kuvannot myös laittaa samalle arkille. Tällöin suositaan kappaleissa 1:1 suhdetta.

3.3.2 Kokoonpanopiirustukset

Kokoonpanopiirustuksessa on yleensä yksi arkki. Kokoonpano piirustukseen ei tule paljoa mittoja, lähinnä vain kappaleen ulkomitat ja valmistuksen kannalta tärkeät mitat. Eli tähän ei lähdetä mitoittamaan erikseen jokaista reiän paikkaa, mutta jos kahden eri kappaleen reikien väli on tärkeä, tulee tämä mitta merkitä.

Kokoonpanon ollessa monimutkainen voidaan piirustukseen lisätä räjäytyskuvanto, jolloin kaikki osat tulevat näkyviin. Tähän ei tule mitään mittoja ja tarvitaan enimmäkseen vain osien numerointia varten.

Kokoonpanopiirustukseen lisätään osaluettelo, josta nähdään osat ja niiden määrät. Piirustukseen tulee joka osalle oma numeronsa, joka merkataan piirustukseen.

Mahdolliset hitsaukset merkitään myös kokoonpanopiirustukseen.

3.4 Muu data

Standardiosat ja niiden määrät näkyvät kokoonpanopiirustuksesta. Tässä työssä ne ovat erinäiset pultit ja ruuvit, sekä komponenttien kiinnitykseen tarkoitettu kuulalukituslenkki. Kuulalukituslenkistä työhön tarvitaan tappi, joka alla olevassa kuvassa näkyy levitettyssä kuvassa alempana (kuva 9)⁶.

⁶ Kuvaleike Halder nettikaupan tuotteesta



Kuva 18. Valmistajan kuva kuulalukituslenkistä.

3.4.1 Tulostaminen DXF-muotoon

DXF-tiedostoon tallennetaan levityskuva jokaisesta ohutlevyosasta. Tiedostosta riisutaan kaikki valmistukseen kuulumaton, kuten mitat ja keskiviivat. Kyseistä mallia käytetään sitten nestaukseen ja aihion leikkaamiseen.

Kappaleiden ollessa haasteellisen mallisia, tulee myös tarkistaa kuinka DXF-tiedoston reunaviivat ovat tulostuneet. Eli tarkistetaan ettei viivat ole katkonaisia, jolloin työstökone tekee erikseen jokaisen pikkuviivan ja tämä hidastaa kappaleen ajoa. Katkonaiset viivat poistetaan ja tilalle tehdään yksi yhtenäinen viiva.

DXF-tiedostoon voidaan myös lisätä blockeja. Blockeja voidaan tehdä paljon käytetyistä muodoista, kuten niittimuttereiden reiät (jolloin valmistukseen ei eksy vääräkokoisia reikiä). Blocki voi olla myös tieto erikoistyökalun käytöstä, kuten vahvenne muovaukseen käytetty Wheel-työkalun käytön tieto. Tällöin blockina on tieto työkalusta ja sille näytetään viiva, jota pitkin se ajaa.

4 PÄÄTELMÄ

Opinnäytetyössä saatiin suunniteltua kiinnityselementti. Tämän tarkoituksena on helpottaa roboteilla tehtävien projektien kiinnitystä. Tämä säästää aikaa projekteista itse työn tekemiseen, kun ei tarvitse miettiä kuinka komponentit saadaan kiinnitettyä roboteille.

Aluksi suunnittelu tapahtui ajatustyönä, koska heti alussa minulla ei mahdollista päästä käyttämään 3D-mallinnusohjelmistoa. Tässä vaiheessa päädyttiin jo tapaan, jolla tuote tullaan valmistamaan, joten tästä on olemassa 3D-mallina vain yksi versio kokoonpanossa. Ajatustasolla kuitenkin aluksi pyöriteltiin myös muita vaihtoehtoja.

Kiinnityselementistä valmistettiin 3D-malli ja tästä luotiin valmistuksen vaa-
tiva data. Kokoonpano oli varsin yksinkertainen ja koostui vain kolmesta le-
vystä. Työpiirustuksia siis tuli vain neljä kappaletta ja DXF-tiedostoja kolme.
Kiinnityselementin muotoilu on aika karkea, mutta tämän on tehnyt suunnit-
telija, eikä teollinen muotoilija. Pääasia on käytännöllisyys, eikä ulkonäkö.
Kappaleista on kuitenkin terät kulmat pyöristetty, joka lisää käyttömuka-
vuutta.

Työ valmistetaan yhteistyössä Vamian kanssa. Valitettavasti aikatauluihin tuli yllättäen kahden viikon tauko, joten kappaletta ei keritty valmistaa en-
nen tämän opinnäytetyön valmistumista. Muuten tähän työhön olisi kuulunut
vielä tuotteen kokoonpano, testaus ja mahdollinen mallin muokkaaminen.

LÄHTEET

Halder nettikauppa, Kuulalukituslenkki, viitattu 16.11.2020. <https://www.halder.com/fi/Tuotteet/Standardiosat/Kone-ja-laiteosat/Nostotapit-Pikakiinnitys-nostotapit/Kuulalukituslenkki-itselukittuva-vetorenkailla>

Total materia, alumiinin ominaisuudet, viitattu 16.11.2020. <https://www.totalmateria.com/page.aspx?ID=AluminumProperties&LN=FI>

Valtanen, E. 2010. Tekniikan taulukkokirja. Mikkeli. Genesis- Kirjat Oy.

LIITTEET

LIITE 1 Kokoonpanon työkuva

Rn	Part Name	Weight	Dty
1	YLALEVY_AA		
2	ALALEVY_AA		
3	SIIDOLEVY_AA		
4	KUULALUKISTUSTAPPI	2	
5	PULTTI_M6	4	
6	M6_MUTTERI	4	
7	KUUSTIOKOLOPULTTI_M6	5	
8	KAULUSMUTTERI_M6	5	

Project	Designer	Date	Designer	Checked	Approved
1234567890	A.Aho	10.11.2020			
Material	Material	Weight			
xxx					

Kone- ja tuotantotekniikka

WMMK

Size **A3**

Scale **1:5**

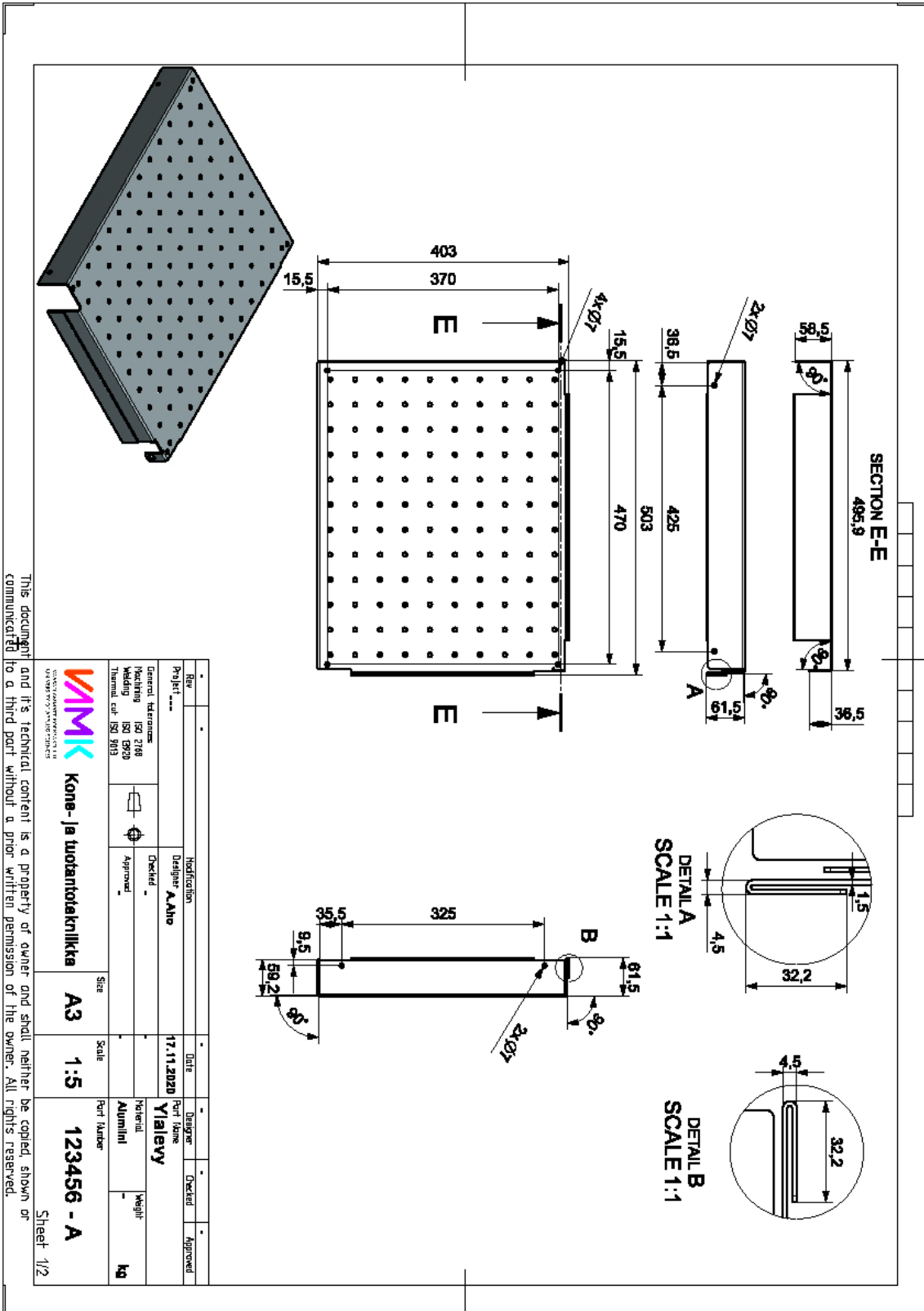
Part Number **123456 - A**

Weight **kg**

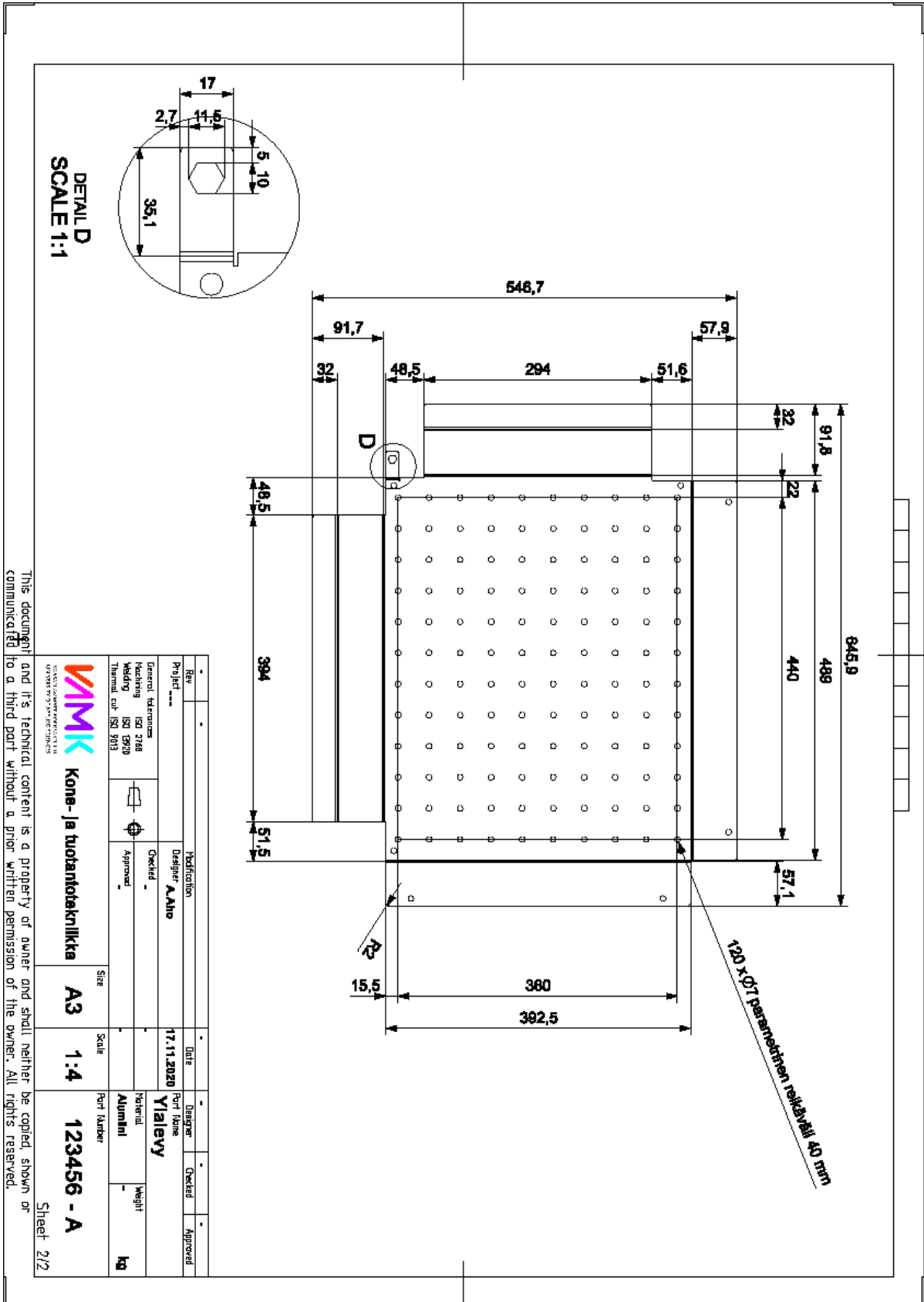
Sheet 1/1

This document and its technical content is a property of owner and shall neither be copied, shown or communicated to a third party without a prior written permission of the owner. All rights reserved.

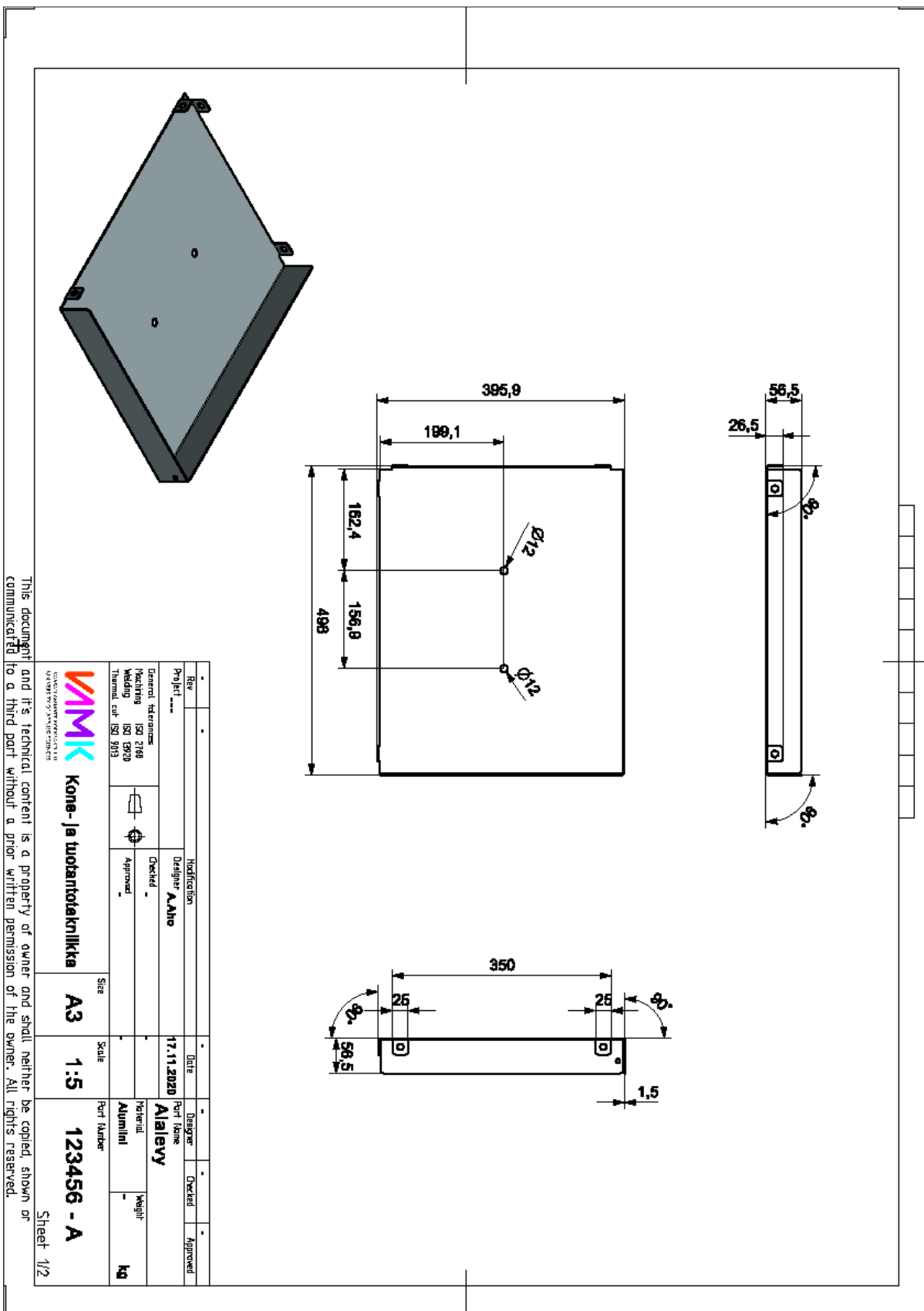
LIITE 2, Sivu 1/2 Ylälevyn työkuva




LIITE 2, sivu 2/2 Ylälevyn työkuva



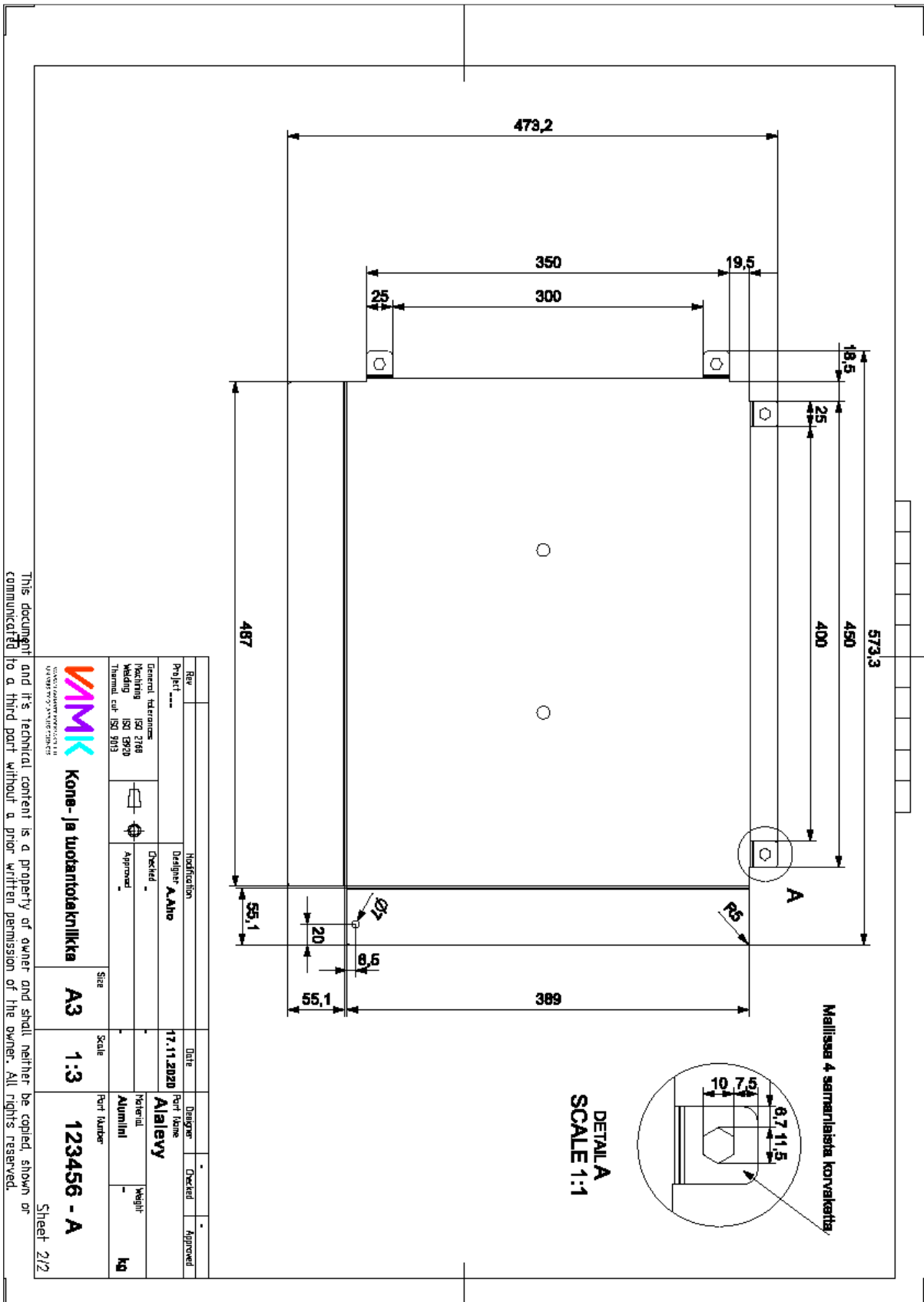
LIITE 3, Sivu 1/2 Alalevyn työkuva



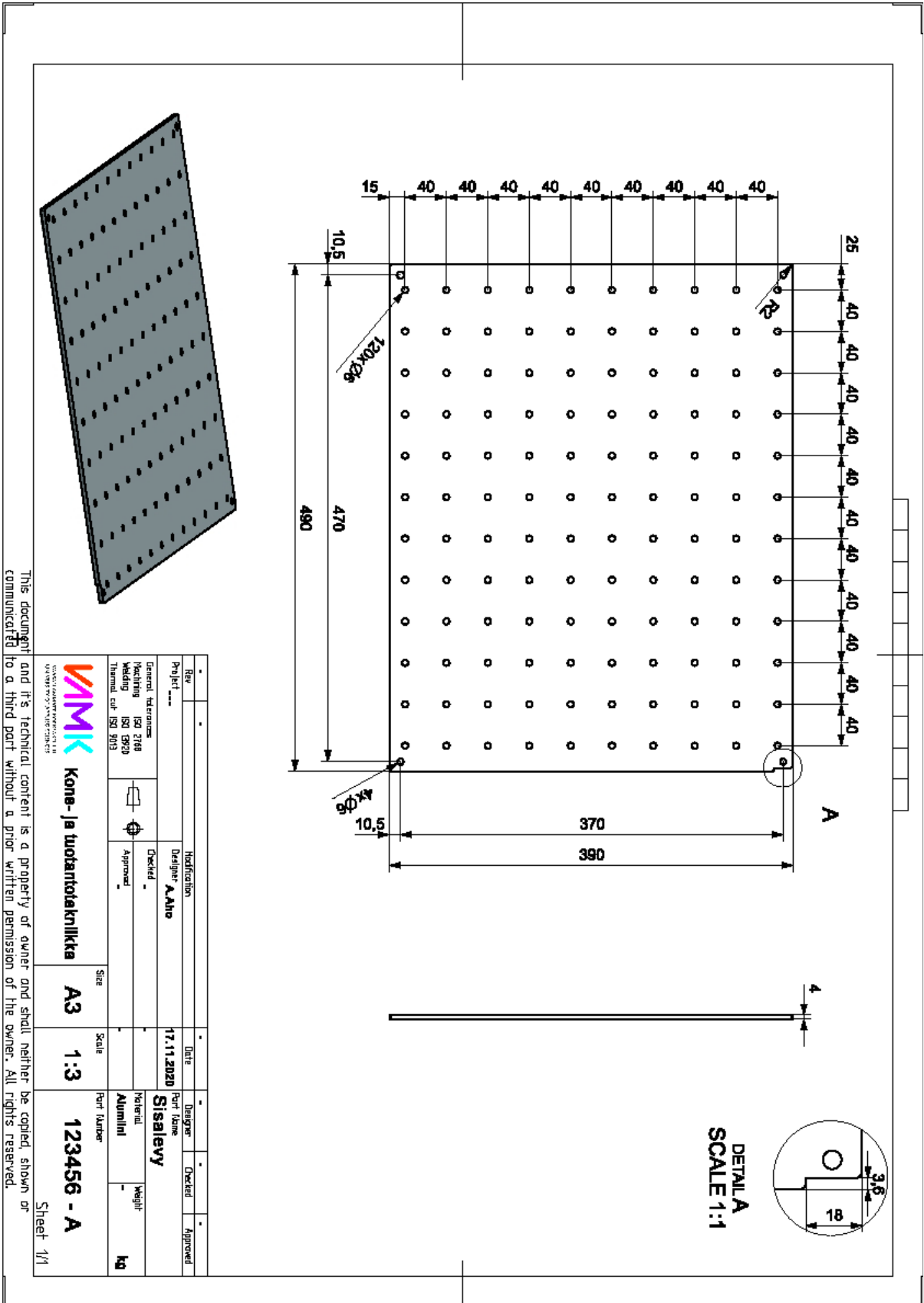
This document and its technical content is a property of owner and shall neither be copied, shown or communicated to a third part without a prior written permission of the owner. All rights reserved.

Rev	-	Modification	Date	Designer	Checked	Approved
Project	---	Designer	17.11.2020	A. Aho	-	-
General references		Checked				
Machining	ISO 2768	Approved				
Welding	ISO 9820					
Thermal cut	ISO 9913					
 VMMK kone- ja tuotantotekniikka <small>VALMISTAMME MEKANISMIJA TUOTANTOJA KONEIDEN KUNNOSTUKSEEN</small>		Size	Scale	Part Number	Weight	kg
		A3	1:5	123456 - A	-	


LIITE 3, sivu 2/2 Alalevyn työkuva



LIITE 4 Sisälevyn työkuva



This document and its technical content is a property of owner and shall neither be copied, shown or communicated to a third party without a prior written permission of the owner. All rights reserved.

Rev	-	Modification	Date	Designer	Checked	Approved
Project	---	Designer A. Alho	17.11.2020	Sisälävy		
General	Interomas	Checked		Material		Weight
Meching	ISO 2768	Approved		Alumini		kg
Welding	ISO 9820					
Thermal cut	ISO 9013					
 VIMK Kone- ja tuotantotekniikka <small>VALMISTAJAVASTUUKKUNA</small>		Size	Scale	Part Number		
		A3	1:3	123456 - A		
Sheet 1/1						