

Opinnäytetyö AMK

Konetekniikan koulutus

2021

Jaakko Ahokaara

NÄYTTÖTYÖN SUUNNITTELU KONE- JA TUOTANTOTEKNIIKAN PERUSTUTKINTOON

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Konetekniikan koulutus

2021 | 32 sivua, 30 liitesivua

Jaakko Ahokaara

NÄYTTÖTYÖN SUUNNITTELU KONE- JA TUOTANTOTEKNIIKAN PERUSTUTKINTOON

Opinnäytetyö tehtiin Turun AKK:n toimeksiantona. Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella näyttötyö, jota Turun AKK voisi hyödyntää osana kone- ja tuotantotekniikan perustutkintoa. Näyttötyöhön suunniteltiin tuote, jonka kone- ja tuotantotekniikan opiskelijat valmistavat hyödyntäen erilaisia valmistusmenetelmiä ja tekniikoita. Tutustuttiin myös CNC-ohjattuun särmäyspuristimeen ja CNC-ohjattuun plasmaleikkuriin.

Teoriaosuudessa käsitellään suunnitteluprosessia yleisesti. Tarkemmin käsitellään ohutlevykappaleiden valmistukseen liittyviä menetelmiä ja niiden vaikutusta suunnitteluun. Teoriaosuuden jälkeen kerrotaan työn toteutuksesta vaiheittain ja kuvaillaan suunnittelussa tehtyjä päätöksiä ja ongelma tilanteita.

Opinnäytetyön tuloksena luotiin näyttötyön tuotteeksi valitusta grillin ja savustimen yhdistelmästä CAD-mallit ja työpiirustukset. Lisäksi luotiin CNC-ohjatulle särmäyspuristimelle käyttöohjeet.

ASIASANAT:

suunnittelu, ohutlevy, särmäys, DFM, puristusvoima, takaisinjousto, neutraalitaso

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical engineering

2021 | 32, 30 appendices

Jaakko Ahokaara

DESIGN OF DISPLAY WORK FOR MECHANICAL AND PRODUCTION BASIC DEGREE

The thesis was commissioned by Turun AKK. The topic of the thesis was to design a display work that could be used by Turun AKK as a study credit in Mechanical and Production basic degree. A product was designed for display work to be manufactured by Mechanical and Production basic degree students utilizing various manufacturing methods and techniques. The CNC-controlled press brake and CNC-controlled plasma cutter were also studied.

The theory section deals with the design process in general. In more detail, the methods involved in the manufacture of sheet metal and their effect on the design were discussed. After the theory section, the implementation of the work was discussed in stages and the decisions made in the design were described along with problem situations.

As a result of the thesis, CAD models and working drawings of the combination of grill and smoker that were selected as a product of display work were created. Instructions for use for the CNC-controlled press brake were also created.

KEYWORDS:

design, sheet metal, edging, DFM, compression force, springback, bend allowance

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
2 TURUN AKK	8
3 SUUNNITTELUTYÖSTÄ YLEISESTI	10
4 LEVYJEN TYÖSTÄMINEN	13
4.1 Taivutus eli särmäys	14
4.1.1 K-arvo	15
4.1.2 Neutraalitaso	15
4.1.3 Oikaistu pituus	16
4.1.4 Ilmavälisärmäys ja pohjaiskusärmäys	17
4.1.5 Särmäyspuristin	17
4.2 Leikkaus	19
4.3 Pyöristys	20
4.4 Hitsaus	21
4.4.1 Puikkohitsaus	22
4.4.2 MAG-hitsaus	23
5 TYÖN TOTEUTUS	24
5.1 Lähtökohdat ja tavoitteet	24
5.2 Kone- ja tuotantotekniikan perustutkinnon laajuus ja osaamisalat	25
5.3 Grillin mallinnus	25
5.4 Savustimen mallinnus	29
5.5 Koneisiin tutustuminen ja särmäyspuristimen ohjeet	30
6 YHTEENVETO	32
LÄHTEET	33

LIITTEET

- Liite 1. Grillin ja savustimen valmistuspiirustukset
Liite 2. APHS 21060 hydraulisen särmäyspuristimen käyttöohjeet

KAAVAT

- Kaava 1: K-arvo (Mojarad 2017). 15
Kaava 2: Neutraalitason (BA) pituuden laskeminen (Mojarad 2017). 16

KUVAT

- Kuva 1. Turun Artukaisten A-talo ja siellä opetettavat koulutusalat (Turun AKK 2021). 9
Kuva 2. Turun Artukaisten B-talo ja siellä opetettavat koulutusalat (Turun AKK 2021). 9
Kuva 3. Valmistushintaan ja valmistettavuuteen vaikuttavia tekijöitä (Piironen 2013, 5). 11
Kuva 4. Levyjen valmistusmenetelmiä (Matilainen 2011, 4). 13
Kuva 5. Venyminen ja tyssäntyminen (Lepola & Makkonen 2005, 303). 15
Kuva 6. Neutraalitason sijainti (Lepola & Makkonen 2005, 303). 16
Kuva 7. Ilmavälisärmäys (Lepola & Makkonen 2005, 305). 17
Kuva 8. Pohjaiskusärmäys (Lepola & Makkonen 2005, 305). 17
Kuva 9. Särmäyspuristin (Keinäinen & Kärkkäinen 2009, 222). 18
Kuva 10. Erilaisia painin-vastinpareja (Keinäinen & Kärkkäinen 2009, 223). 18
Kuva 11. Termisten leikkausmenetelmien vertailua (Piironen 2013, 19). 19
Kuva 12. Pyöristetyiden kappaleiden profiileja (Lepola & Makkonen 2005, 324). 20
Kuva 13. Hitsaus- ja juottoprosessien numerotunnukset (Lepola & Makkonen 2005, 25). 21
Kuva 14. Puikkohitsaus välineet (Lepola & Makkonen 2005, 249). 22
Kuva 15. MIG/MAG-laitteiston perusosat (Kuusisto 2014). 23
Kuva 16. "Hissi" ja ritilä. 27
Kuva 17. Grilli. 28
Kuva 18. Savustin. 29

TAULUKOT

- Taulukko 1: Rakenneterästen minimi taivesäteitä (Pere 2016: 7.65). 14

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

BA	Neutraaliton pituus taivutuksessa
CAD	Tietokoneavusteinen suunnittelu (Computer-aided Design)
CNC	Tietokoneistettu numeerinen ohjaus (Computer Numerical Control)
DFA	Kokoonpantavuuden huomioiminen suunnittelussa (Design for Assembly)
DFE	Ympäristömyönteinen suunnittelu (Design for Environment)
DFM	Valmistettavuuden huomioiminen suunnittelussa (Design for Manufacturing)
DFX	Erilaiset suunnittelun lähestymistavat (Design for X)
heftaus	Kappaleiden nopea hitsaus yhteen
K-arvo	Neutraaliton sijaintia kuvaava suhdearvo
MAG-hitsaus	Kaarihitsausprosessi (Metal Active Gas welding)
SoliWorks	3d CAD-suunnitteluohjelmisto

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella Turun AKK:lle näyttötyö, joka voitaisiin käyttää osana kone- ja tuotantotekniikan perustutkintoa. Näyttötyössä kone- ja tuotantotekniikan opiskelijat valmistavat suunnitellun tuotteen käyttämällä tutkinnon osaamistavoitteisiin kuuluvia valmistusmenetelmiä ja tekniikoita.

Opinnäytetyössä tutustutaan suunnittelutyöhön ja DFM-lähestymistapaan suunnittelussa. Näyttötyön tuotteena toimii grillin ja savustimen yhdistelmä, jonka valmistukseen käytetään eri ohutlevyjen valmistusmenetelmiä. Kun suunnitellaan ohutlevy tuotetta on tärkeää tuntea ohutlevyjen valmistusmenetelmät ja niiden aiheuttamat rajoitteet ja vaatimukset kappaleiden suunnittelussa.

Näyttötyön suunnittelussa kiinnitettiin huomiota tuotteen valmistettavuuden tehokkuuteen ja valmistuskustannuksiin sekä hyvään toiminnallisuuteen. Koska kyseessä oli opintosuoritus, perinteisten suunnittelu näkökulmien lisäksi näyttötyön tuotteen suunnittelussa tuli erityisesti myös huomioida käytettyjen valmistusmenetelmien yhteensopivuus ja merkityksellisyys osana kone- ja tuotantotekniikan perustutkintoa.

2 TURUN AKK

Turun AKK tarjoaa ammatillista perus-, jatko- ja täydennyskoulutusta työelämän tarpeet huomioiden. Vuosittain Turun AKK:ssa suoritetaan noin 800 täyttä tutkintoa ja tuhansia eri tutkintojen osia. Turun AKK tarjoaa myös erilaisia kortti-, pätevyys- ja sertifikaattikoulutuksia.

Turun AKK:lla on tarjolla koulutuksia seuraavilla koulutusaloilla:

- autoala
- kauppa ja hallinto
- kone- ja tuotantotekniikka
- matkailu-, puhdistuspalvelu- ja ravitsemisalot
- nosturikoulutus
- ohjaava koulutus ja maahanmuuttajakoulutus
- rakennus- sekä LVI- ja kiinteistötekniikka
- sosiaali- ja terveysala
- sähkö.- ja automaatiotekniikka
- turvallisuusala

Vuosittainen liikevaihto on yli 15 miljoonaa euroa ja henkilöstön määrä on noin 100. Turun AKK:n ylläpitäjä on Turun Aikuiskoulutussäätiö. Turun AKK:n toiminta keskitettiin 2020 elokuusta lähtien Turun Artukaisen rinnakkaisiin kiinteistöihin, joissa opetus- ja ohjaustoiminta tapahtuu.



A-TALO
(ARTUKAISTENTIE 13, 20240 TKU)

- *Kauppa ja hallinto*
- *Kone- ja tuotantotekniikka*
- *Nosturikoulutukset*
- *Rakennus- ja LVI- ja kiinteistötekniikka*
- *Sähkö- ja automaatiotekniikka*

Kuva 1. Turun Artukaisen A-talo ja siellä opetettavat koulutusalat (Turun AKK 2021).



B-TALO
(ARTUKAISTENTIE 11, 20240 TKU)

- *Autoala*
- *Matkailu-, puhdistuspalvelu- ja ravitsemisalot*
- *Sosiaali- ja terveysala*
- *Turvallisuusala*

Kuva 2. Turun Artukaisten B-talo ja siellä opetettavat koulutusalat (Turun AKK 2021).

Turun AKK:lla on lisäksi myös oma oppisopimustoimisto. (Turun AKK 2021)

3 SUUNNITTELUTYÖSTÄ YLEISESTI

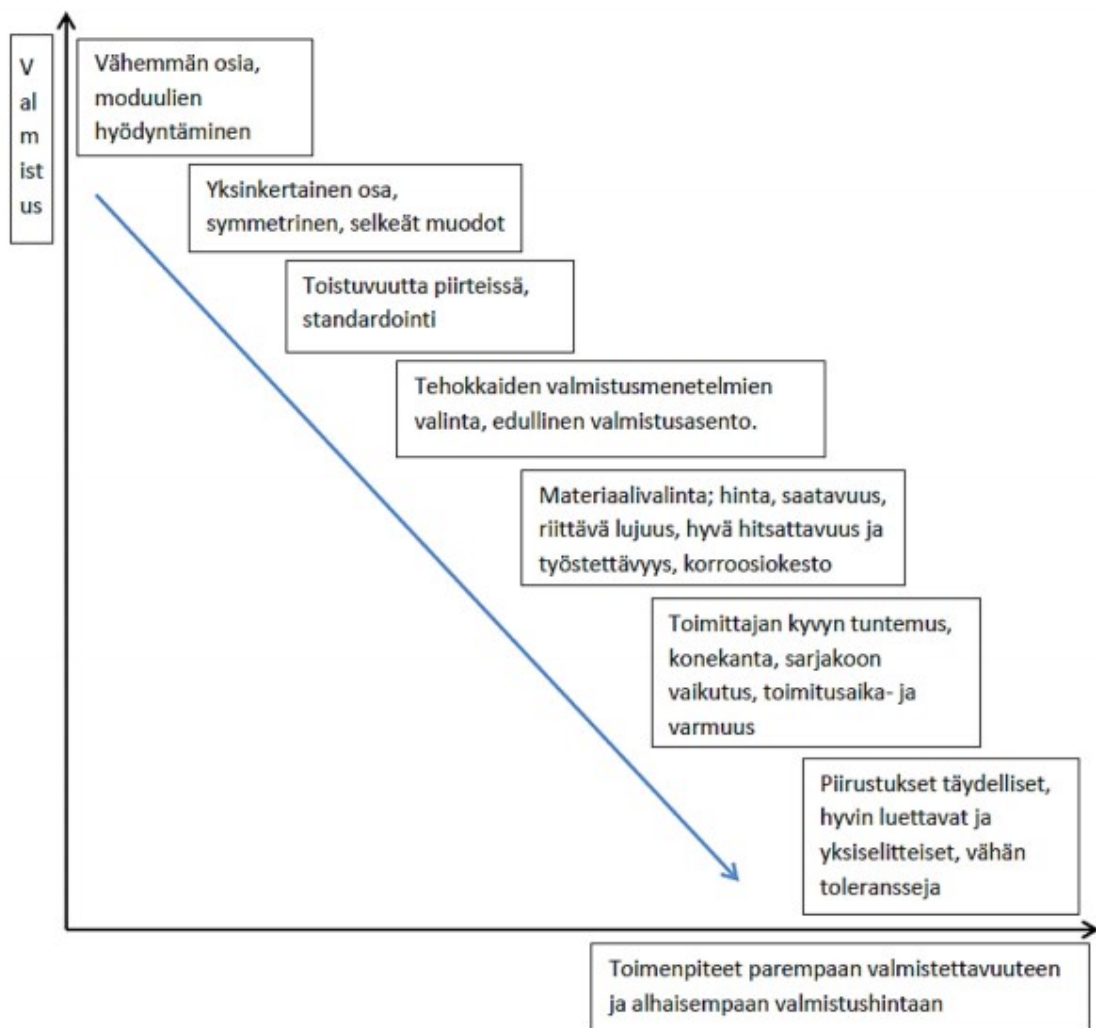
Tuotesuunnitteluprosessissa on perinteisesti keskitytty, ja toisinaan se on myös rajoittunut, tekniseen tuotesuunnitteluun. Lyhyesti määriteltynä teknisen tuotesuunnittelun tavoitteena on tuottaa tekninen ratkaisu, joka täyttää sille annetut vaatimukset. Nykyään kilpailukykyisen tuotteen suunnittelussa enää harvemmin voidaan kuitenkaan keskittyä vain tuotteen teknisiin vaatimuksiin, kuten toimivuuteen, tehokkuuteen ja turvallisuuteen.

Huomioon tulee ottaa teknisten vaatimusten lisäksi muun muassa:

- valmistettavuus ja kokoonpantavuus
- yhteensopivuus
- ympäristöystävällisyys
- direktiivit, esimerkiksi EU-direktiivit ja CE-merkintä
- kustannustehokkuus

Teknistä suunnittelua ei nykyään useimmiten tapahdukaan riippumattomana toimintona, vaan tuotteen suunnitteluun ja tuotantoon kuuluvat eri toimijat sisällytetään tuotesuunnitteluprosessiin varhaisessa vaiheessa. Eri toimijoiden tulisi olla mukana jo tuotteen konseptisuunnittelu-vaiheessa. Konseptisuunnittelussa määritellään tuotteen toiminnallisia lähtökohtia ja niiden toteutusta, joiden vaikutus tuotteen lopullisiin kustannuksiin on merkittävä, ja joista aiheutuvien kulujen pienentäminen projektissa myöhemmin on haastavaa. Onkin esitetty arvioita, että tuotteen suunnitteluvaiheessa määritellään jopa 90 % tuotteen lopullisista tuotantokustannuksista. (Pere 2016, 25.1.)

Tuotteen suunnittelu vaiheessa voidaan säästää varastointikustannuksissa ja komponenttien ostossa standardoimalla tuotteessa käytettävät materiaalit ja osat. Kun suunnittelijat tekevät päätöksiä yhteistyössä tuotannon kanssa siitä, mitkä komponentit valmistetaan itse ja mitkä ostetaan valmiina, vähennetään syntyviä laaturvirheitä ja luodaan säästöjä. Huomattavia säästöjä saadaan myös suunnittelemalla tuotteen osat siten, että ne voidaan valmistaa yksinkertaisilla työkaluilla ja menetelmillä ottaen huomioon myös jälkikäsittelyt. Tuotteen osien piirustusten oikeellisuus ja yksiselitteisyys on myös valmistuksen sujuvuuden kannalta tärkeää. (Pere 2016, 25.1, 25.2; Piironen 2013, 5.)



Kuva 3. Valmistushintaan ja valmistettavuuteen vaikuttavia tekijöitä (Piironen 2013, 5).

Suunnittelutyössä voidaan painottaa lukuisia erilaisia lähestymistapoja. Eri lähestymistavoista suunnittelussa on luotu niin sanottuja DFX-lähestymistapoja (Design for X), jotka helpottavat suunnittelijan työtä. Lähestymistavat perustuvat tuoteanalyysiin ja tarkistuslistoihin. Listoista ei saa valmiita suunnitteluratkaisuja vaan ne tarjoavat periaatekäsityksiä, joiden pohjalta suunnittelu voidaan toteuttaa ottaen huomioon haluttu lähestymistapa. DFX-lähestymistapoja ovat esimerkiksi: Kokoonpantavuuden huomioiminen suunnittelussa DFA (Design for Assembly), ympäristömyötäinen suunnittelu DFE (Design for Environment) ja valmistettavuuden huomioiminen suunnittelussa DFM (Design for Manufacturing). (Pere 2016, 25.3.)

Näyttötyön suunnittelussa painotin valmistettavuuden huomioimisen lähestymistapaa DFM sillä kone- ja tuotantotekniikan perustutkinnon kannalta oli tärkeää keskittyä valmistusmenetelmien ja valmistettavuuden sujuvuuteen.

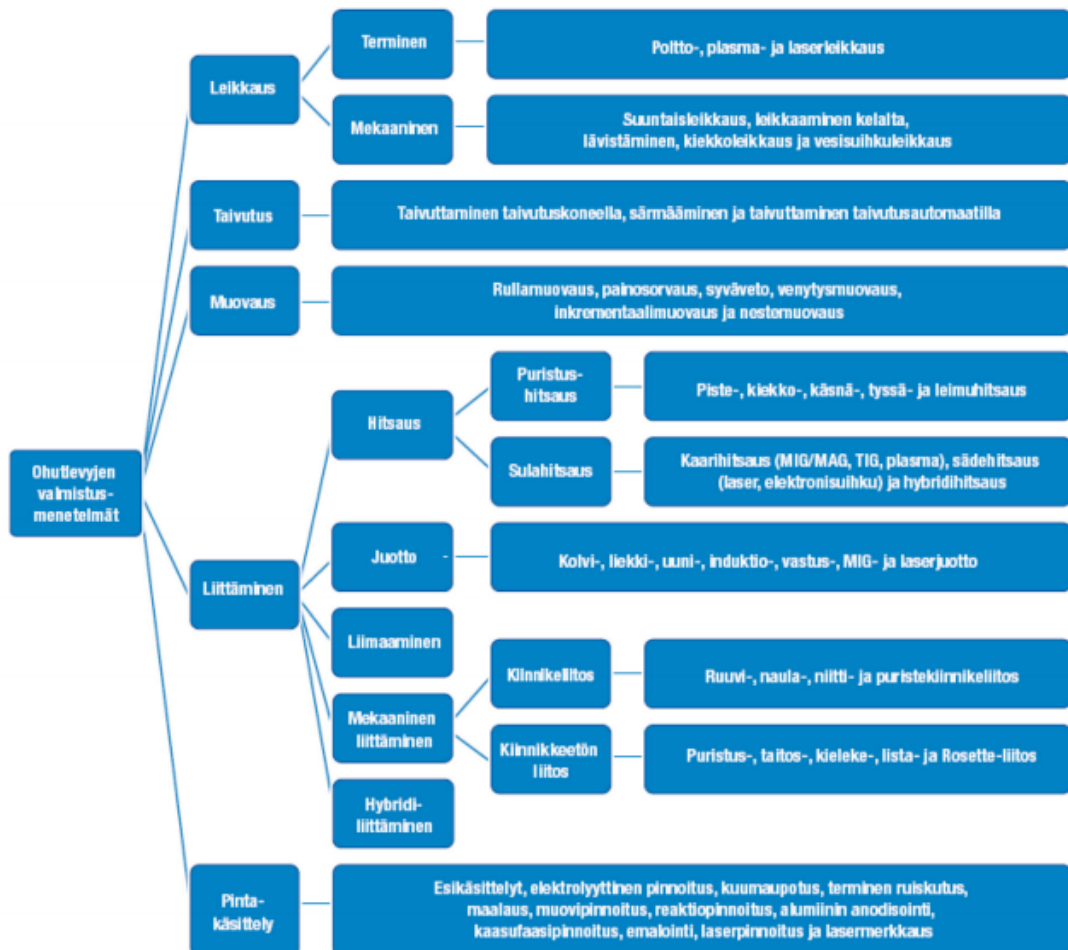
DFM-lähestymistavassa kiinnitetään erityisesti huomiota valittuihin valmistusmenetelmiin, varmistaen tuotteen tehokas valmistus. DFM-ohjeiden tarkistuslistassa huomioitava asioita ovat esimerkiksi: valmistusmenetelmien saatavuuden ja käytettävyyden tarkistaminen sekä valmiiden osien tarkastettavuuden varmistaminen. Eri valmistusmenetelmien asettamia omia vaatimuksiaan ja niihin liittyviä suunnitteluohjeita löytyy kirjallisuudesta. (Pere 2016, 25.3.1.)

4 LEVYJEN TYÖSTÄMINEN

Suunnittellessa levykappaleita on tärkeää, että suunnittelija omaa tarpeeksi tietoja kappaleiden valmistusmenetelmistä ja käytettävistä koneista. Yleisimpiä levyjen valmistusmenetelmiä ovat:

- levyjen leikkaus
- levyjen taivutus; puristimilla sekä taivutus- ja pyöristyskoneilla

Onnistunut levyn taivutus eli särmäys on monesti edullisempi ja nopeampi vaihtoehto kuin liittäminen hitsaamalla. Kuvassa 4 on esitetty levykappaleiden eri valmistusmenetelmät. (Pere 2016, 7.64; Piironen 2013, 25.)



Kuva 4. Levyjen valmistusmenetelmiä (Matilainen 2011, 4).

Yksi tärkeimmistä levykappaleiden suunnittelu-näkökohtia taivutuksessa on taivutussäteen valinta. Liian pienen taivutussäteen valitseminen aiheuttaa levyn murtumisen taivutuksen sisäreunasta, joka voi johtaa kappaleen hylkäämiseen. Pienin taivutussäde määräytyy levyn materiaalin, käytetyn valmistusmenetelmän ja käytössä olevien työkalujen sekä tuotteen laatuvaatimusten mukaan. Huomioon tulee myös ottaa muun muassa reikien sijoittelu ja minimi laippakorkeudet. (Pere 2016, 7.64.)

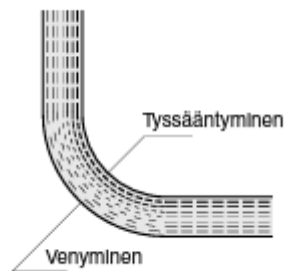
Taulukko 1. Rakenneterästen minimi taivesäteitä (Pere 2016, 7.65).

Teräs- laatu	Särmäys- suunta valssaus- suuntaan nähdessä	Levyn paksuus														
		1	>1 ≤1,5	>1,5 ≤2,5	>2,5 ≤3	>3 ≤4	>4 ≤5	>5 ≤6	>6 ≤7	>7 ≤8	>8 ≤10	>10 ≤12	>12 ≤14	>14 ≤16	>16 ≤18	>18 ≤20
		Pienin sallittu taivutussäde mm														
Fe 37 B Fe 37 C	poikittain	1	1,6	2,5	3	5	6	8	10	12	16	20	25	28	36	40
Fe 37 D	pitkittäin	1	1,6	2,5	3	6	8	10	12	16	20	25	28	32	40	45
Fe 44 B Fe 44 C	poikittain	1,2	2	3	4	5	8	10	12	16	20	25	28	32	40	45
F 44 D	poikittain	1,2	2	3	4	6	10	12	16	20	25	32	36	40	45	50
Fe 52 C	poikittain	1,6	2,5	4	5	6	8	10	12	16	20	25	32	36	45	50
Fe 52 D	poikittain	1,6	2,5	4	5	8	10	12	16	20	25	32	36	40	50	63

Seuraavaksi käsitellään näyttötyössä käytettäviä valmistusmenetelmiä suunnittelutyön kannalta ja yleisesti.

4.1 Taivutus eli särmäys

Jotta aineessa saadaan aikaiseksi pysyvä muodon muutos taivuttamiseen käytettävän voiman tulee ylittää aineen myötöraja eli raja, jota isommalla voimalla tehdyn taivutuksen jälkeen aine ei palaudu alkuperäiseen muotoonsa. Levyä muokattaessa taivutuskohdassa tapahtuu muodonmuutoksia. Taivutuksen sisäreunassa aine puristuu kasaan ja ulkoreunassa aine puolestaan venyy. Puristumista kutsutaan tyssäntymiseksi. (Keinänen & Kärkkäinen 2009, 220.)



Kuva 5. Venyminen ja tyssäntyminen (Lepola & Makkonen 2005, 303).

Levyjen taivutusten suunnittelussa on oleellista tuntea käsitteet: K-arvo, neutraalitaso ja bend allowance (BA) eli neutraalitason pituus taivutuksessa. (Mojarad 2017.)

4.1.1 K-arvo

K-arvo edustaa neutraalitasen sijaintia taivutettavassa levyssä levyn paksuuden suhteen ja se riippuu levyn paksuudesta, materiaalista ja taivutus säteestä. K-arvo määritellään seuraavasti:

$$K = \frac{t}{T}, \text{ jossa}$$

Kaava 1. K-arvo (Mojarad 2017).

t = neutraalitasen etäisyys taivutuksen sisäpinnasta

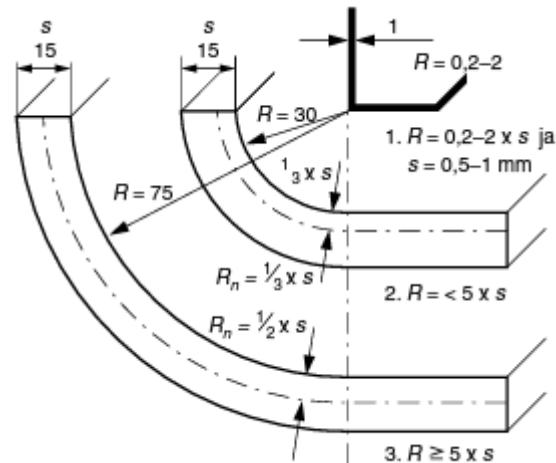
T = levyn paksuus (Mojarad 2017.)

4.1.2 Neutraalitaso

Neutraalitaso on kohta taivutetussa levyssä, jossa ei tapahdu muodonmuutosta. Neutraalitaso sijaitsee lähempänä taivutuksen sisäreunaa (K-arvoilla, $K \leq 0,5$) kuin ulkoreunaa, koska aineen venyminen on helpompaa kuin tyssäntyminen. Neutraalitasen sijaintiin vaikuttavat taivutussäde R ja levyn paksuus s ja neutraalitasen määrittämiseen on kolme eri tapaa eri tilanteissa:

- ohutlevyissä, kun $s = 0,5\text{-}1$ mm ja taivutussäteen ollessa pieni neutraalitaso on taivutuksen sisäpinnassa

- levyn paksuuden kasvaessa ja kun $R < 5 \times s$ neutraalitason siirtyy keskemälle levyä ja etäisyys sisäpinnasta on noin $\frac{1}{3} \times s$
kun $R > 5 \times s$, niin neutraalitaso sijaitsee levyn keskellä (Lepola & Makkonen 2005, 303.)



Kuva 6. Neutraalitason sijainti (Lepola & Makkonen 2005, 303).

4.1.3 Oikaistu pituus

Taivutetun levyn oikaistun pituuden laskemiseksi tulee tietää levyn paksuus, taivutussäteet ja -kulmat sekä suorien osuuksien pituudet. Ennen oikaistun pituuden laskemista tulee tuntea särmäyslaitteisto ja sen työkalujen asettamat rajoitteet; esimerkiksi millaisia taivutussäteitä saadaan työkaluilla tehtyä ja lyhin taivutettavan laipan pituus. (Lepola & Makkonen 2005, 306; Piironen 2013, 25.)

Neutraalitason (Bend Allowance, BA) pituuden laskeminen:

$$BA = \frac{\pi(R+KT)A}{180}, \text{ jossa}$$

Kaava 2. Neutraalitason (BA) pituuden laskeminen (Mojarad 2017).

BA = neutraalitason pituus taivutuksen kohdalla

R = taivutussäde

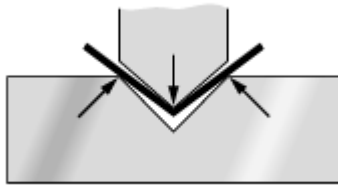
K = K-arvo

T = materiaalin paksuus

A = taivutuksen kulma (asteina) (Mojarad 2017.)

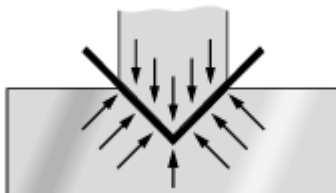
4.1.4 Ilmavälisärmäys ja pohjaiskusärmäys

Ilmavälisärmäyksessä eli vapaassa taivutuksessa käytetään pienempää puristusvoimaa, eikä painin painu vastimen uran pohjaan vaan levyn ja uran pohjan väliin jää ilmaraako. Ilmavälisärmäyksessä täytyy kompensoida takaisinjoustoä ylitäivutuksella. (Lepola & Makkonen 2005, 305.)



Kuva 7. Ilmavälisärmäys (Lepola & Makkonen 2005, 305).

Pohjaiskusärmäyksessä käytetään suurta puristusvoimaa ja painin painaa levyn täysin vastimen uran pohjaan. Syntyvä muodonmuutos on plastinen eli takaisinjoustoä ei tapahdu. Taivutuksen mittatarkkuus on ilmavälisärmäystä tarkempi ja tuloksena on jäykkä profiili. (Lepola & Makkonen 2005, 305.)

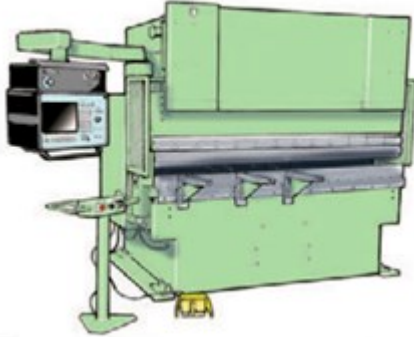


Kuva 8. Pohjaiskusärmäys (Lepola & Makkonen 2005, 305).

4.1.5 Särmäyspuristin

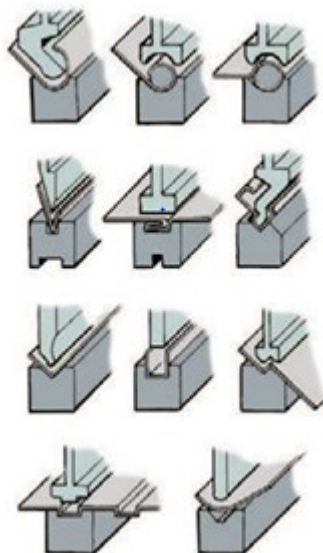
Särmäyspuristin on kone, jolla taivutetaan ohutlevyosia. Särmäyspuristimen käytön etuihin kuuluu sen helppokäyttöisyys ja kyky tehdä suuria määriä tasalaatuisia kappaleita.

Työkalujen vaihto on myös nopea toimenpide ja se voidaan tehdä käsin tai koneesta riippuen hydraulisesti tai robotilla. (Keinäinen & Kärkkäinen 2009, 222, 224.)



Kuva 9. Särmäyspuristin (Keinäinen & Kärkkäinen 2009, 222).

Särmäyspuristimen työkalut ovat ylätyökalu eli painin, joka on kiinnitetty koneen yläpalkkiin ja alatyökalu eli taivutusvastin, joka on kiinnitetty alapalkkiin. Levyosa asetetaan painimen ja taivutusvastimen väliin ja painimen liikkeellä puristetaan levy taivutusvastimen uraan, jolloin levy taipuu. Taivutusvastin on useimmiten koko koneen mittainen ja painin voi olla koko koneen mittainen tai moni osainen, jolloin sitä voidaan käyttää monipuolisemmin. Painimen terän ja taivutusvastimen muotoilulla saadaan aikaan erilaisia taivutuksia. (Keinäinen & Kärkkäinen 2009, 223.)



Kuva 10. Erilaisia painin-vastinpareja (Keinäinen & Kärkkäinen 2009, 223).

Kappaleiden asettelu voidaan tehdä mekaanisesti käsin tai nykyaikaisella ohjausjärjestelmällä. Ohjausjärjestelmä voi olla yhdistetty CAD/CAM-linkillä etänä olevaan työpisteeseen tai se voi olla koneen päätteellä. Nykyaikaisissa ohjausjärjestelmissä ohjaus tapahtuu graafisesti eli valmistettava kappale piirretään ensin mittojen mukaan, jonka jälkeen ohjelmointiohjelma tekee kuvan ja muiden annettujen tietojen perusteella valmistusohjelman. Kappaleen mittojen lisäksi tarvittavia tietoja ovat esimerkiksi takavasteen arvo, nopeus, väistö ja särmäyskulma. Valmistusohjelmassa x-akselina toimii takavasteen etäisyys painimen keskilinjasta ja se on ensimmäinen ohjelmitava akseli, jolla takavasteen liikettä on ohjattu. Ohjelmien ja laitteiden kehittyessä takavasteen liikettä ohjaavien akselien määrää on kasvatettu ja uudemmissa laitteissa takavasteen liikkeitä voidaan ohjata jopa kuusiakselisesti. (Keinäinen & Kärkkäinen 2009, 222.)

4.2 Leikkaus

Levyn leikkaamiseen tulee valita kappaleelle sopiva halvin ja tehokkain menetelmä. Yksinkertaiset kappaleet voi leikata levyleikkureilla, mutta monimutkaisempine kappaleiden leikkaamiseen kannattaa leikkaus suorittaa numeerisesti ohjatulla menetelmällä, kuten levytyökeskuksella tai termisesti leikkaamalla.

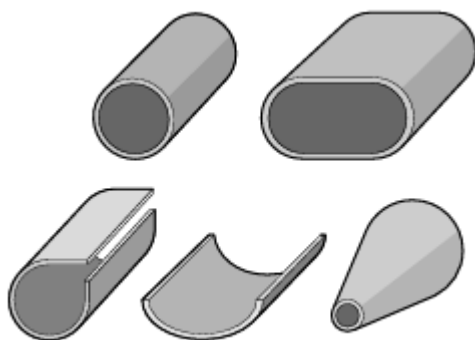
Termisen leikkauksen käytetyimmät menetelmät ovat: kaasu-, plasma- ja laserleikkaus, joista nopein materiaalia leikkaava menetelmä on plasmaleikkaus. Laserleikkauksen etuna on paras tarkkuus ja kaasuleikkauksella saadaan leikattua paksumpia levyjä kuin plasma- tai laserleikkauksella. (Piironen 2013, 17.)

	POLTTOLEIKKAUS	PLASMALEIKKAUS	LASERLEIKKAUS
AINEPAKSUUS	3 – 250...3200 mm	...30 mm	...25 mm
TARKKUUS	0,5 – 5 mm	0,1 - 0,5 mm	0,05 – 0,1 mm
LEIKKAUSNOPEUS	60 – 800 mm/min	1000...10000 mm/min	500...2000 mm/min
LEIKKAUSJÄLKI	Tyydyttävä	Kiitettävä	Kiitettävä

Kuva 11. Termisten leikkausmenetelmien vertailua (Piironen 2013, 19).

4.3 Pyöristys

Pyöristäminen on yksi yleisimmistä teräksen muotoilun menetelmistä ja sitä voidaan käyttää lieriöiden, kartioiden ja kaarevien kappaleiden valmistukseen, kuten esimerkiksi tankojen ja lattarautojen pyöristämiseen. Saavutetun pyöreän muodon etuina on hitsattavien reunojen vähäisyys suhteessa kulmikkaisiin kappaleisiin sekä suhteellisen jäykkä rakenne riippuen tietysti käytetyn seinämän vahvuudesta.



Kuva 12. Pyöristetyiden kappaleiden profiileja (Lepola & Makkonen 2005, 324).

Aina ennen levyn pyöristämistä tulee tehdä esitaivutus, jonka mittana noin 10 % aihion mitasta ja se tehdään aihion molempiin päihin. Esitaivutus voidaan tehdä usealla eri menetelmällä ja oikean menetelmän valinnassa otetaan huomioon konetyyppi, aineen vahvuus ja vaadittava mittatarkkuus. Ennen esitaivutusta tulee aina tehdä aihion lopullisen muodon omaava mallinne.

Ohuemilla aineenvahvuuksilla esitaivutus voidaan tehdä epäsymmetrisellä pyöristyskoneella tai vasaroimalla pyöristyskoneen telojen päällä. Suuremmilla aineen vahvuuksilla esitaivutus tehdään särmäyspuristimella.

Pyöristyksen päätteeksi voi aihion päistä leikata hieman pois suoraa osuutta, mitä aina jää hieman pyöristämisen jälkeen. Pyöristettäessä tulee myös selvittää aihion oikaistu pituus, tehdään särmäyksen yhteydessä, ja huomioida myös levyn takaisinjousto. Takaisinjousto voidaan vaikuttaa pyöristämällä aikaisemman kokemuksen pohjalta hieman yli tai heftata pyöristetyn vaipan reunat. (Lepola & Makkonen 2005, 324-326.)

4.4 Hitsaus

Hitsauksessa kappaleita liitetään toisiinsa lämmön ja/tai puristuksen avulla muodostaen yhtenäisen kappaleen. Tavallisimmat hitsausprosessit ovat kaarihitsausprosesseja, joissa lämmönlähteenä on valokaari, joka sulattaa hitsattavien kappaleiden railot ja hitsauslisäaineen muodostaen hitsisulan. Jähmettyessään hitsisula liittää kappaleet toisiinsa. Valokaari on kaasussa tapahtuva sähköpurkaus, jolla pystytään nopeasti ja tehokkaasti muodostamaan korkeita lämpötiloja ja lämpömääriä. Valokaaren lämpötila vaihtelee merkittävästi hitsausprosessista riippuen. Hitsaustapahtuma suojataan ympäröivältä ilmalta, joka haurastaa hitsiä hitsausmenetelmästä riippuen eri tavoin: suojakaasulla, kuonalla, tyhjiöllä tai mekaanisella puristuksella. Kappaleita yhdistettäessä puhutaan liitoshitsauksesta ja pinnoittaessa päällehitsauksesta. (Turun ammattikorkeakoulu 2021.)

Numero-tunnus	Prosessi	Numero-tunnus	Prosessi
1	Kaarihitsaus	43	Pajahitsaus
11	Metallikaarihitsaus	441	Rajähdyshitsaus
111	Puikkohitsaus	45	Diffuusiohitsaus
114	Suojakaasuton täytelankahitsaus	48	Kylmäpuristushitsaus
12	Jauhekaarihitsaus	5	Sädehitsaus
121	Jauhekaarilankahitsaus	51	Elektronisuihkuhitsaus
122	Jauhekaarinauhahitsaus	511	Elektronisuihkuhitsaus tyhjiössä
13	Kaasukaarihitsaus	52	Laserhitsaus
131	MIG-hitsaus	521	Laserhitsaus kidelaserilla
135	MAG-hitsaus	522	Laserhitsaus kaasulaserilla
136	MAG-täytelankahitsaus	7	Muut hitsausprosessit
137	MIG-täytelankahitsaus	71	Termittihitsaus
141	TIG-hitsaus	74	Induktiohitsaus
15	Plasmahitsaus	78	Tapitushitsaus
2	Vastushitsaus	8	Leikkaus ja talttaus
21	Pistehitsaus	81	Polttoleikkaus
22	Kiekkohitsaus	82	Kaarileikkaus
23	Käsnähitsaus	83	Plasmaleikkaus
24	Leimuhitsaus	84	Laserleikkaus
25	Tyssähitsaus	86	Kaasutalttaus
291	Suurtaajuusvastushitsaus	87	Kaaritaltaus
3	Kaasuhitsaus	871	Paineilmahilikaaritaltaus
311	Happi-asetyleenihitsaus	88	Plasmataltaus
312	Happi-propaanihitsaus	9	Juotto
313	Happi-vetyhitsaus	912	Liekkikovujuotto
4	Puristushitsaus	942	Liekkipehmeäjuotto
41	Ultraäänihitsaus	971	Kaasuraillojuotto
42	Kirkahitsaus	972	Kaariraillojuotto

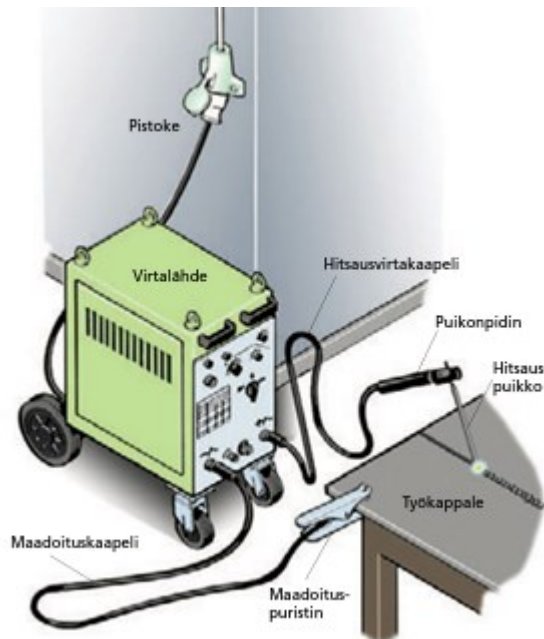
Kuva 13. Hitsaus- ja juottoprosessien numerotunnukset (Lepola & Makkonen 2005, 25).

Alla käydään vielä tarkemmin läpi näyttötyössä käytettävät hitsausprosessit.

4.4.1 Puikkohitsaus

Puikkohitsauksessa puikonpitimen lisäainepuikko toimii elektrodina ja valokaari palaa kappaleen ja hitsauspuikon pään välissä. Hitsaustapahtuma suojataan prosessissa syntyvällä kuonalla, joka muodostaa hitsipalon päälle jälkeempään poistettavan kuonakerroksen. Suurimpana erona muihin hitsausprosesseihin puikkohitsauksessa on se, että missä muissa hitsausmuodoissa kuten esimerkiksi MIG/MAG-hitsauksessa polttimen etäisyys työkappaleesta tulisi pyrkiä pitämään vakiona niin puikkohitsauksessa puikonpidintä viedään tasaisesti lähemmäs kappaletta lisäainepuikon lyhentyessä.

Puikkohitsauksen etuina ovat muun muassa sen monipuolisuus ja yksinkertaiset laitteet sekä hyvä hitsin laatu. Rajoitteena on, että puikkohitsaus on aina käsin hitsausta, eikä sitä voida automatisoida tai mekanisoida lyhyen lisäainelangan takia. (Turun ammatti-
korkeakoulu 2021.)



Kuva 14. Puikkohitsaus välineet (Lepola & Makkonen 2005, 249).

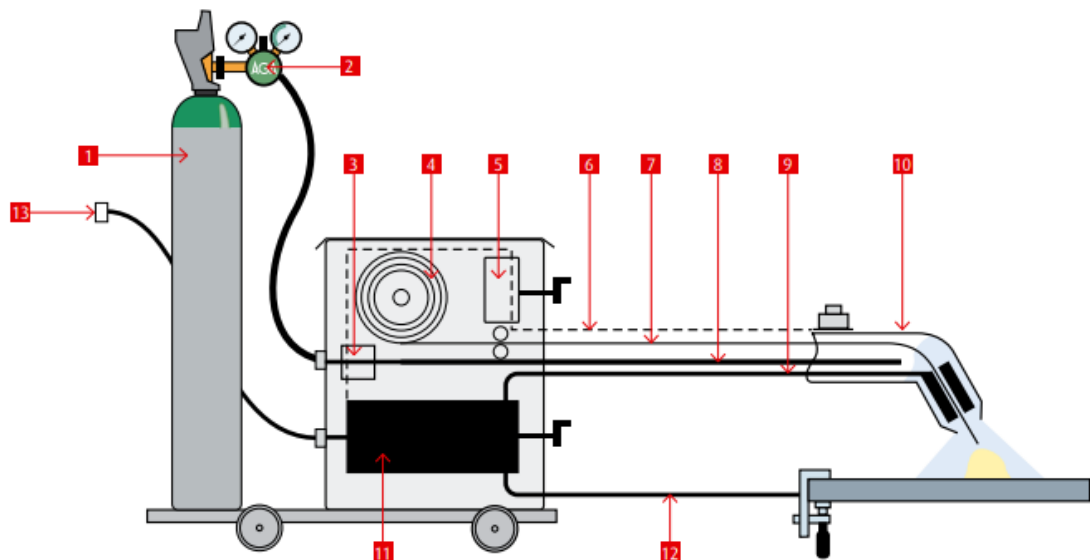
4.4.2 MAG-hitsaus

MAG-hitsauksessa (Metal Active Gas welding) hitsauslangan ja kappaleen väliin muodostetaan valokaari virtalähteen avulla. Valokaari sulattaa hitsauspistoolilla syötettävän hitsauslangan ja hitsattavan materiaalin muodostaen hitsisulan. Hitsauspistoolin läpi virtaa hitsiin suojakaasua, joka osallistuu hitsausprosessiin aktiivisesti ja hitsauslankaa syötetään pistooliin jatkuvasti langansyöttölaitteella hitsauksen aikana.

MAG-hitsausta käytetään kaikkialla teollisuudessa ja se on suosittu myös harrastajien keskuudessa. Ohutlevyteollisuudessa MAG-hitsausta käytetään paljon. (Turun ammatti-korkeakoulu 2021.)

Perusosat

- 1 Suojakaasupullo 2 Virtausmittari 3 Suojakaasun magneettiventtiili 4 Lisäainelankakela 5 Langansyöttölaite 6 Ohjauskaapeli 7 Langanjohdin
8 Suojakaasuletku (SFS-EN ISO 3821 standardin mukaan) 9 Hitsausvirtakaapeli 10 Hitsauspistooli 11 Virtalähde (tasasuuntaaja) 12 Maadoituskaapeli
13 Verkkoliitäntä



Kuva 15. MIG/MAG-laitteiston perusosat (Kuusisto 2014).

5 TYÖN TOTEUTUS

Opinnäytetyö aloitettiin keskustelemalla toimeksiantajan ohjaajan kanssa siitä, mitä opinnäytetyö voisi tulla pitämään sisällään. Opinnäytetyölle ei ollut olemassa valmista aihetta, mistä olisi voinut lähteä työstämään, joten pohdinta keskittyi kartoittamaan sopivia projekteja, jotka olisivat toimeksiantajalle hyödyllisiä ja samaan aikaan soveltuvia opinnäytetyön aiheeksi.

Pohdinnan tuloksena päätettiin, että opinnäytetyön aiheena tulisi olemaan näyttötyön suunnittelu, jota Turun AKK voisi käyttää osana kone- ja tuotantotekniikan perustutkintoa.

5.1 Lähtökohdat ja tavoitteet

Näyttötyössä tavoitteena oli suunnitella sopiva tuote, joka harjoituskappaleena toimimisen lisäksi omaisi konkreettisen käyttötarkoituksen valmistuksen jälkeenkin, eikä se menisi valmistusmenetelmien harjoittelun jälkeen romuksi. Valmis tuote voitaisiin myydä opiskelijalla edulliseen hintaan tai jos opiskelija ei halua tuotetta niin voitaisiin se myydä kolmannelle osapuolelle.

Tuotteeksi valittiin grillin ja savustimen yhdistelmä, josta oli olemassa karkeasti valmistettu fyysinen kappale, mutta johon ei ollut olemassa CAD-malleja eikä valmistuspiirustuksia. 3d-mallien ja valmistuspiirustusten luomisella varmistetaan, että opiskelijoiden valmistamat tuotteet ovat tasalaatuisia ja tuotosten arvostelu myös helpottuu, kun voidaan verrata, miten hyvin tulokset vastaavat piirustuksia. Tuotteiden valmistaminen piirustuksista on myös yksi kone- ja tuotantotekniikan perustutkinnon osaamis-edellytyksistä.

3d-kuvien tekemisen yhteydessä tehtäisiin grilliin ja savustimeen muutoksia, joiden avulla tuotteen valmistushintaa saataisiin laskettua ja valmistuksen tehokkuutta lisättyä. Osat suunniteltaisiin myös siten, että ne voidaan valmistaa halutuilla valmistusmenetelmillä ja tekniikoilla, jotta näyttötyö sopisi hyvin osaksi kone- ja tuotantotekniikan perustutkintoa.

Näyttötyössä harjoiteltavia kone- ja tuotantotekniikan perustutkintoon sisällytettäviä taitoja muun muassa:

- mag- ja puikkohitsaus
- ohutlevyjen leikkaus ja taivutus
- ohutlevyjen pyöristys
- valmistuspiirustusten lukeminen

Opinnäytetyön sisältöön lisäksi kuului tutustuminen näyttötyössä käytettävien laitteiden toimintaan. Erityisesti tutustuttaisiin plasmaleikkuriin ja CNC-ohjattuun särmäyspuristimeen, joista jälkimmäiseen tehtäisiin ohjeet, joiden avulla särmäyspuristin voisi toimia näyttötyössä ”rastipisteenä”, jossa tutustutaan särmäyspuristimen perus käyttöön.

5.2 Kone- ja tuotantotekniikan perustutkinnon laajuus ja osaamisalat

Kone- ja tuotantotekniikan perustutkinto on laajuudeltaan 180 osaamispistettä (osp) ja se muodostuu ammatillisista osista (145 osp) ja kaikille yhteisistä opinnoista (35 osp).

Tutkinnossa on kaksi osaamisalaa, jotka koostuvat viidestä tutkintonimikkeestä:

- asennuksen ja automaation osaamisala, johon kuuluvat: koneautomaatioasentajan ja koneasentajan tutkintonimikkeet
- tuotantotekniikan osaamisala, johon kuuluvat: koneistajan, levyseppähitsaajan ja muovi- ja kumituotevalmistajan tutkintonimikkeet.

Näyttötyö suunniteltiin sopivaksi sisällyttää tuotantotekniikan osaamisalaan.

5.3 Grillin mallinnus

CAD-mallit ja valmistuspiirustukset tehtiin Solidworks 2019 ohjelman opiskelija lisenssillä.

Ennen 3d- kuvien luomisen aloittamista piti grillistä ja savustimesta luoda käsin luonnokset, joiden pohjalta voisi lähteä mallintamaan osia tarkemmin. Luonnokset tein mittamalla eri osien mittoja työntö- ja rullamitalla ja osittain arvioimalla, sillä mallintamieni 3d-kuvien ei ollutkaan tarkoitus olla tarkka kopio vaan grillin ja savustimen mitat olivat vain suuntaa antavia.

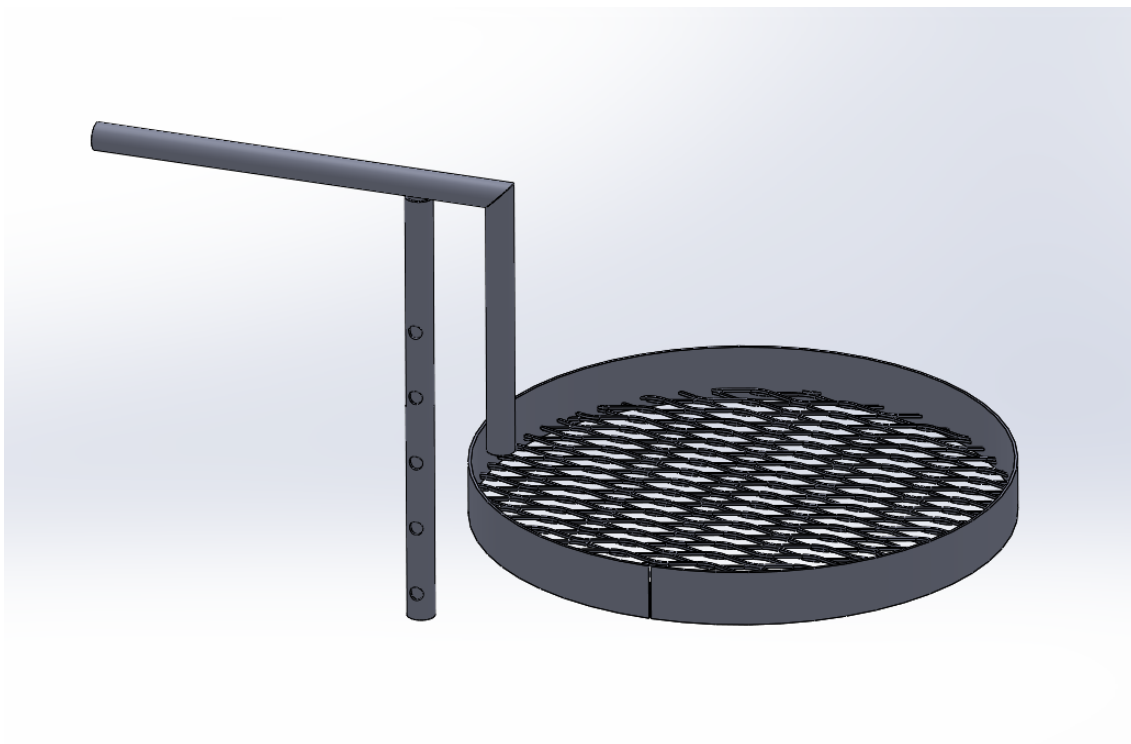
Saatuani luonnokset valmiiksi aloitin grillin ja savustimen 3d-kuvien mallintamisen. Grillille ja savustimelle asetettuja tavoitteita suunnittelussani huomioon ottaen mallinsin

useat tuotteiden osat valmistettaviksi alkuperäisiä osia ohuemmasta levystä, valmistukseen kuluvan materiaalin hinnan laskemiseksi. Esimerkiksi grillin vaippa oli alun perin valmistettu 5 mm levystä ja suunnittelin vaipan tehtäväksi ohuemmasta 3 mm levystä.

Materiaali hukkaa saatiin vähennettyä suunnittelemalla osia siten, että niitä voidaan leikata samasta levyaihiosta. Esimerkiksi grillin laippa ulottui vaipan sisäpuolelle, jolloin ongelmana oli se, että levystä meni suuri ympyrän muotoinen pala hukkaan. Kaventamalla laippaa siten, että sen reuna ulottuu vain grillin vaipan sisäreunaan asti, ylijäävästä levystä saadaan valmistettua toinen grillin osa (tulipesän pohja) vähentäen hukkaan menevää levyn määrää huomattavasti.

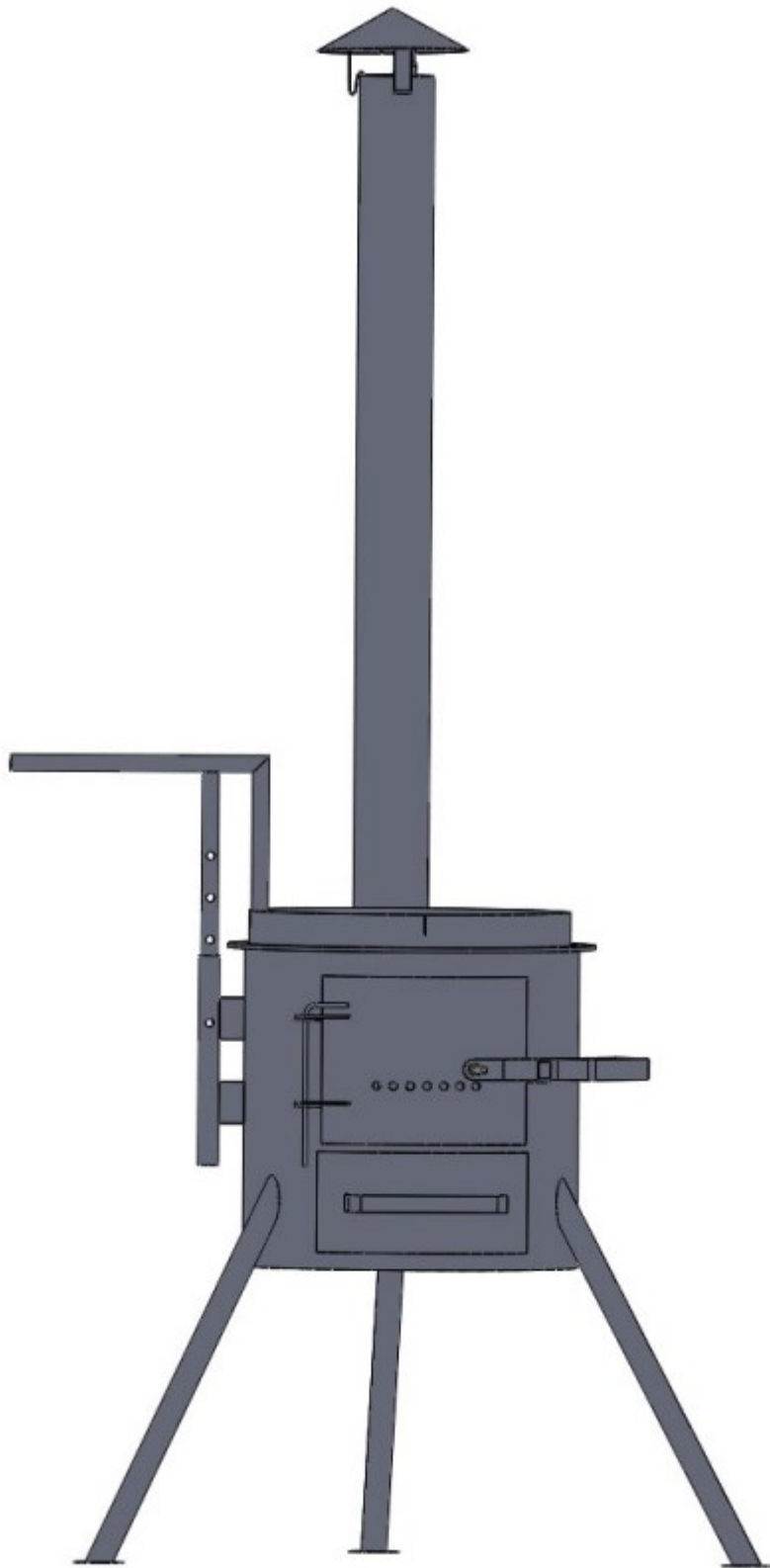
Jotkut osat malli grillistä oli tehty käsin ja niitä pyrittiin suunnittelemaan uudestaan siten, että kyseiset osat saataisiin valmistettua koneella käsien sijasta. Näin saadaan sekä tehostettua valmistamista, että harjoiteltua näyttötyössä enemmän kone- ja tuotantotekniikan perustutkintoon soveltuvia valmistusmenetelmiä. Esimerkiksi grillin luokkuun tuleva kahva oli alun perin valmistettu yhdestä osasta käsin takomalla. Kahvan suunnittelua muutettiin siten, että se valmistettiin yhden osan sijaan kahdesta osasta, jolloin osien taivutus onnistuu särmäyspuristimella ja osat lopuksi hitsataan yhteen.

Grilliin suunniteltiin myös kokonaan uusia osia joista tehtiin ”hissi”, jolla grillin ritilän korkeutta suhteessa hiillokseen saa säädettyä.



Kuva 16. "Hissi" ja ritilä.

Taivutettavien osien suunnittelun osalta piti tutustua ohutlevyjen taivutuksen teoriaan, jotta osista saadaan valmistettaviksi soveltuvia. Ohutlevyjen taivutuksen suunnittelua käsiteltiin tekstissä aikaisemmin.

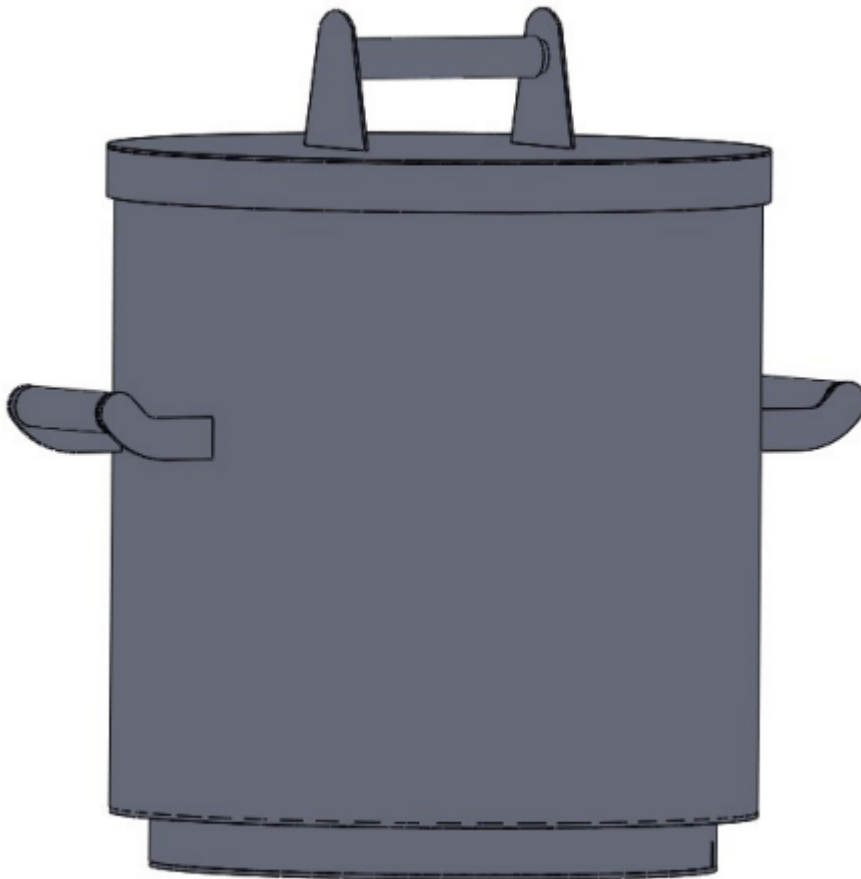


Kuva 17. Grilli.

5.4 Savustimen mallinnus

Savustimen voi ajatella olevan grilliin liitettävä lisäosa, joka liitetään suoraan grillin päälle. Sen pohja on suunniteltu siten, että se pysyy tukevasti grillin päällä ja se on helppo irrottaa ilman erillisiä kiinnityksiä. Savustinta ja grilliä ei voi käyttää samaan aikaan.

Alkuperäinen savustimen malli oli liian suuri suunniteltavalle grillille ja tehdyistä luonnoksista pystyikin lähinnä katsomaan savustimen osien kokoa suhteessa toisiinsa.



Kuva 18. Savustin.

5.5 Koneisiin tutustuminen ja särmäyspuristimen ohjeet

Tutustuin tarkemmin näyttötyössä mukana oleviin CNC-ohjattuihin koneisiin:

- well-cut tyyppiseen plasmaleikkuriin, jossa on burny merkinen NC-ohjaus paneeli
- Baykal APHS 21060 CNC-ohjattuun hydraulisi särmäyspuristimeen, jossa esä:n CNC-ohjausjärjestelmä

Plasmaleikkuria opiskelijat eivät itse näyttötyössä käyttäneet vaan sillä leikattavat osat kuten grillin arinan leikkasi opettaja. Tutustuttuani koneen käyttöön leikkasin arinoita opiskelijoille ja myös muita satunnaisia osia eri projekteihin.

Särmäyspuristin ei myöskään ollut vielä opiskelijoiden käytössä vaan opiskelijat käyttivät pienempää särmäyspuristinta, jossa ei ole CNC-ohjausta. CNC-ohjatun särmäyspuristimen käytössä ongelmana oli, että sen käynnistys vaihe on moniosainen ja jos jonkun vaiheen teki väärässä järjestyksessä niin konetta ei pystynyt käyttämään lainkaan. Laitteesta oli aikaisemmin käynyt laitteen myyjältä kouluttaja opettamassa koneen käyttöä, mutta siitä oli jo puoli vuotta aikaa, eikä se ollut enää kenelläkään muistissa. Minulle annettiin tehtäväksi koneen käytön selvittäminen ja koneen omien käyttöohjeiden rinnalle tehdä täydentävät ohjeet, joiden avulla opiskelijat pystyvät tutustumaan koneen peruskäyttöön ”rastipisteenä” osana näyttötyötä.

Koneen luona olevat käyttöohjeet eivät täysin vastanneet konetta; esimerkiksi ohjeissa olevat kuvat painikkeista eivät aina olleet samoja. Näitä ohjeita noudattamalla koneen käynnistykseen sai kuitenkin alkuun pienellä ”soveltamisella”. Ongelma syntyi yläpalkin kalibroinnin kohdalla, eikä se toiminut ollenkaan ohjeiden kuvaamalla tavalla. Koneella ei pysty tekemään taivutuksia ennen yläpalkin kalibrointia käynnistykseen yhteydessä, mistä johtuen konetta ei käytetty.

Yrityksen ja erehdyksen oppimisen periaatteella sain selvitettyä, miten kalibrointi oikeasti koneessa suoritetaan. Kalibrointi tapa oli saman tyyppinen, kuin ohjeissakin, mutta tarpeeksi erilainen, että se oli aiheuttanut hämmennystä koneen käytössä. Tämän jälkeen tutustuin vielä koneen muuhun peruskäyttöön kuten manuaali taivutus toimintoon ja taivutusohjelman ohjelmoimiseen päätteellä sekä oikeiden taivutus työkalujen valintaan.

Lopuksi tein koneen omien käyttöohjeiden rinnalle täydentävät ohjeet, joiden avulla käynnistys ja kalibrointi onnistuu helposti ja joiden avulla opiskelijat voivat tutustua koneen yllä mainittuihin perustoimintoihin.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella kone- ja tuotantotekniikan perustutkintoon sisällytettävä näyttötyö, jossa opiskelijat saavat harjoitusta tutkintoon kuuluvissa valmistusmenetelmissä ja tekniikoissa. Toimenantajan ohjaajan kanssa käytyjen keskustelujen päätteeksi valittiin näyttötyössä käytettäväksi tuotteeksi grillin ja savustimen yhdistelmä. Lisäksi osaksi näyttötyötä sovittiin kuuluvan näyttötyön kannalta oleellisiin koneisiin tutustuminen ja käyttöohjeiden teko CNC-ohjattuun särmäyspuristimeen.

Suunnittelu aloitettiin luomalla suuntaa antavat luonnokset grillistä ja savustimesta. Tuotteen CAD-mallien yhteydessä tehtiin suunnittelussa valintoja, joilla saatiin tehostettua tuotteen valmistusta ja laskettua valmistuskustannuksia. Huomiota kiinnitettiin materiaalihukan vähentämiseen ja sopivien valmistusmenetelmien käyttöön sekä levytöiden suunnittelun näkökulmasta, että kone- ja tuotantotekniikan perustutkintoon sopivuuden kannalta. CNC-ohjattuun särmäyspuristimeen tutustuttaessa ongelmatilanteeksi muodostui koneen vanhemman version käyttöohjeet. Erityisenä haasteena oli yläpalkin kalibroinnin suorittaminen. Yrityksen ja epäonnistumisen periaatteella saatiin ongelmat koneen käytössä ratkaistua ja koneelle luotiin täydentävät käyttöohjeet alkuperäisten rinnalle käytön sujuvuuden takaamiseksi.

Opinnäytetyön tavoitteissa mielestäni onnistuttiin. CAD-malleista ja valmistuspiirustuksista saatiin selkeät ja tarkoituksen mukaiset ja tuotteen valmistuksessa hyödynnettiin kone- ja tuotantotekniikan perustutkintoon sopivia valmistusmenetelmiä ja tekniikoita. CNC-ohjatun särmäyspuristimen käytön selvittäminen myös mahdollistaa koneen aktiivisemmän käytön opiskelijoiden opetuksessa.

LÄHTEET

Keinänen, Toimi & Kärkkäinen, Pentti 2009. Konetekniikan perusteet. 7. uudistettu painos. WSOY Oppimateriaalit Oy, Helsinki.

Mojarad, Saeed 2017. What Are Bend Allowance, Bend Deduction and K-Factor?. Javelin-tech blogi. Viitattu 20.5.2021. <https://www.javelin-tech.com/blog/2017/06/sheet-metal-design-terminology/>.

ePerusteet. Kone- ja tuotantotekniikan perustutkinto (OPH-2541-2017). Viitattu 19.5.2021. <https://eperusteet.opintopolku.fi/#/fi/kooste/3855075>.

Pere, Aimo 2016. Koneenpiirustus 1&2. Kirpe Oy, Espoo.

Piironen, Tomi 2013. Teräsrakenteiden suunnitteluohjeita parempaan valmistettavuuteen. 1. painos. Savonia-ammattikorkeakoulu, HitNet. Viitattu 29.5.2021. <http://portal.savonia.fi/pdf/julkaisu-toiminta/2013-hitnet-suunnittelijanopas.pdf>.

Turun ammattikorkeakoulu 2021. Valmistustekniikan opintojakson oppimateriaalit: Levytyö ja hitsaustekniikka. Viitattu 24.5.2021.

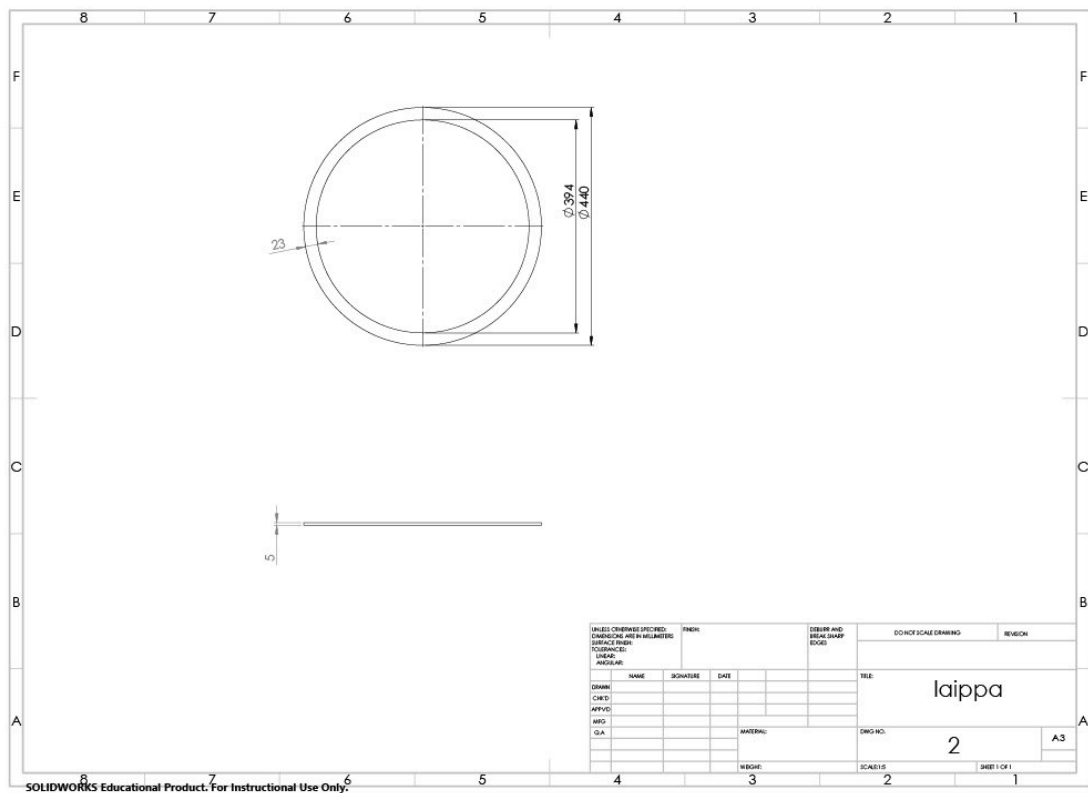
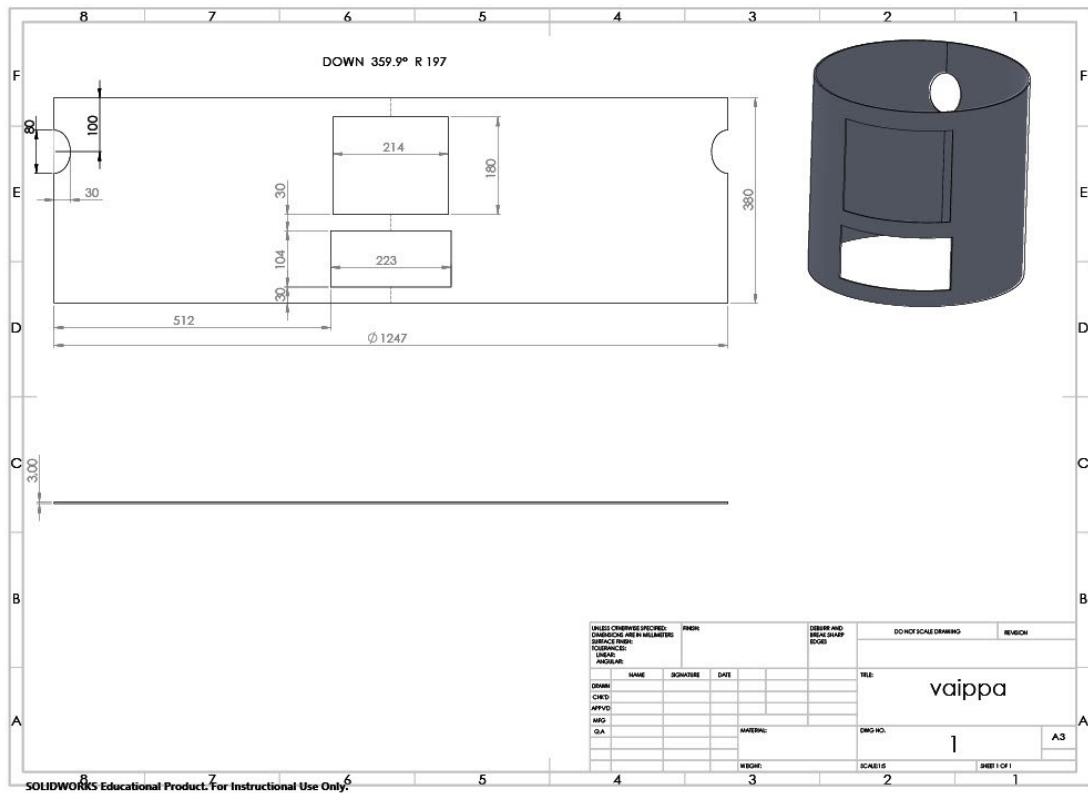
Lepola, Pertti & Makkonen, Matti 2005. Hitsaustekniikat ja teräsrakenteet. 1. painos. Werner Söderström Osakeyhtiö, Helsinki.

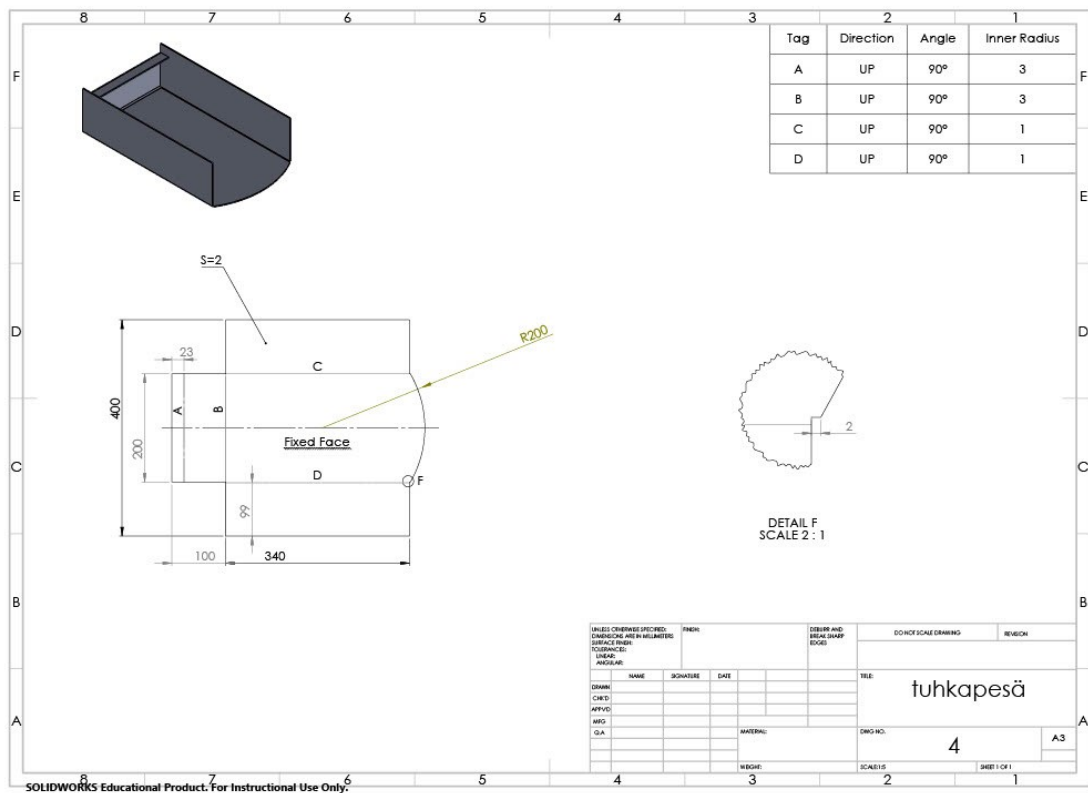
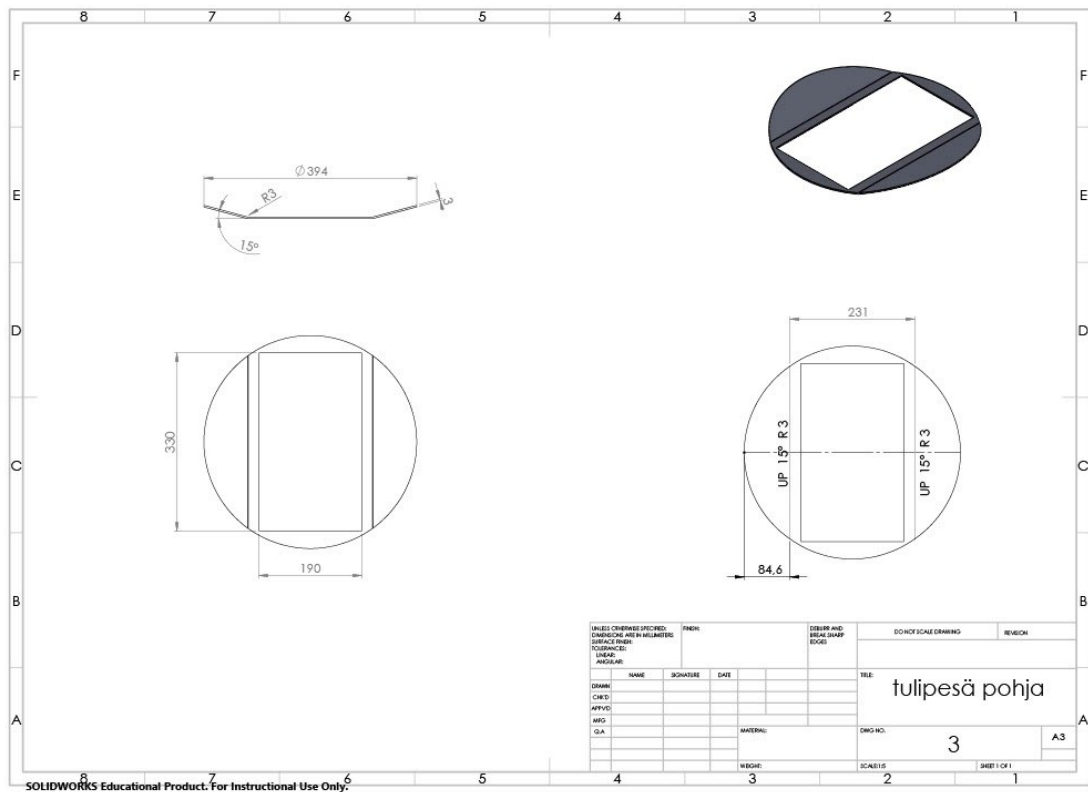
Matilainen, J. 2011. Ohutlevy tuotteiden suunnittelijan käsikirja. Teknologiateollisuus, Tampere.

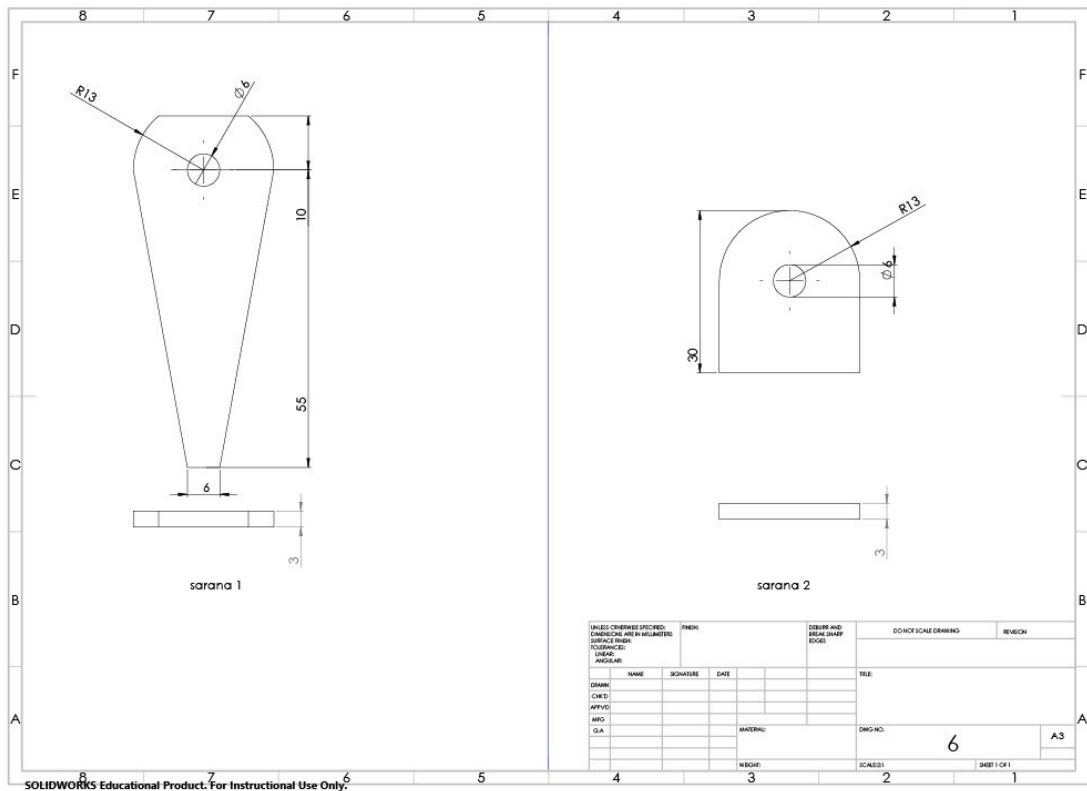
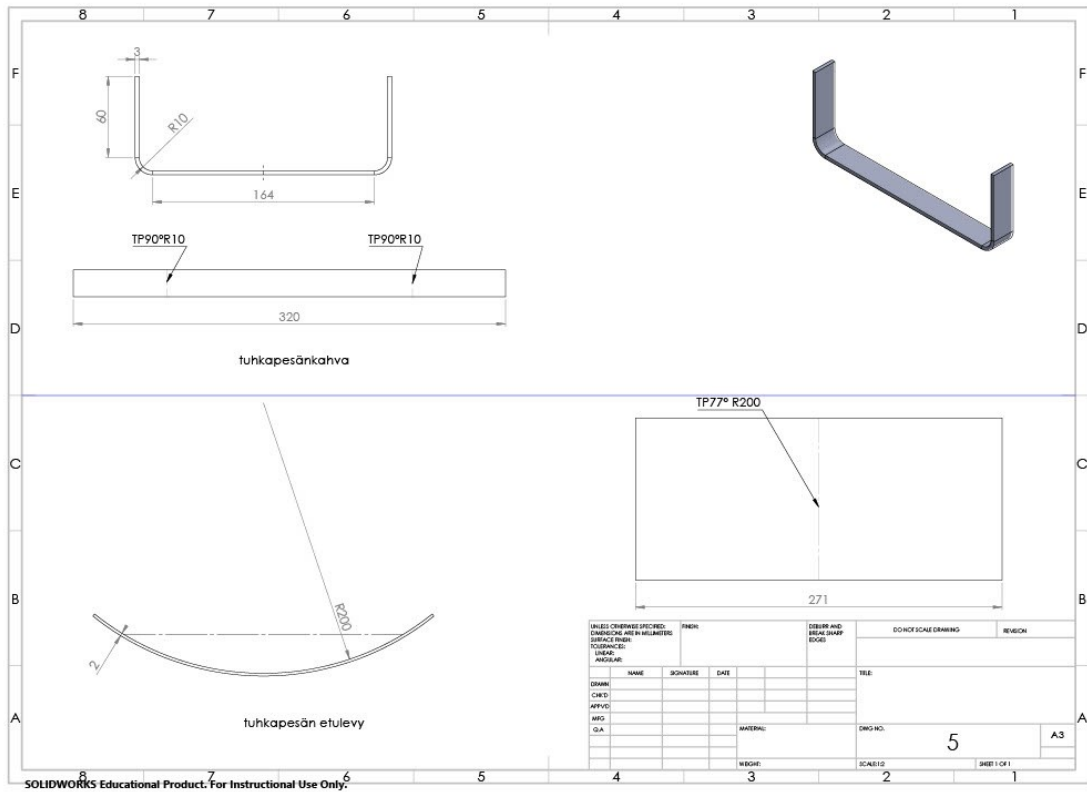
Kuusisto, Tuomo 2014. Käytännön ohjeita MIG/MAG-hitsaukseen. 4. uudistettu painos. Oy AGA AB, Riihimäki. Viitattu 30.5.2021. https://www.linde-gas.fi/fi/images/AGA%20MIG%20MAG%20Welding%20Brochure%202014%20FI_tcm634-122347.pdf.

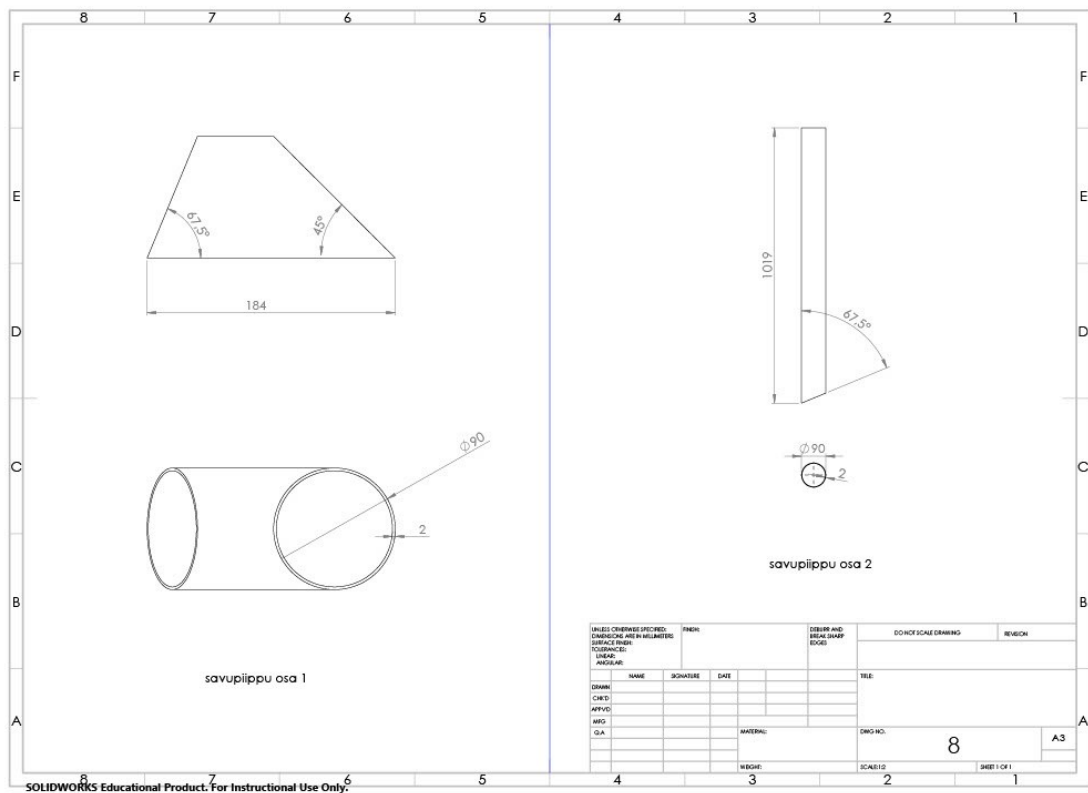
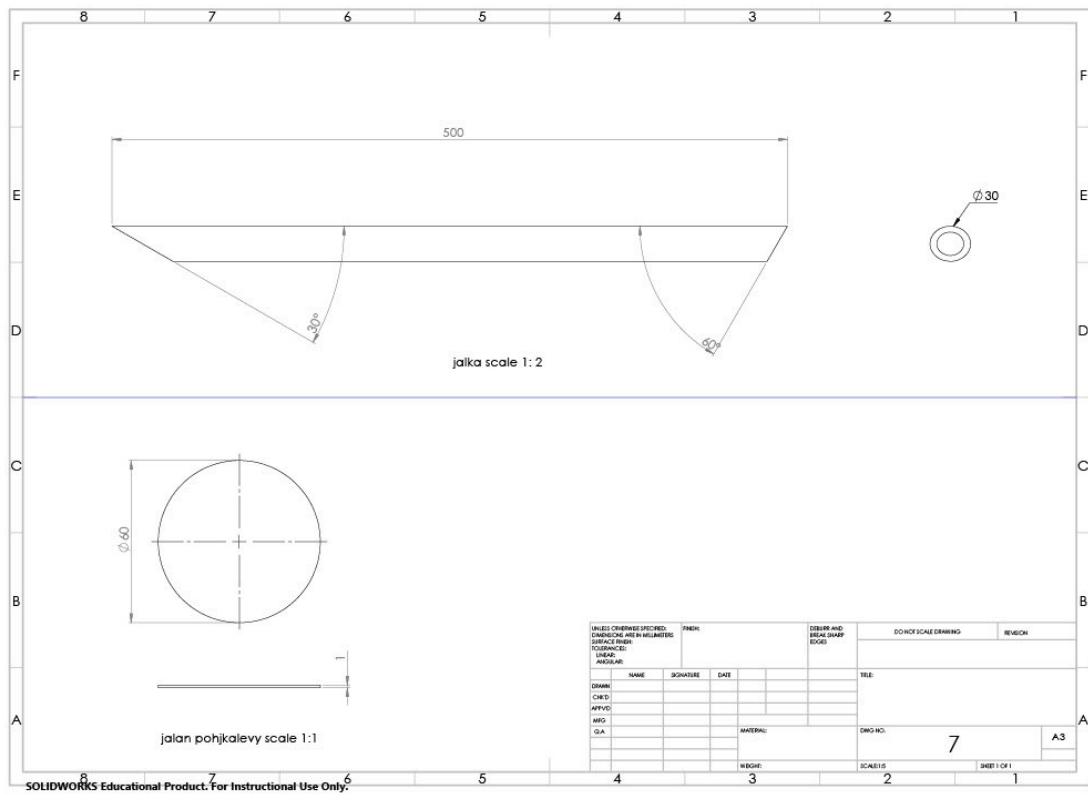
Turun AKK 2021. Turun AKK:n verkkosivu. Viitattu 31.5.2021. <https://www.turunakk.fi/>.

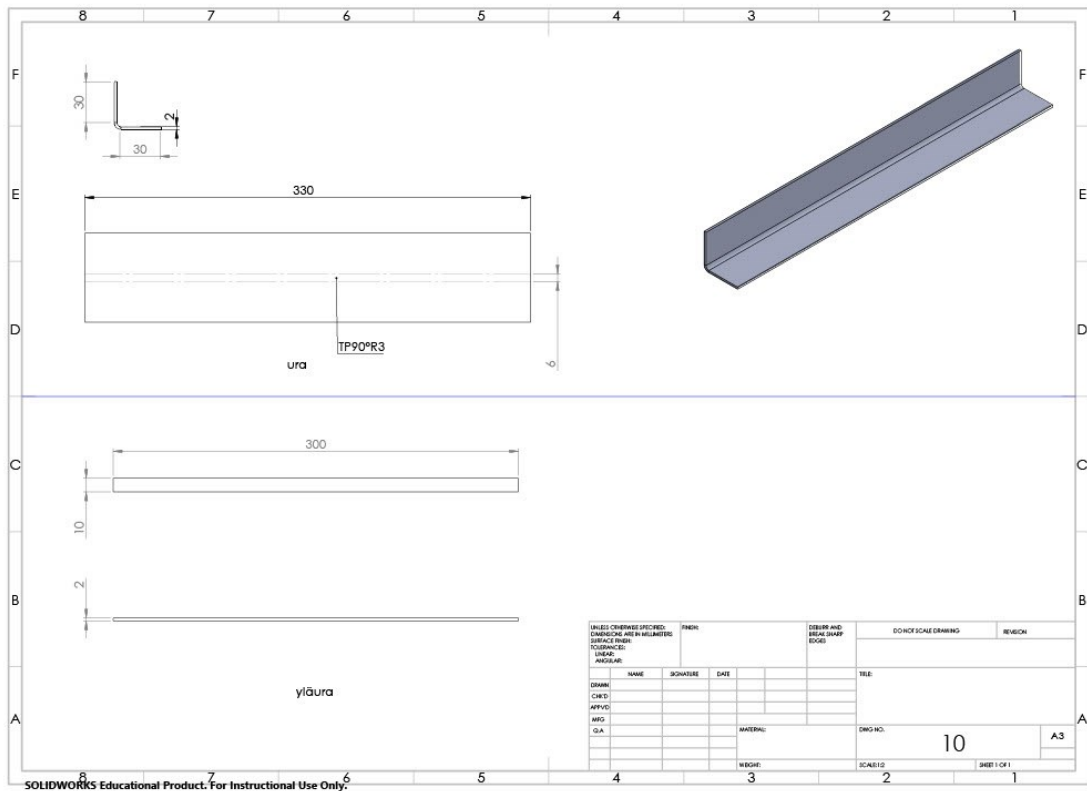
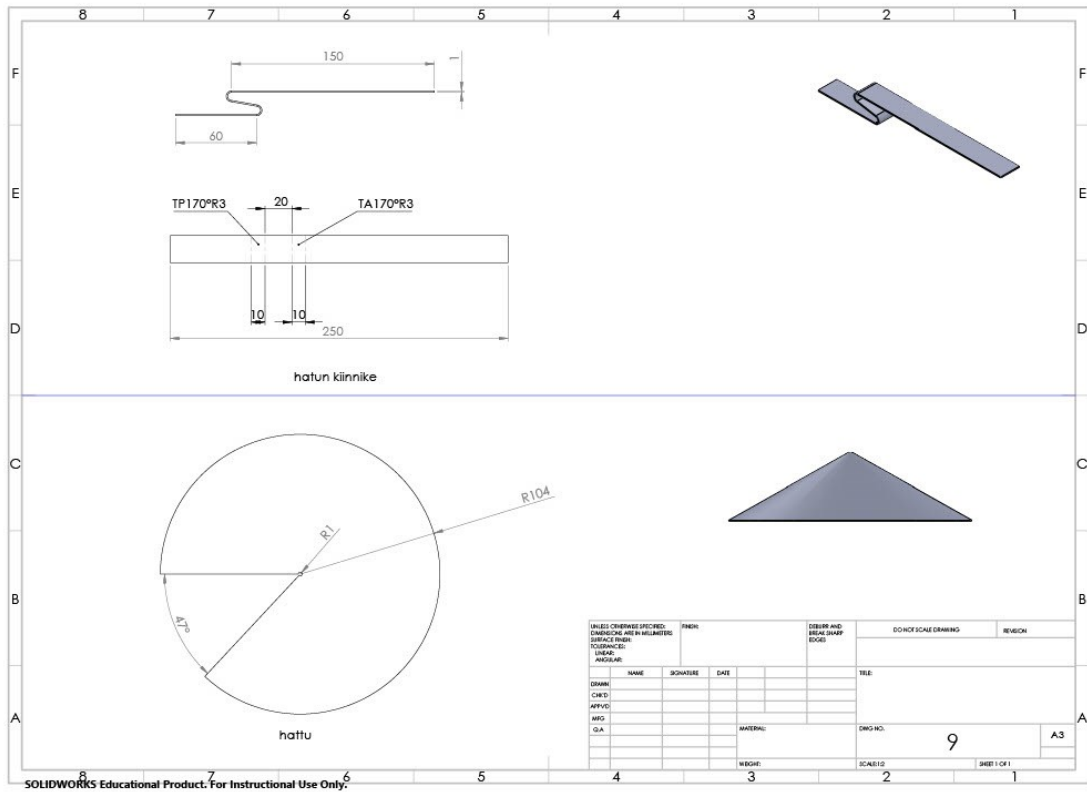
Grillin ja savustimen valmistuspiirustukset

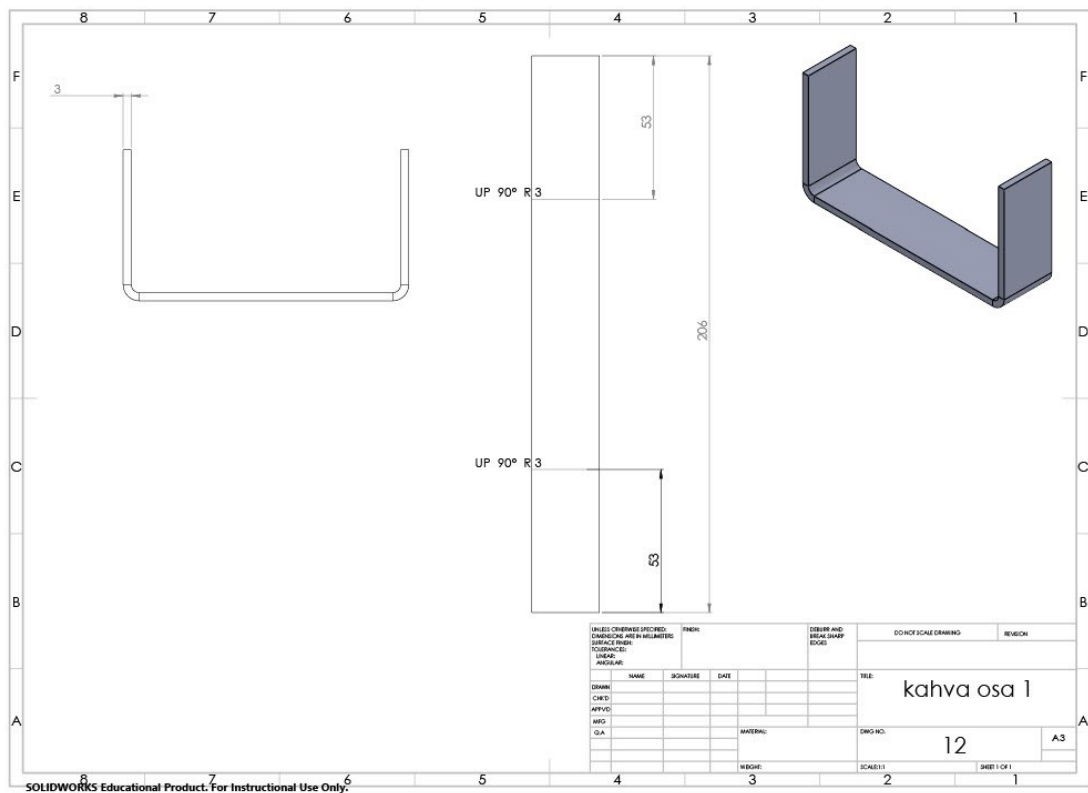
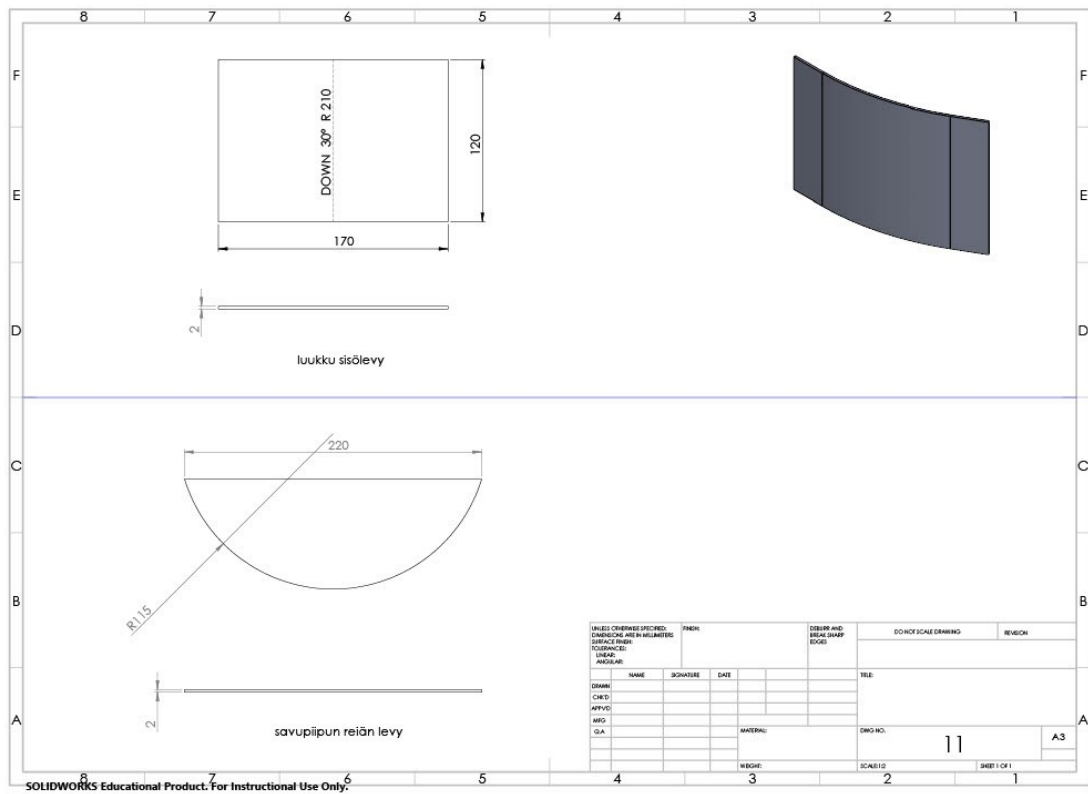


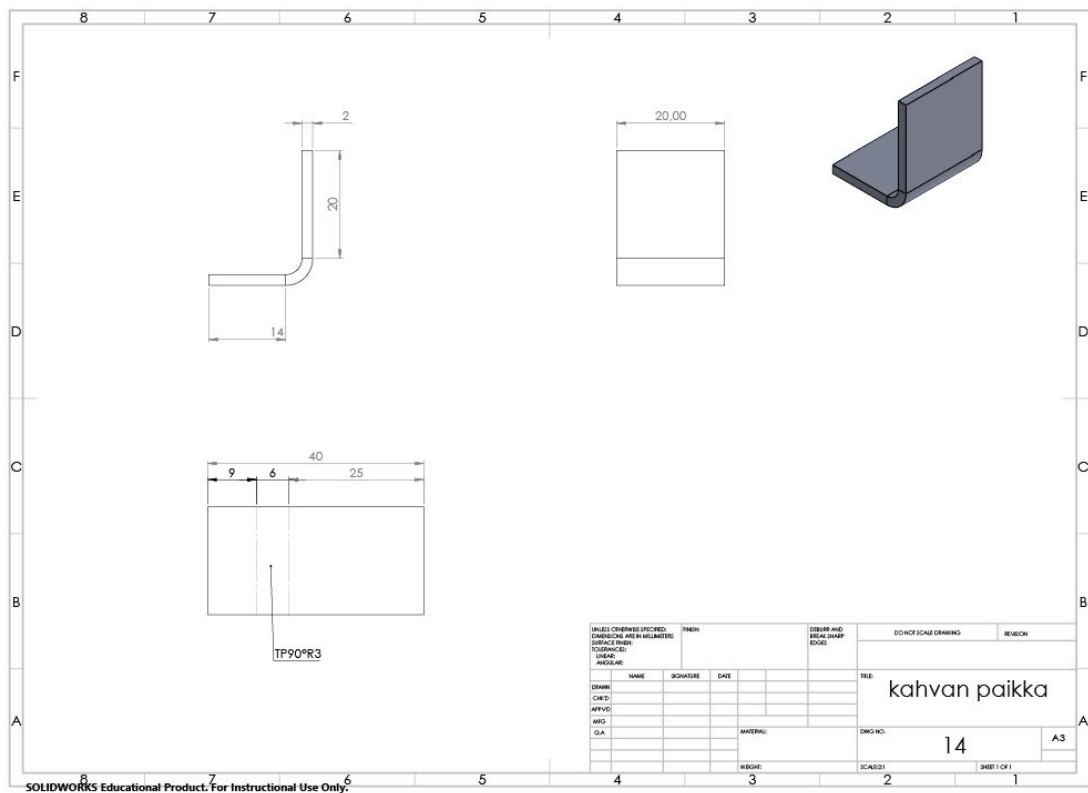
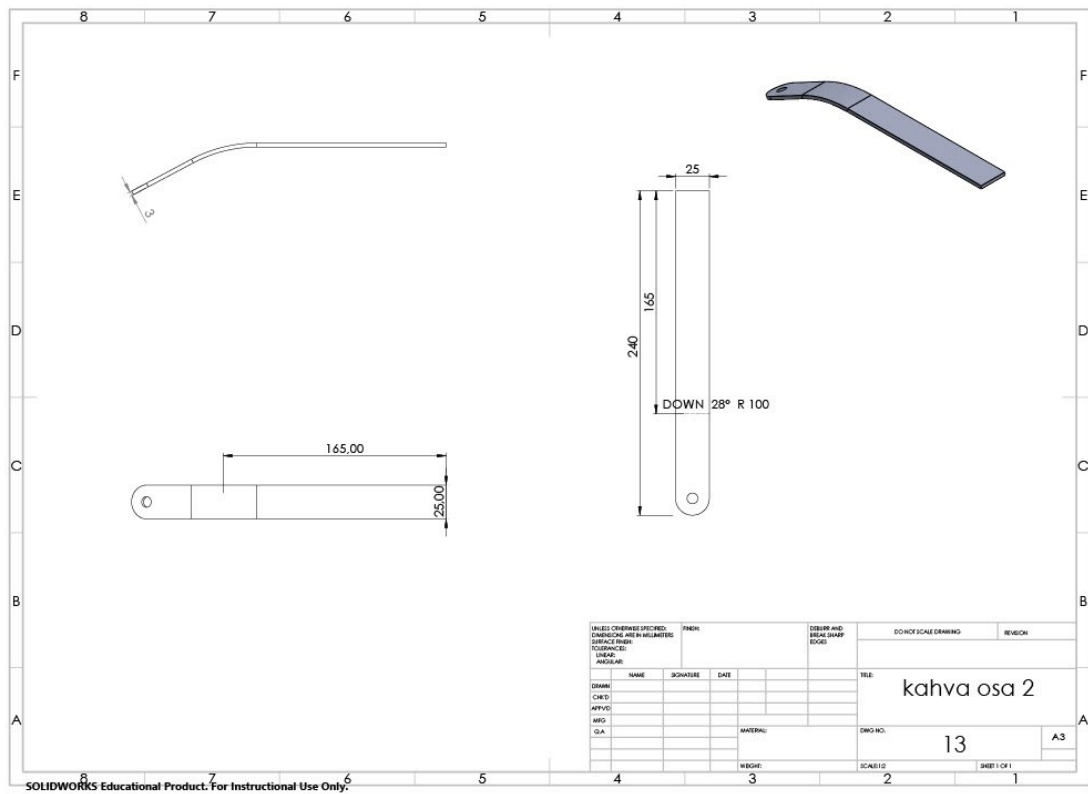


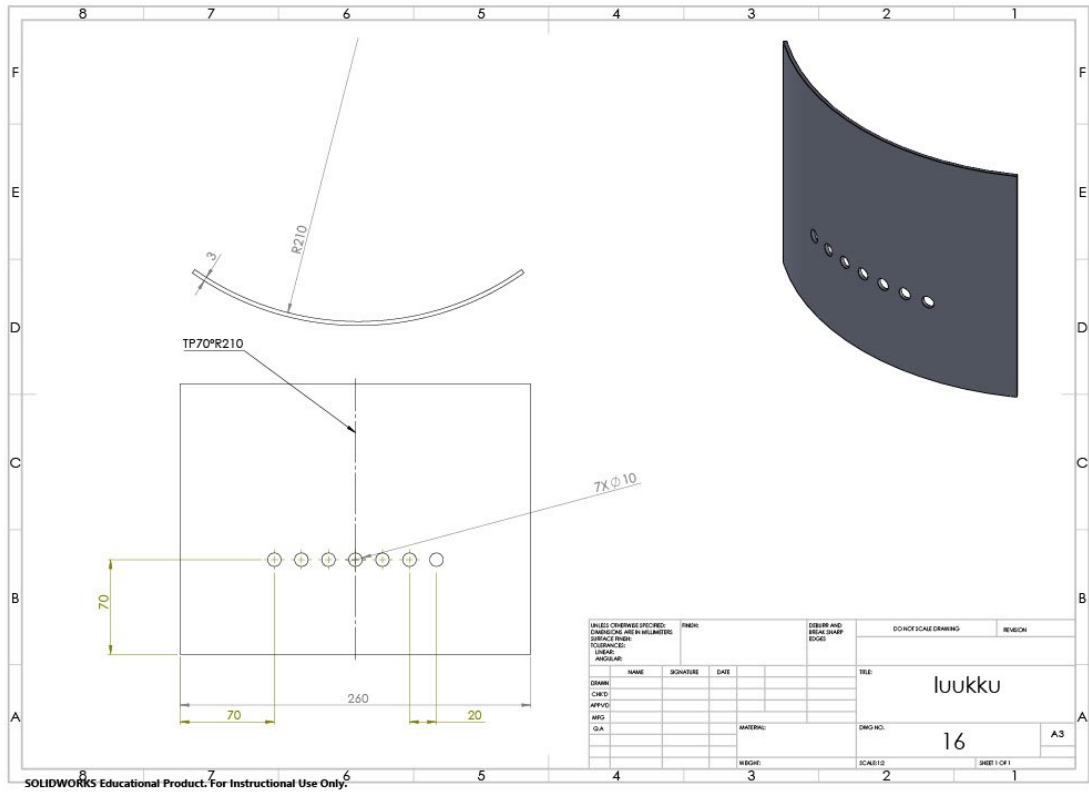
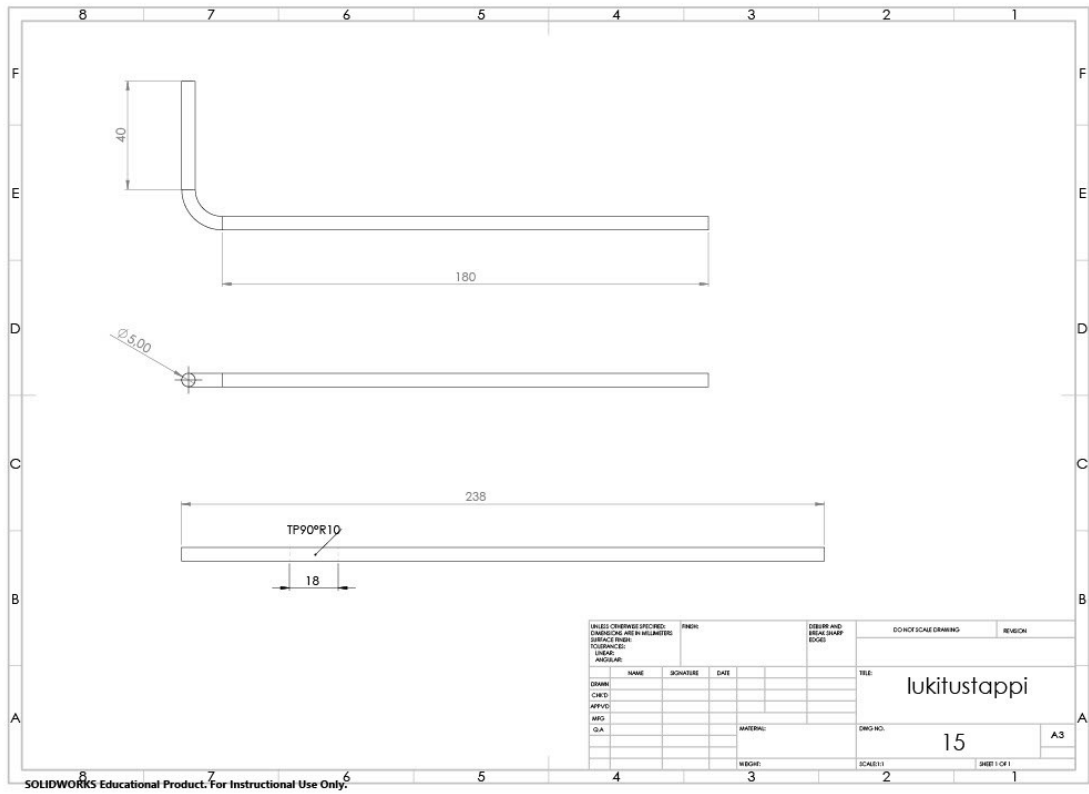


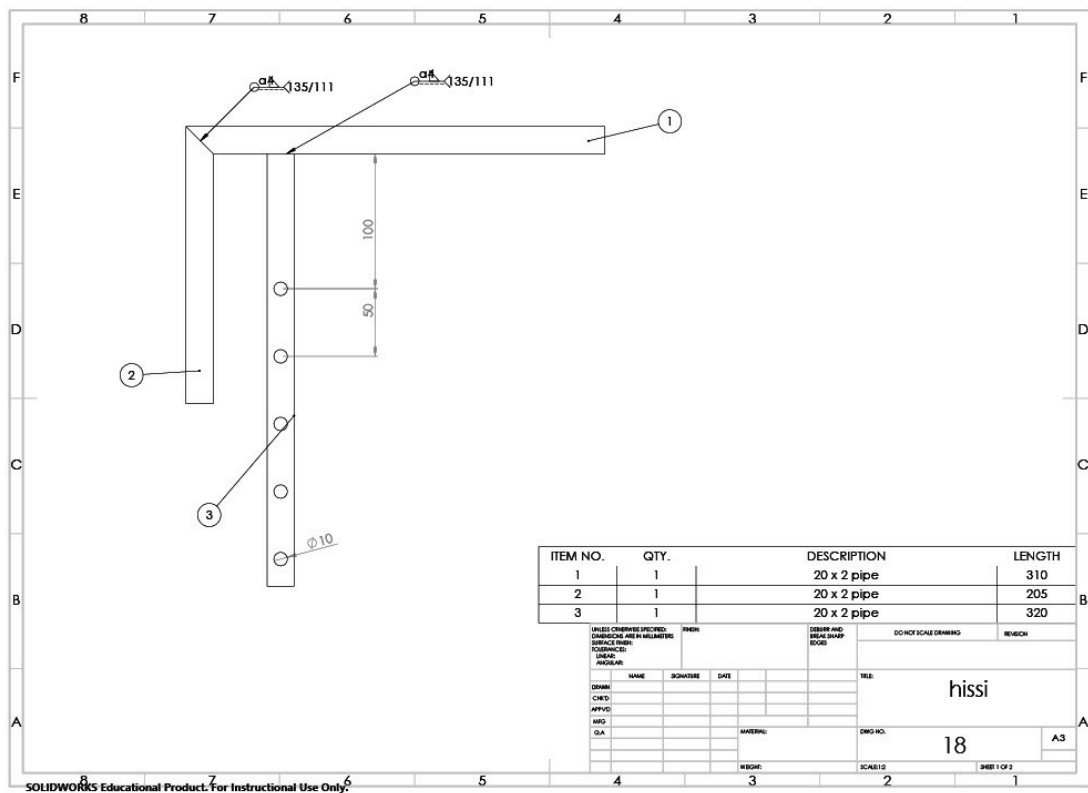
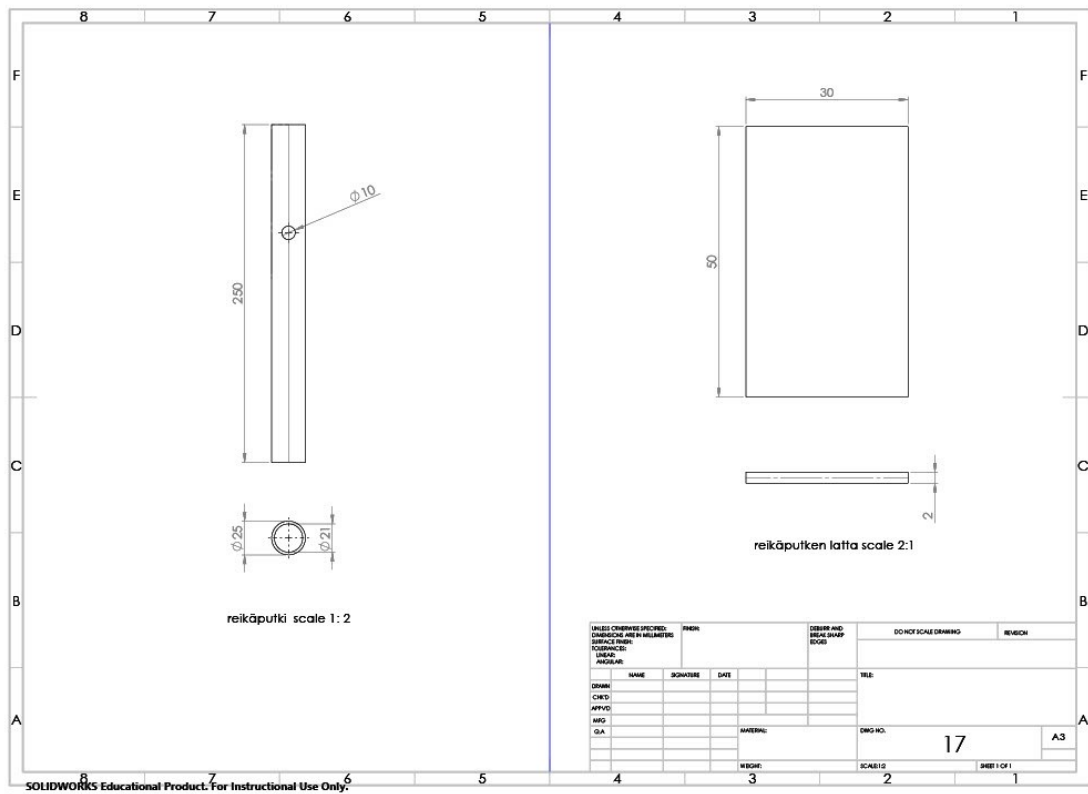


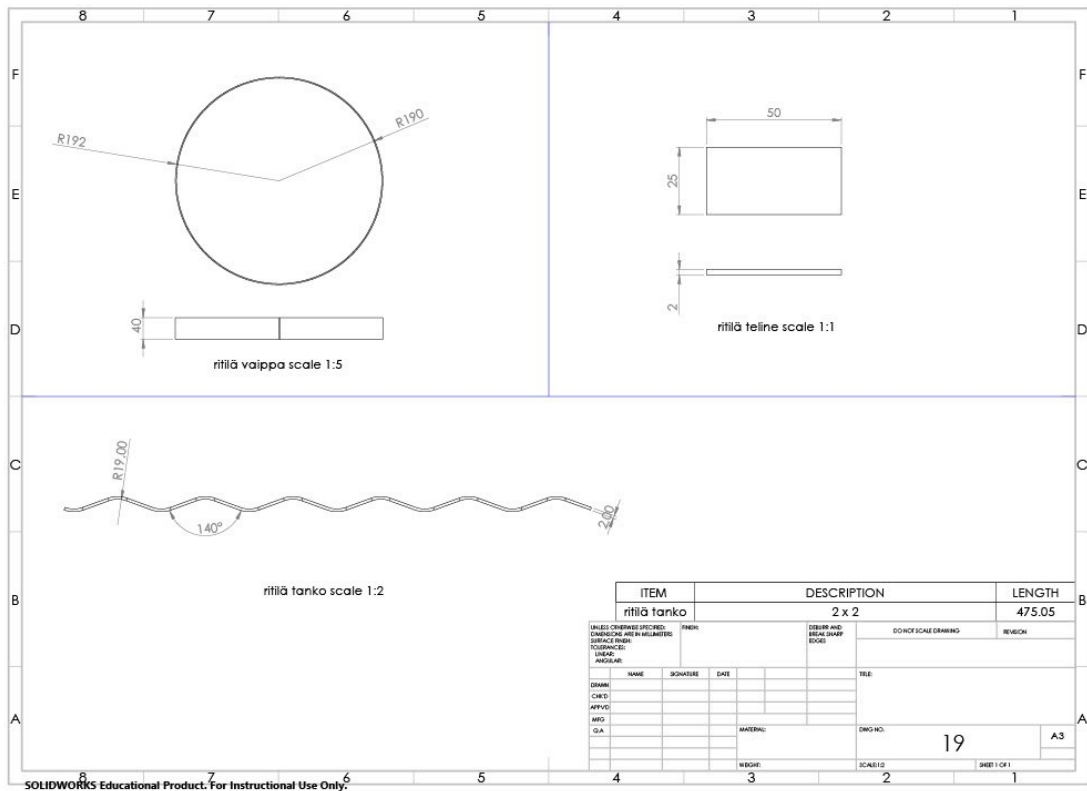
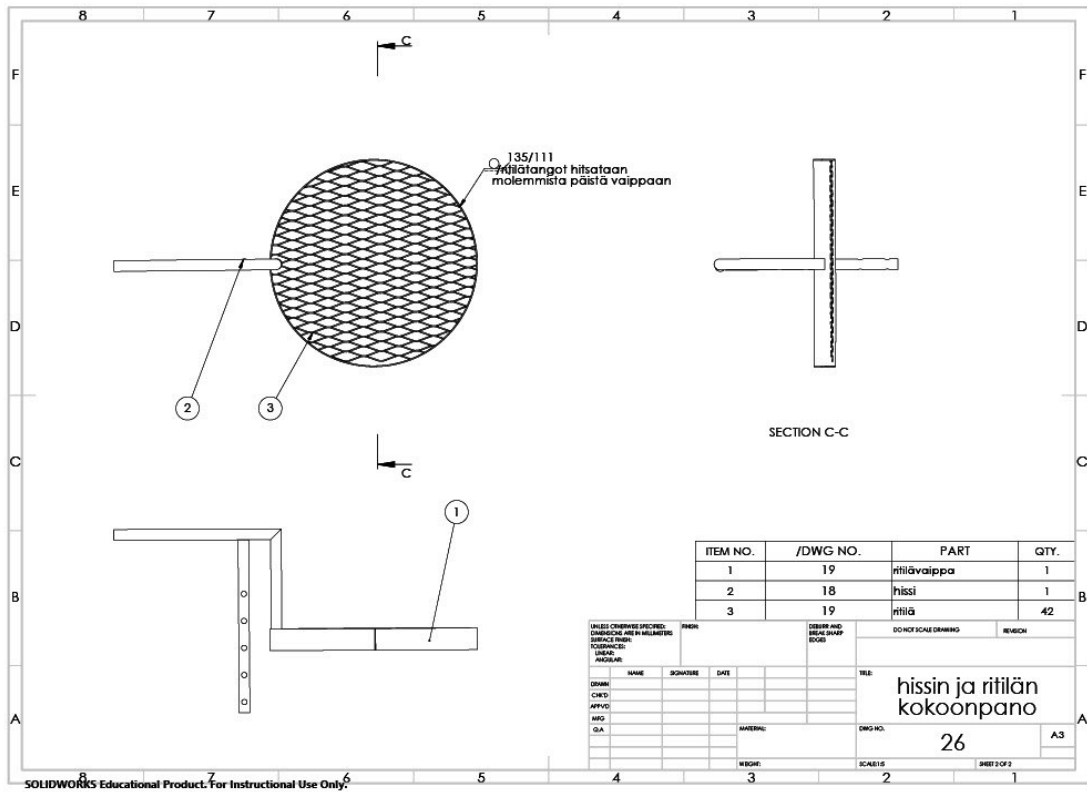


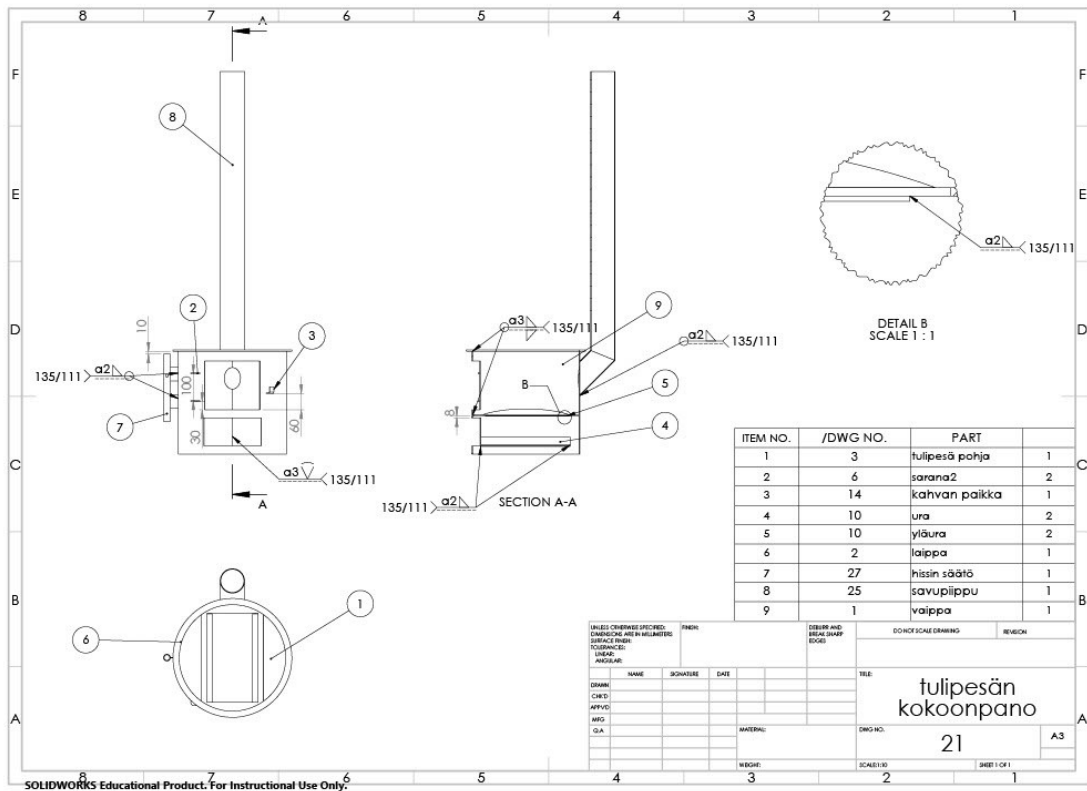
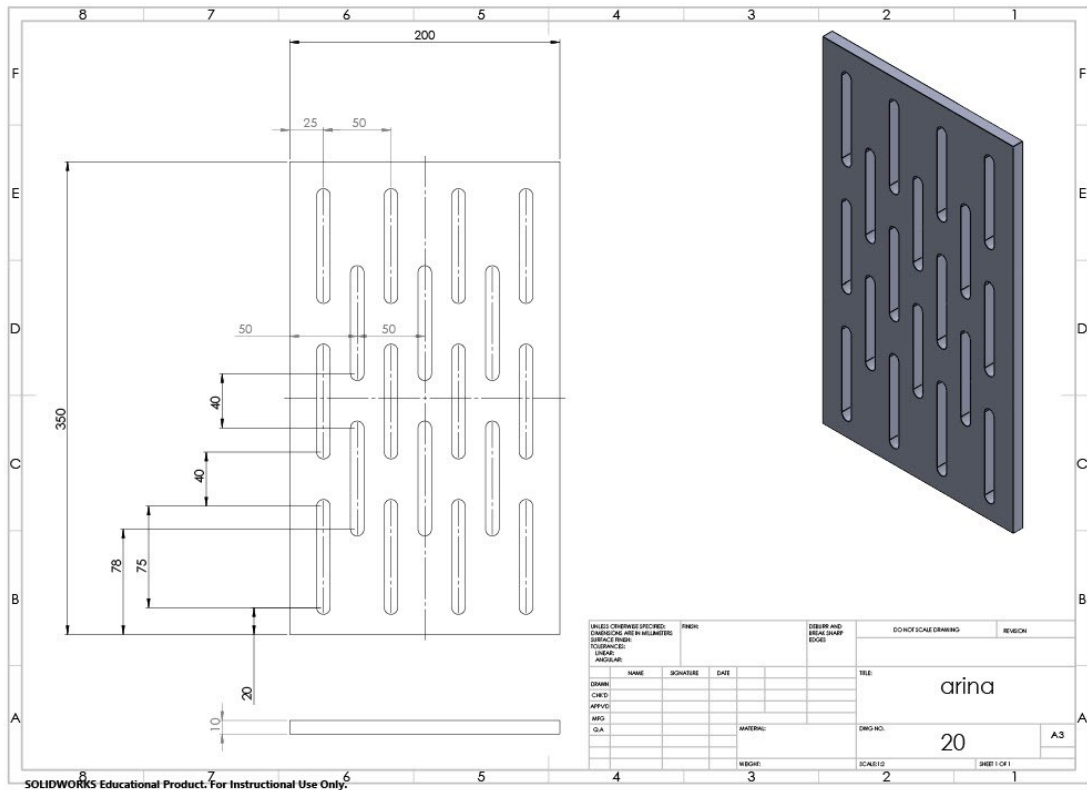


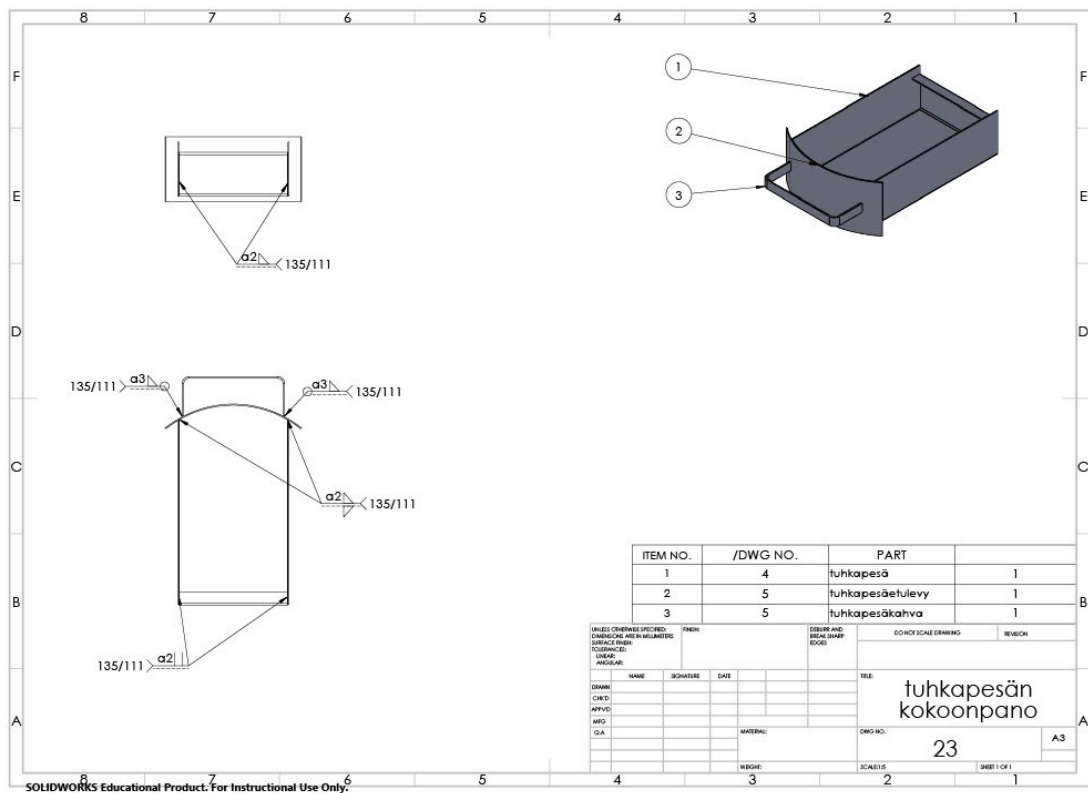
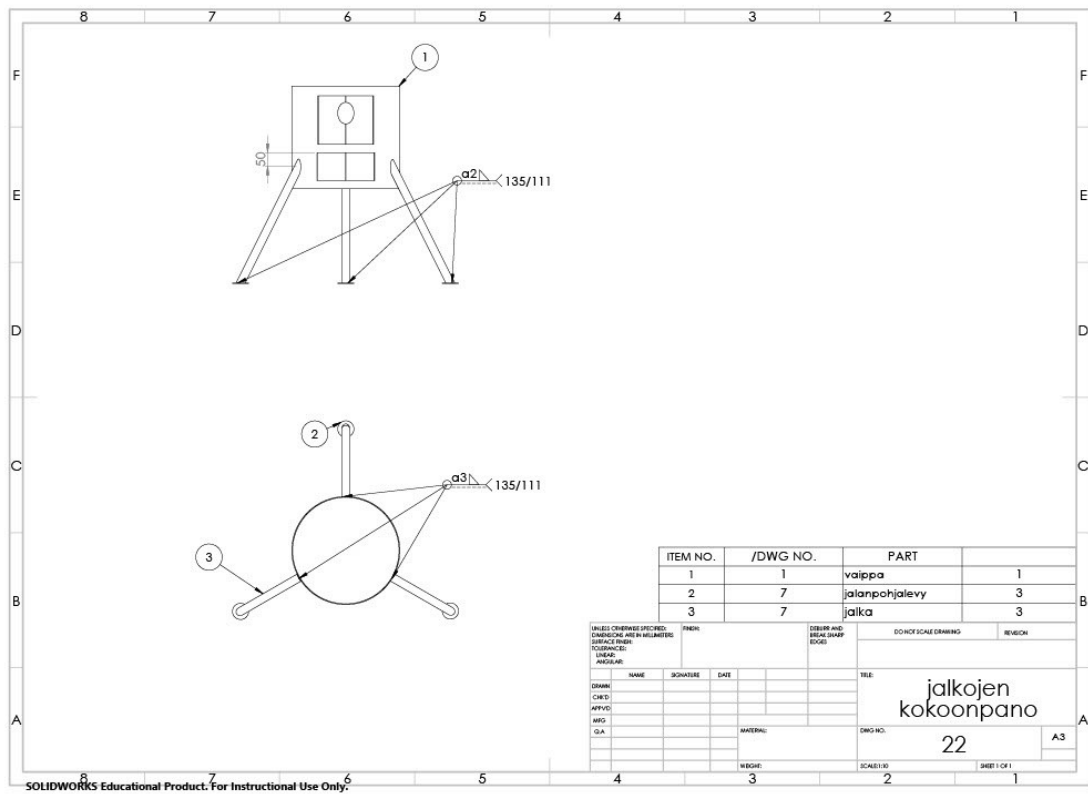


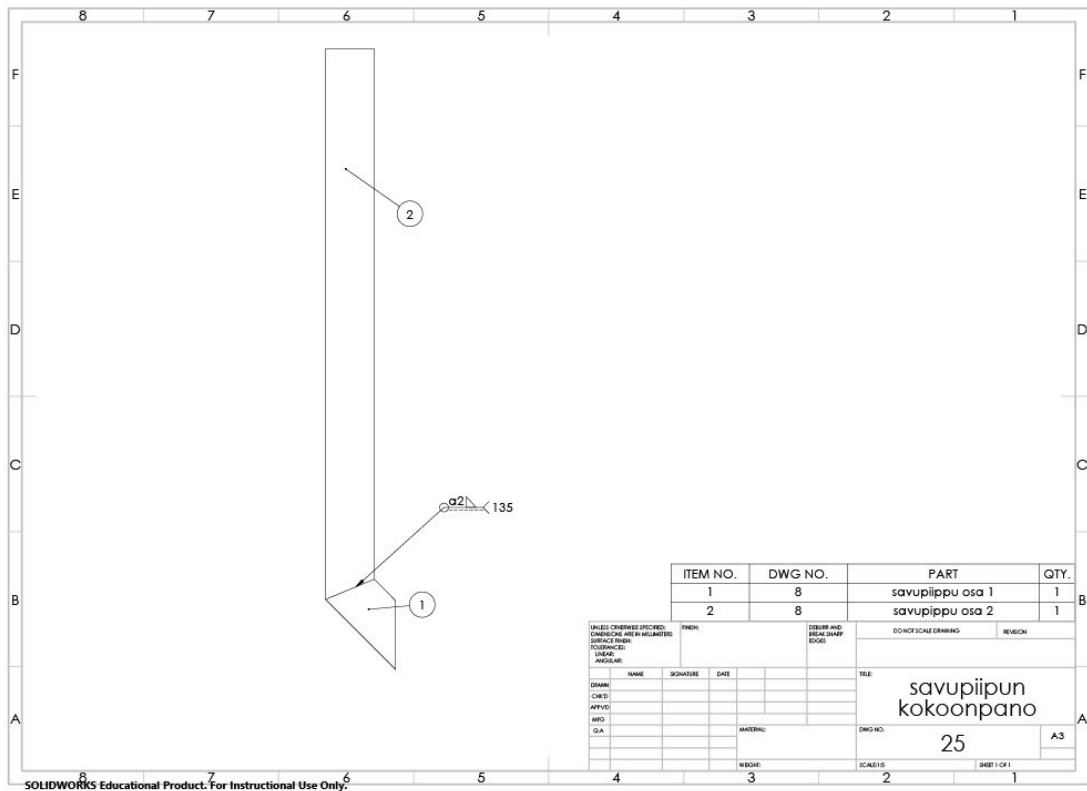
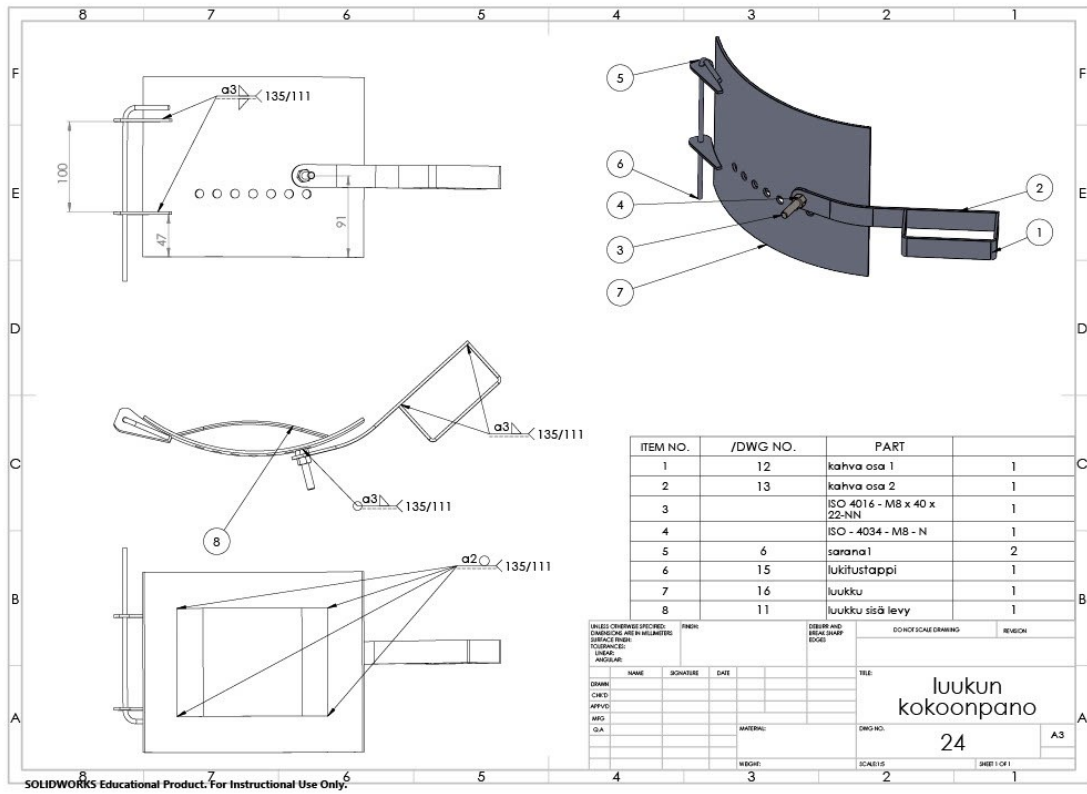


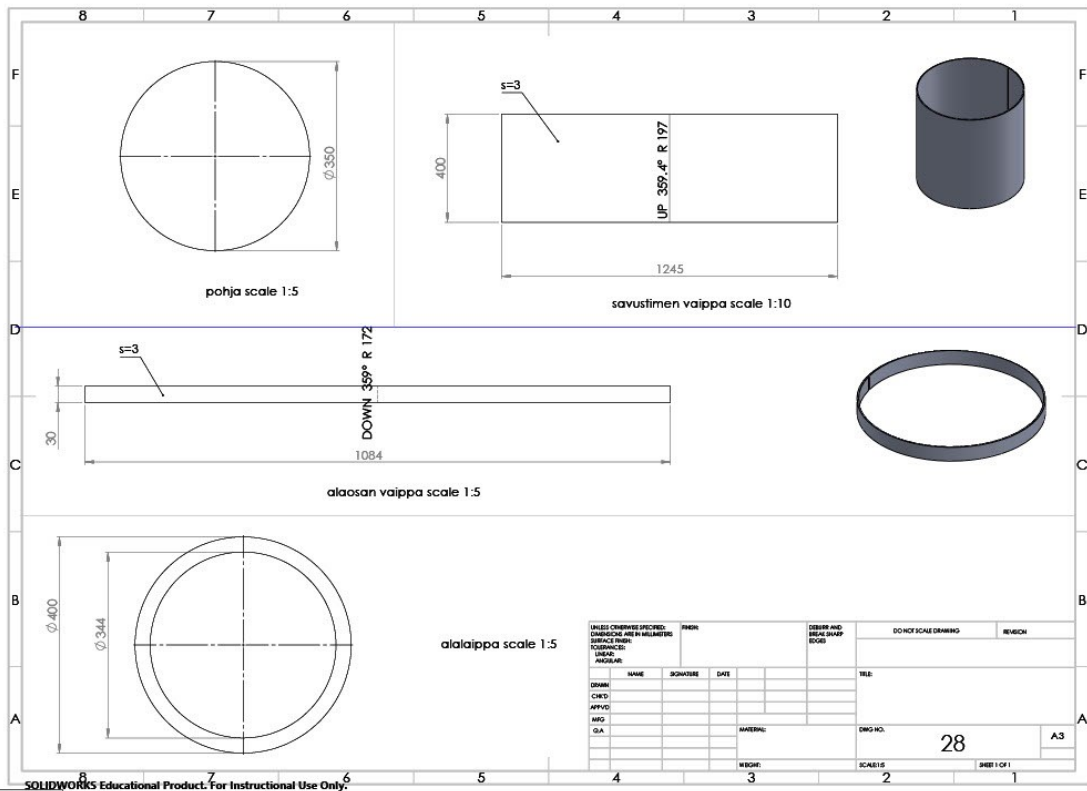
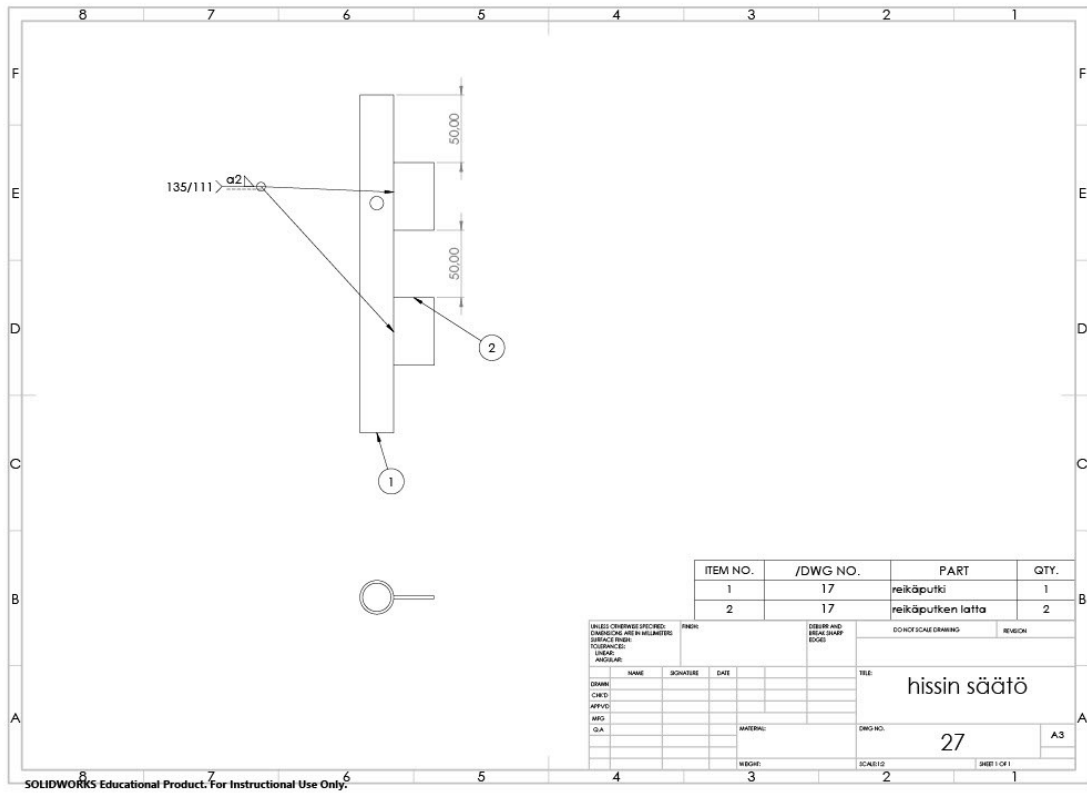


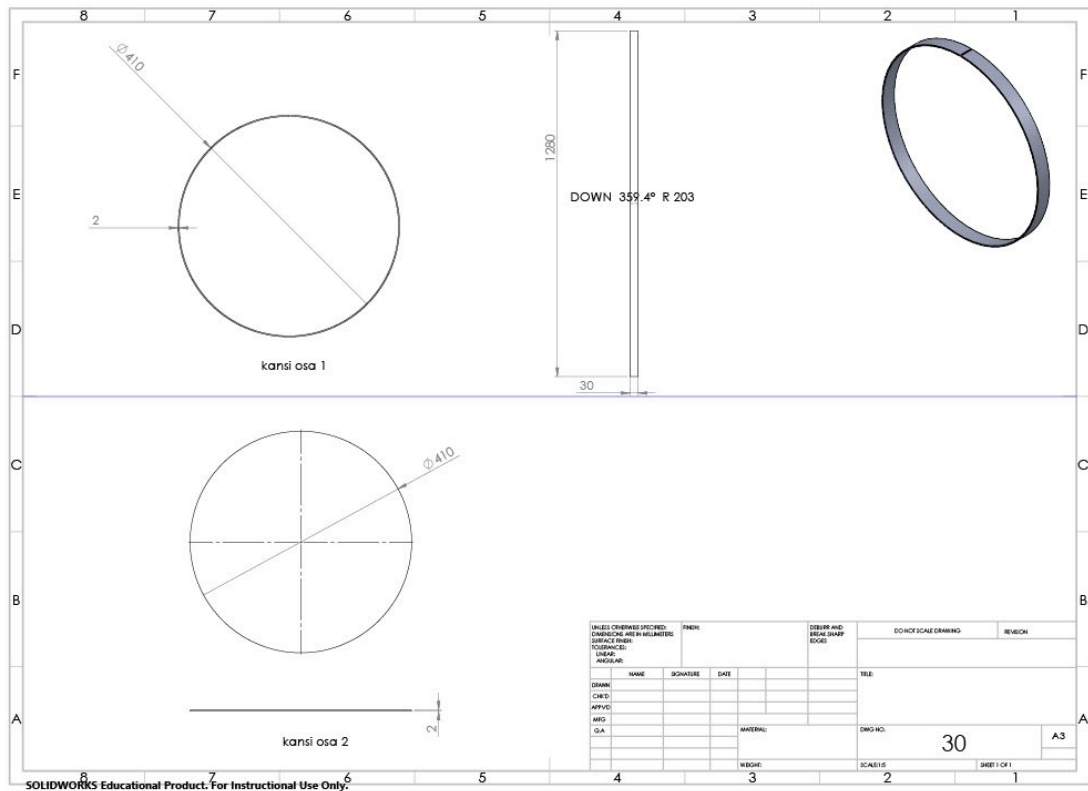
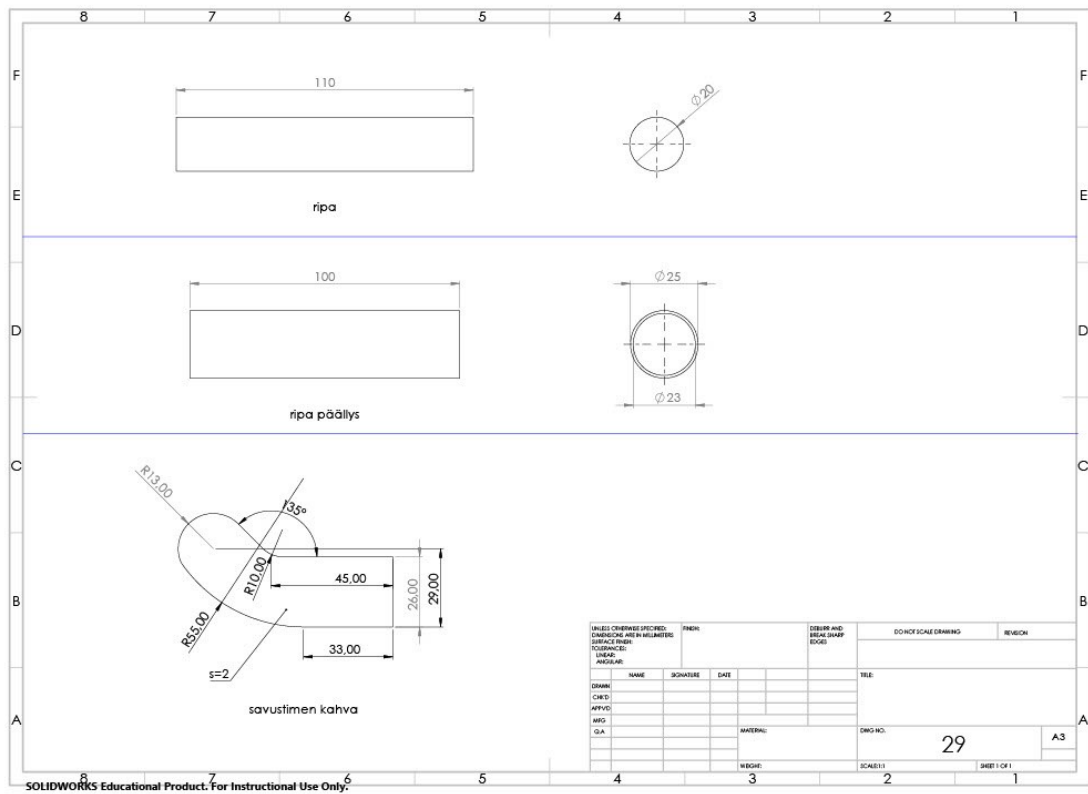


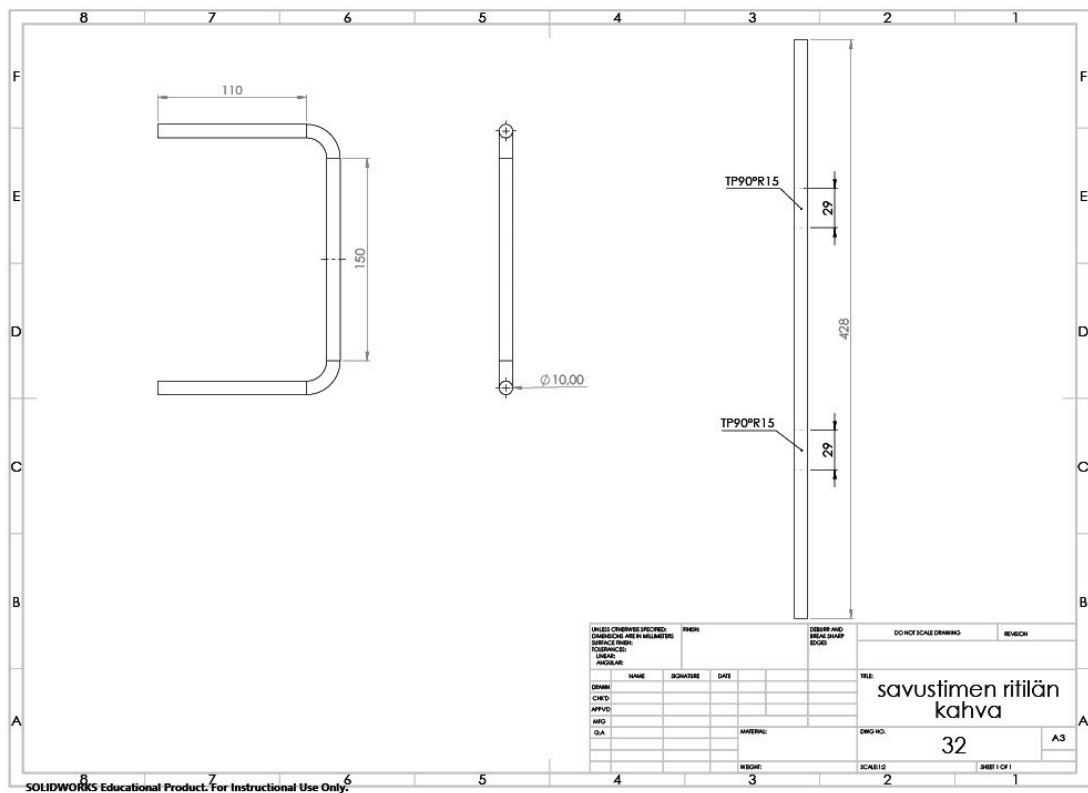
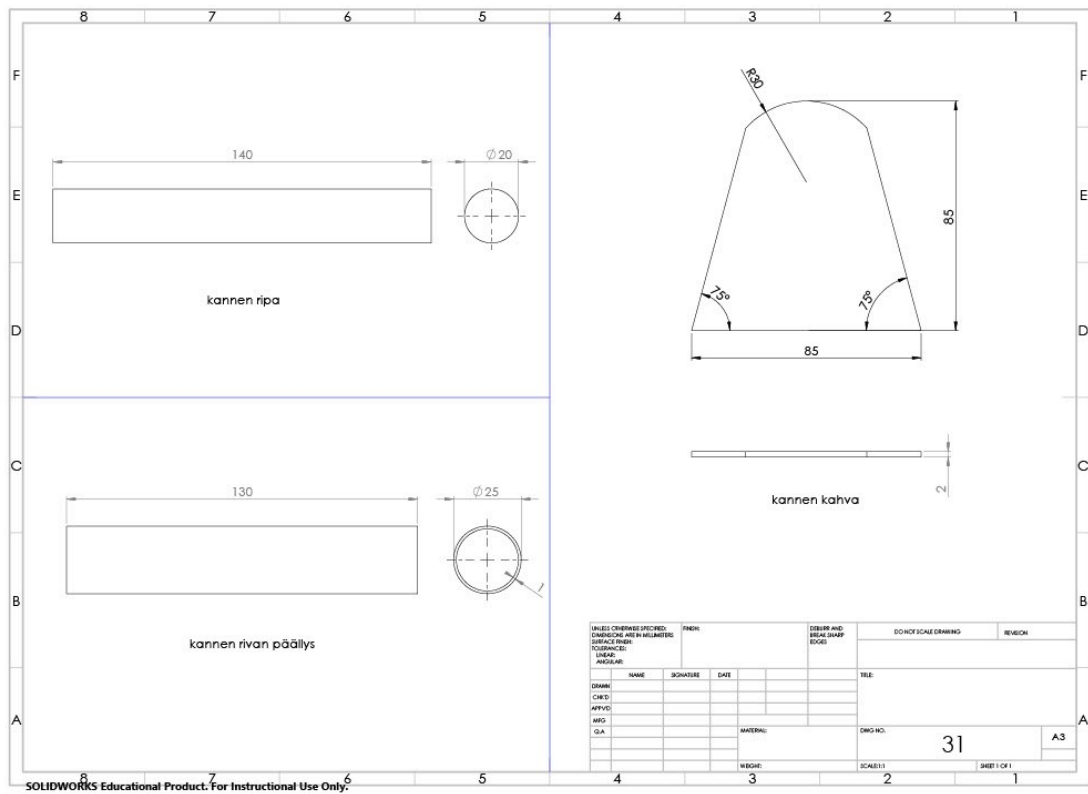


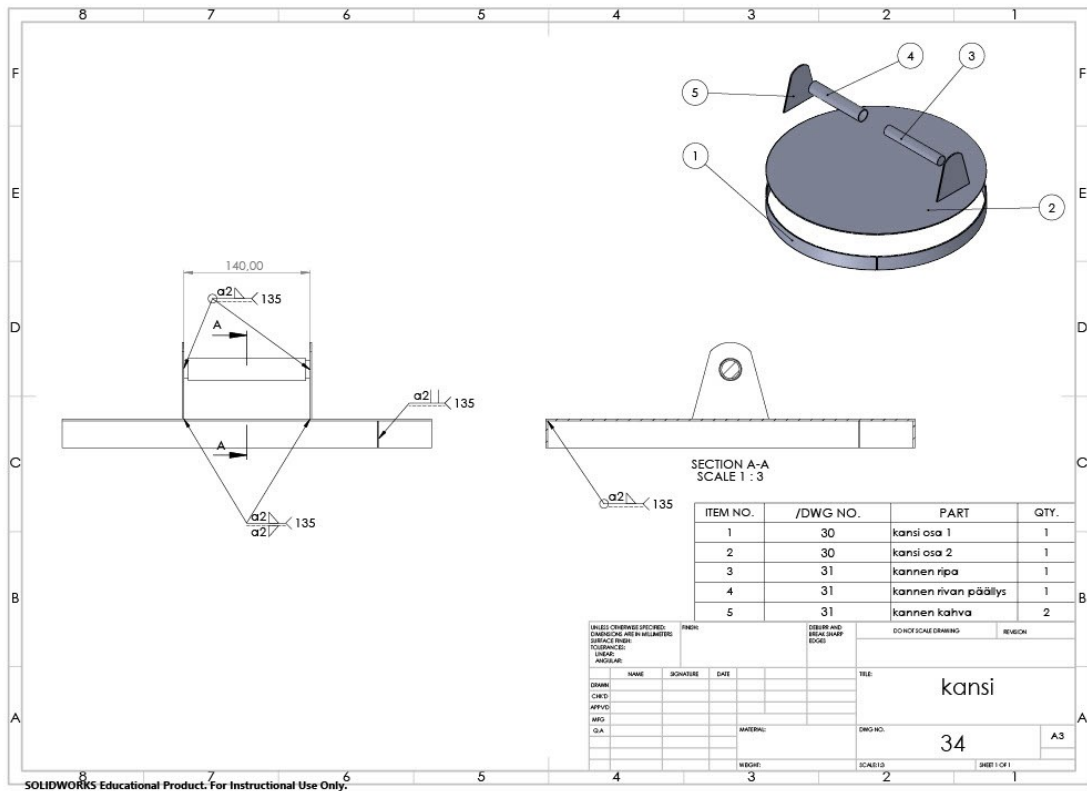
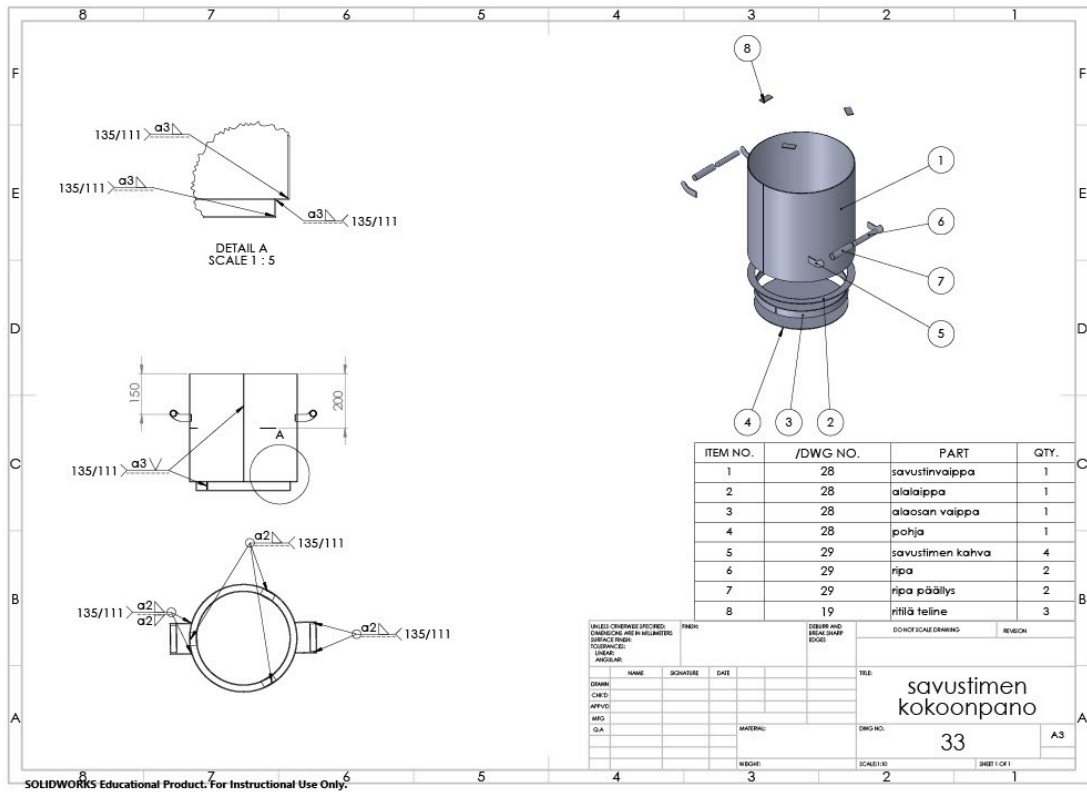


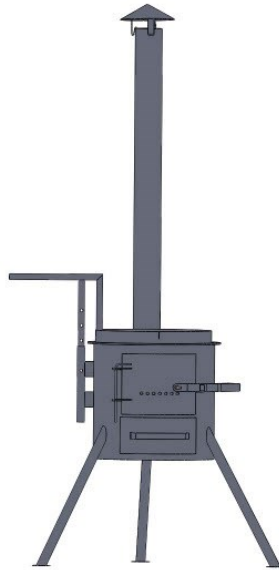




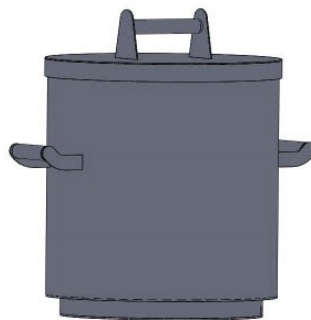








SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.



SOLIDWORKS Educational Product. For Instructional Use Only.

APHS 21060 hydraulisen särmäyspuristimen käyttöohjeet

Turun AKK

Hydraulinen särmäyskone APHS 21060

Käyttöohjeita



28.5.2021

Sisällys

KÄYNNISTYS	3
ENNEN TAIVUTUSTA	5
Matriisin uran valinta	5
Taivutuksen tiedot	8
MANUAALI TAIVUTUS	9
OHJELMAN LUOMINEN	10
SAMMUTUS	11

KÄYNNISTYS

1. käännä virta päälle pääkatkaisijasta



Kuva 1: Pääkatkaisin

2. odota, että CNC-ohjausyksikkö käynnistyy
3. kun ohjausyksikkö on käynnistynyt; paina koneen takana olevaa reset-nappia



Kuva 2: Reset

4. käynnistä pääpumppu



Kuva 3: Pääpumpun käynnistys

5. kalibroi yläpalkki

- 5.1. käännä sähkökaapin avainkytkin asentoon 1 eli manuaali käyttöön



Kuva 4: Avainkytkin

- 5.2. siirry manuaalikäytön valikkoon painamalla



- 5.3. paina jalkaohjausyksikön reset-nappia ja nosta yläpalkki täysin ylös painamalla oikeaa jalkakytkintä



Kuva 5: Jalkaohjausyksikkö

- 5.4. laske yläpalkkia alaspäin painamalla vasenta jalkakytkintä, kunnes ylätyökalu on melkein matriisin tasolla
- 5.5. nosta yläpalkki takaisin ylös
6. kalibroinnin jälkeen kone on valmis käytettäväksi

ENNEN TAIVUTUSTA

Ennen taivuttamista tulee valita levyille sopiva matriisin ura. Väärän uran käyttäminen johtaa epätarkkaan taivutustulokseen ja voi vahingoittaa paininta!

Matriisin uran valinta

1. Valitse sopiva ura oheisen taulukon mukaan. (Taulukko löytyy koneen kyljestä)

LEVYN PAKSUUS S, mm	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm
URA N:o	1	1 tai 3	3 tai 4	2 tai 4
MATRIISI	bs 21300	bs 21300	bs 21300	bs 21300
LEVYN PAKSUUS S, mm	5 mm	6 mm	8 mm	10 mm
URA N:o	2, 4	2, 4	V100 L = 835	V100 L = 835
MATRIISI	bs 21300	bs 21300	Euram V100	Euram V100

Kuva 6: Uran valinta levyn paksuuden mukaan

2. Katso kuvasta urien numerointi (kuva löytyy koneen kyljestä)



Kuva 7:Urat 1-4

3. uran valinnasta tarkemmin katso oheinen taulukko(löytyy koneen kyljestä):

1. VALITAAN OIKEA URA LEVYN PAKSUUDEN MUKAAN

VALINTAAN VAIKUTTAA MYÖS TAIVUTETTAVAN SIVUN PITUUS D



$G: 42 \text{ kg / mm}^2 = \text{TAIVUTUSVASTUS (ASETUSVALIKOSSA: VASTUS)}$



mm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	35	38	40	42	45	48	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	180	200
0.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	35	38	40	42	45	48	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	180	200
0.8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	35	38	40	42	45	48	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	180	200
1.0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	35	38	40	42	45	48	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	180	200
1.2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	35	38	40	42	45	48	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	180	200
1.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	35	38	40	42	45	48	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	180	200
2.0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	35	38	40	42	45	48	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	180	200
2.5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	35	38	40	42	45	48	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	180	200
3.0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	35	38	40	42	45	48	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	180	200
4.0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	35	38	40	42	45	48	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	180	200
5.0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	35	38	40	42	45	48	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	180	200
6.0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	35	38	40	42	45	48	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	180	200
7.0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	35	38	40	42	45	48	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	180	200
8.0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	35	38	40	42	45	48	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	180	200
10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	35	38	40	42	45	48	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	180	200
12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	35	38	40	42	45	48	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	180	200
14	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	35	38	40	42	45	48	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	180	200
16	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	35	38	40	42	45	48	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	180	200
18	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	35	38	40	42	45	48	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	180	200
20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	35	38	40	42	45	48	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	180	200

F (ton) Pressure in metric tons per metre
V (mm) Groove on the die to fit sheet thickness
D (mm) Minimum width of flange that can be bent
R (mm) inside radius
S (mm) Sheet thickness

V = URAN LEVEYS, mm

S = LEVYN PAKSUUS, mm

Pression en tonnes par mètre
Déviation du "V"
Largeur min. de pliage
Rayon intérieur
Épaisseur de la tôle

**YLEINEN PERIAATE KESKUSPUISTON AMMATTIOPISTON
SÄRMÄYSKONEELLE (tämä periaate toimii vain näillä työkaluilla mitkä
meillä on:**

MATRIISI: bs21300

YLÄTERÄ (PAININ): bs-10100

**8 – 10 mm:n levyille pitää vaihtaa matriisi Euram 2011/100/835, missä
V = 100 ja pituus L = 835. Maksimi taivutuspituus on siis 830 mm.**

Kuva 8:Taulukko uran valintaan

Taivutuksen tiedot

Manuaali taivutuksen ja ohjelman luomisen yhteydessä taivutukselle määritettäviä tietoja:

- levyn leveys
- levyn paksuus
- levyn materiaalin vastus, jonka perusteella materiaali lasketaan automaattisesti;
 - alumiinille 0-30
 - metalli levyille 31-50 (42 useimmiten hyvä arvo)
 - ruostumattomalle teräkselle yli 50
- asema; jos on määritelty useita työasemia
- matriisin tunnuskoodi
- matriisin suuntaus (0=normaali suunta, 1= käännetty 180°)
- matriisin ura
- yläterän tunnuskoodi
- yläterän suuntaus (0= normaali suunta, 1= käännetty 180°)
- sisäiset mitat(0)
- voit halutessasi lisätä kommentin


Lisäksi jokaiselle taivutukselle erikseen:

- haluttu taivutuskulma Y1
- taivutuksen laipan pituus X1 (säätää takavasteen etäisyyttä)

Muut taivutuksen tiedot lasketaan automaattisesti (niitä voi myös halutessaan muokata)

MANUAALI TAIVUTUS

Manuaali taivutusta voidaan käyttää yksittäisten taivutusten tekemiseen, kun et halua tehdä taivutusohjelmaa. Manuaali taivutusten tekemiseksi toimi näin:

1. käännä avainkytkin kohtaan 2
2. kuittaa käyttötilan vaihto jalkaohjaimesta painamalla reset
3. siirry puoliautomaatti käytön valikkoon painamalla 
4. valitse **Manual Bend**
5. syötä taivutuksen tiedot painamalla **Uusi** (tarkemmin tiedoista kohdassa: ENNEN TAIVUTUSTA: Taivutuksen tiedot)
6. syötä haluamasi taivutus kulma Y1 ja laipan pituus X1
7. aloittaaksesi taivuttamisen paina **Execute** ja sitten aloitus painiketta



Kuva 9: Aloitus painike


8. aseta levy paikoilleen ja paina vasenta poljinta; ylätökalu laskee alaspäin ja pysähtyy vaimennuskohtaan, paina vasenta poljinta uudestaan taivutuksen jatkamiseksi.

Huom! jos yläpalkki pysähtyy liian aikaisin ja näytölle tulee virhe viesti *Overrun traverse measure* , eikä palkki liiku enää alaspäin; ratkaise nostamalla palkkia hieman ylöspäin ja laskemalla uudestaan

Työkalu nousee automaattisesti ylös kun taivutus on valmis

OHJELMAN LUOMINEN

Ohjelman luomiseksi toimi näin:

1. paina  päästäksesi ohjelma luetteloon
2. valitse **Uusi grafiikka**
3. syötä taivutuksen tiedot (tarkemmin tiedoista kohdassa: ENNEN TAIVUTUSTA: Taivutuksen tiedot)
4. piirrä kappale
 - syötä laipan pituus kohtaan **I**
 - syötä taivutuskulma kohtaan **alfa**
 - toista kunnes kappaleen kaikki osiot on piirretty
5. valitse **Laskee** tarkistaaksesi, että kappale on mahdollista taivuttaa
 - etsi automaattisesti ratkaisuja taivutuksiin valitsemalla **Optimoi**
 - hyväksy ratkaisu valitsemalla **hyväksy**
6. voit palata piirustusikkunaan valitsemalla **Piirrä kappale**
7. voit vielä halutessasi muokata taivutuksen tietoja:
 - valitse vasemmassa alakulmassa oleva nuoli nähdäksesi lisää toimintoja
 - valitse **Val.**




Kuva 10: Nuoli; lisää toimintoja

8. tallenna ohjelma valitsemalla  ja tallenna nimellä
9. voit nyt palata ohjelma luetteloon painamalla 

SAMMUTUS

Sammuttaaksesi koneen toimi näin:

1. valitse  ja **sammuta**
2. kun sammutus on turvallista tulee näyttöön viesti: Nyt NC:n sammutus on turvallista
3. **sammuta pääpumppu**
4. **katkaise virta pääkatkaisijasta**