



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Aleksi Hyyriö

KIINNITYSTYÖKALUN KEHITYS

Leimec Oy

Tekniikka
2017

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Aleksi Hyyriö
Opinnäytetyön nimi	Kiinnitystyökalun kehitys
Vuosi	2017
Kieli	suomi
Sivumäärä	53 + 5 liitettä
Ohjaaja	Pertti Lindberg

Työn tavoitteena oli kehittää uusi kiinnitystyökalu Bobi Xpress-postilaatikoiden kokoonpanoon. Kiinnitystyökalulla on tarkoitus asentaa Starlock®-kiinnikkeet postilaatikon katossa oleviin ohjaustappeihin, jolloin katto kiinnittyy postilaatikon runkoon. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi vaasalainen yritys Leimec Oy.

Opinnäytetyössä keskityttiin uuden kiinnitystyökalun valmistukseen liittyviin menetelmiin, tuotekehitykseen, suunnittelutyöhön ja lopulliseen tuotteeseen. Tärkeimpiin tavoitteisiin kuului esimerkiksi työntekijän ergonomian kohentaminen, varmatoimisuus ja kokoonpanovaiheen tehostaminen suurissa tuotantoerissä.

Lopuksi syntyi työtasolle integroitava vipukevennin, joka mahdollistaa sujuvan Starlock®-kiinnikkeiden asentamisen. Merkittävin hyöty saavutettiin kokoonpanovaiheen ergonomian tehostamisella. Uudesta kiinnitystyökalusta tehtiin 3D-mallien lisäksi työkuvat valmistusta varten.

ABSTRACT

Author	Aleksi Hyyriö
Title	Attachment tool development
Year	2017
Language	Finnish
Pages	53 + 5 Appendices
Name of Supervisor	Pertti Lindberg

The aim of the thesis was to develop a novel attachment tool for the Bobi Xpress mailbox assembly procedure. This attachment tool serves the purpose of attaching Starlock® push-on fasteners to guide pins in the mailbox ceiling. The project was commissioned by a Vaasa-based enterprise, Leimec Oy.

The thesis aims to address the processes of design, product development and manufacturing of the attachment tool, as well as the final product and its application in practice. The main objectives included ergonomic enhancement, operational reliability, and increasing the efficiency in large-scale batch production.

The ultimate result is a lever-utilizing tool that is integrable to a workstation and enables fluent attachment of Starlock® push-on fasteners. The most significant advantage of the new tool was gained in enhancing the ergonomics of the assembly stage. In addition to 3D-modelling the attachment tool, drafting sheets were created to facilitate the manufacturing process.

Keywords attachment tool, Bobi Xpress, Starlock® push-on fastener, objectives, manufacturing, product development, design, drafting sheets

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KUVALUETTELO

LIITELUETTELO

TERMIT JA LYHENTEET

1	JOHDANTO.....	11
2	LEIMEC OY	12
3	LÄHTÖKOHDAT.....	14
	3.1 Aloitus.....	14
	3.2 Työn rajaus.....	14
	3.3 Työn tavoite	14
4	OHUTLEVYVALMISTUS	16
	4.1 Levyn leikkaus levytyökeskuksella	16
	4.1.1 Nestaus	17
	4.1.2 Työkierto	18
	4.1.3 Finn-Power LPe6	20
	4.1.4 Lävistys	21
	4.1.5 CO ₂ -laserleikkaus.....	22
	4.2 Levyosien taivutus särmäyspuristimella	23
	4.2.1 Toimintaperiaate	24
	4.2.2 Amada HFE 80-25	26
	4.3 Tuotteen kokoonpano.....	27
	4.3.1 TIG-hitsaus kiinnitystyökalun kokoonpanossa.....	28
5	TUOTEKEHITYS	31
	5.1 Peruste tuotekehitykselle	32
	5.2 Käytettävät ohjelmistot	33
	5.3 Työkuvat valmistukseen	33
6	SUUNNITTELUTYÖ	34
	6.1 Kiinnityspisteet ja rajoittavat tekijät	35
	6.2 Konseptit.....	37

7	VIPUKEVENNIN	38
7.1	Vipumekanismi	39
7.1.1	Rakenne	40
7.2	Teline	45
7.2.1	Rakenne	46
8	KIINNITYSASENNOT JA KÄYTTÖ	48
9	LOPPUTULOS	51
	LÄHTEET	53
	LIITTEET	

KUVALUETTELO

Kuva 1. Leimec Oy	s.13
Kuva 2. DXF-tiedosto rungon kiinnityslevystä	s.17
Kuva 3. Nestaus	s.18
Kuva 4. Pistimet ja tyynyt	s.19
Kuva 5. Finn-Power LPe6-yhdistelmäkone	s.21
Kuva 6. Esimerkki työkalurevolverin layoutista	s.22
Kuva 7. Laseryksikkö	s.23
Kuva 8. Särmäyksessä käytettäviä työkaluja	s.25
Kuva 9. Piirustuskuva särmäykseen	s.26
Kuva 10. Amada HFE 80-25	s.27
Kuva 11. TIG-hitsaus lisäaineella	s.29
Kuva 12. Piirustuskuva hitsaukseen	s.30
Kuva 13. Toimintavaiheet	s.31
Kuva 14. Vanha kiinnitystyökalu	s.32
Kuva 15. Starlock®-kiinnike	s.34
Kuva 16. Magnetisoitu kärki	s.34
Kuva 17. Asettelu	s.36
Kuva 18. Kiinnityspisteet (4 kpl)	s.36
Kuva 19. Vipukevennin (kokonaiskuva)	s.38
Kuva 20. Vipumekanismi (kokonaiskuva)	s.39
Kuva 21. Mekanismin runko	s.40
Kuva 22. Liukulaakerit asennettuna	s.41
Kuva 23. Asennustanko vaakatasossa	s.41
Kuva 24. Asennustanko ja palautusjousi asennettuna	s.42
Kuva 25. Vipu asennettuna (lähikuva)	s.43
Kuva 26. Suojalevyt ja kiinnityslevy asennettuna	s.44
Kuva 27. Teline (kokonaiskuva)	s.45
Kuva 28. Putkirunko	s.46
Kuva 29. Jalusta	s.47

Kuva 30. Kiinnitysosa	s.47
Kuva 31. Postilaatikon tuominen työskentelyalueelle (oikea sivuprofiili)	s.48
Kuva 32. Kärki kontaktissa runkoon kiinnityspisteessä 1	s.49
Kuva 33. Kiinnityspiste 1 (yläprofiili)	s.50
Kuva 34. Kiinnityspiste 2	s.50
Kuva 35. Kiinnityspiste 3	s.50
Kuva 36. Kiinnityspiste 4	s.50

LIITELUETTELO

LIITE 1. Bobi Xpress-postilaatikko	s.53
LIITE 2. Telineen ja vipumekanismiin yhdistävä teollisuussarana	s.54
LIITE 3. Vivun yläasento profiili	s.55
LIITE 4. Vivun ala-asento profiili	s.56
LIITE 5. Vipukevennin (rendered)	s.57

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

Bobi Xpress	Ruostumattomasta teräksestä valmistettu suoralinjainen postilaatikko, valmistettu Leimec Oy:llä
Starlock®-kiinnike	Keskeltä tähtimäinen aluslevy muistuttava komponentti, jota käytetään kiinnityksiin esimerkiksi akseleissa ja tapeissa
Levityskuva	Tietokoneavusteisesti levitetty ohutlevymalli
DXF-tiedosto	Levityskuva, sisältää levyosan geometrian, käytetään nestämisessä
Nestaaminen	Levyosien geometrioiden sijoittelua levyaihille, määrittelyt käytettävästä levyaihion koosta, ainevahvuudesta, levyaihion kiinnityksestä, lävistys- ja purkujärjestyksestä.
Työkalurevolveri	Levytyökeskuksissa oleva revolverimainen työkalupidin, johon työkalut asemoidaan
MultiTool-työkalu	Monesta eri työkalusta koostuva työkalu levytyökeskuksille
D Index-asema	Isoille lävistys- tai muotoilutyökaluille tarkoitettu asema työkalurevolverissa, mahdollisuus työstökulman muutokseen (0°-360°)
B index-asema	Lävistys- tai muotoilutyökaluille tarkoitettu asema työkalurevolverissa, pienempi kuin D- ja C-asema, mahdollisuus työstökulman muutokseen (0°-360°)

Kiinteä B-asema	Lävistys- tai muotoilutyökaluille tarkoitettu asema työkalurevolverissa, jossa työstökulma pysyy vakiona
MT 8/24	MultiTool-työkalu. Kahdeksan työkalua, maksimissaan 24 mm lävistyspistimiä
MT 24/8	MultiTool-työkalu. 24 työkalua, maksimissaan 8 mm lävistyspistimiä
3Ri	Kolmen työkalun index-asema
CNC	Tietokoneistettu numeerinen ohjaus
DWG	2D-tiedostomuoto piirustusten tallentamiseen ja jakamiseen
STEP	Kansainvälinen standardi tietokonetulkittavalle esitykselle ja teolliseen tiedonsiirtoon neutraalissa tiedostomuodossa
3D	Kolmiulotteinen

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön johdosta kehitettiin Bobi Xpress-postilaatikkojen kattojen kiinnittämiseen uusi kiinnitystyökalu. Kiinnitystyökalu on toimintaperiaatteeltaan työtasolle integroitava käsikäyttöinen vipukevennin. Sen tarkoituksena on asentaa tankomaisen rakenteen ja magnetisoidun kärjen avulla Starlock®-kiinnikkeet katoissa oleviin ohjaustappeihin. Kiinnityspisteitä on neljä. Starlock®-kiinnikkeet estävät katon irtoamisen ja lukkiutuvat tiukasti postilaatikon runkoa vasten ohjaustappien ympärille. Uudella kiinnitystyökalulla pyrittiin poistamaan aikaisemman työkalun käytöstä syntyneitä ergonomisia ongelmia ja tehostamaan kyseistä koonpanovaihetta.

Työ aloitettiin suunnittelulla. Koska kiinnitystyökalu on suunniteltu suurimmaksi osaksi ohutlevyteknisesti valmistettavaksi, opinnäytetyössä paneudutaan tarkemmin ohutlevyvalmistukseen ja siihen liittyviin menetelmiin. Tuotesuunnittelussa esitellään aikaisemman työkalun ongelmia ja vaatimuksia uudelle työkalulle. Suunnittelutyöstä syntynyttä tuotetta ja sen toimintaperiaatetta esitellään opinnäytetyön lopussa.

2 LEIMEC OY

Leimec Oy (**Kuva 1.**) kantaa juurensa 1960-luvulle, jolloin Unto ja hänen isänsä Aarne Leinola sekä Karl-Erik Bertell perustivat yhdessä Vaasaan peltikattoihin ja ränneihin kohdistuvan korjaustyöyrityksen T:mi rakennuspeltisepät & Kumpp. Myöhemmin pienten muutosten jälkeen ja tuotantotilojen kasvaessa töitä toivat muun muassa listat, kourut, katot ilmanvaihtokanavistot, purunpoistokanavat ja konesaumakatot. Kaupparekisteriin merkittiin yrityksen uudeksi nimeksi T:mi Leinolal & Kumpp. Vuonna 1972 valmistuivat uudet suuremmat tuotanto- ja toimistotilat Vetokannaksen teollisuusalueelle, jota vuosien saatossa on yhä laajennettu töiden ja tarpeiden kasvaessa.

Irakissa tapahtuvien isojen rakennushankkeiden johdosta, yhtiö näki jälleen kasvumahdollisuuden vuonna 1979 ja näin ollen Bagdadiin siirrettiin kojeistot ja rakennettiin tuotantotilat. Kyseinen hanke työllisti tuotantoon Suomesta 10–15 henkeä kerralla ja lisäksi paikalta palkattiin filippiiniläisiä, pakistanilaisia ja egyptiläisiä työntekijöitä. Tämä siirto toi korvaamatonta osaamista ja kokemusta koko Leinolal organisaatioon.

Kun elektroniikan ohutlevykomponenttien teko ja osien valmistus alkoivat, yhtiö hankki lisää koneita ja henkilöstön määrä kasvoi 85:een. Näin ollen ryhdyttiin miettimään, että voitaisiinko osa tuotannosta irrottaa omaksi yhtiökseen ja etsiä sille uudet toimitilat. Päätöksen jälkeen 25% mekaniikka- ja ohutlevykomponenttien tuotannosta keskitettiin uuteen yhtiöön, josta syntyivät Vaasa Mechanics Oy (Vamec) ja sen osakassopimus 1998 (osakekanta myyty Elektrometalli Oy:lle 2010).

Vuonna 2000 yhtiön uudeksi toimitusjohtajaksi valittiin Raimo Leinola ja samaan aikaan Bertellin osuus yhtiöstä lunastettiin molemminpuolisella päätöksellä. Konsernirakenteen muodostamisen jälkeen Oy Leinolal Ab:n tuotanto eriytettiin uuteen perustettavaan yhtiöön vuonna 2010 ja sen nimeksi päätettiin Leimec Oy.

Nykyisin Leimec Oy toimittaa valmiita ilmanvaihtojärjestelmiä ja valmistaa korkealaatuisia ohutlevytuotteita sekä tiivistystä. Tuotteisiin kuuluu myös Bobi-postilaatit, joita Leimec on valmistanut Vaasassa jo yli 25 vuotta /2/. Leimecin viime vuoden liikevaihto oli 4,3 miljoonaa euroa ja työntekijöitä on 23.

Leinolot Group on kasvanut kuuden yrityksen yritysryhmäksi, joka tarjoaa asiakkailleen monipuolisia metallialan palvelukokonaisuuksia. Konserniin kuuluu emoyhtiö Oy Leinolot Ab, Leimec Oy, Uwira Oy, Kilkanen Oy, T-Drill, ja T-Drill inc. Kansainvälisesti Leinolot Group toimii vaativilla markkinoilla, kuten öljy-, kaasu, ydinvoima-, laiva- ja voimalaitosteollisuudessa ja tekee myös vaativia teollisuusprojekteja. Leinolot Groupin tuotannosta noin 65% menee vientiin kaikille mantereille. /1/



Kuva 1. Leimec Oy

3 LÄHTÖKOHDAT

3.1 Aloitus

Työ aloitettiin tammikuun alussa Leimec Oy:llä aloituspalaverin merkeissä. Palaveriin osallistui tuotantojohtaja ja yhteistyötä tehtiin myös työnjohdon ja työntekijöiden kesken. Aloituspalaverissa keskusteltiin työn tulevasta kulusta ja sovittiin jatkuvista tapaamisista koko prosessin ajaksi. Varsinainen työ alkoi työntekijöiden haastatteluilla ja tiedon keruulla, jotta yhteistyö olisi monipuolista ja työhön liittyvät ideat ja ongelmakohdat tulisivat mahdollisimman tarkasti ilmi eri näkökulmista.

3.2 Työn rajaus

Alkuperäinen suunnitelma opinnäytetyölle oli kehittää Bobi Xpress-postilaatikoiden pohjan hitsaukseen tarkoitettu pikalukitteinen jigi pystypistehitsille, joka mahdollistaisi tämän kokoonpanovaiheen eriyttämisen nykyisestä hitsausautomaatista. Lisäksi ajateltiin opinnäytetyöhön sisällyttää postilaatikoissa olevien välitukien asennukseen tarvittavan levitystyökalun suunnittelu ja koko layout Bobi Xpress-postilaatikkovalmistuksesta olisi uudistettu. Tämä monesta eri aihealueesta koostuva työ olisi koitunut liian suureksi työmaaksi opinnäytetyön rajallisen ajan ja resurssien suhteen.

Päädettiin siis yhteen aiheeseen, jossa keskityttäisiin postilaatikkojen kattojen kiinnitystyökaluun. VAMKista opinnäytetyön ohjaaja kävi myös antamassa arvion työn laajuudesta ja se hyväksyttiin insinöörityöksi. Hyväksymisen jälkeen varsinainen työ sai alkunsa. Rajaukseksi muodostui tuotekehitysprojekti sisältäen 3D-tuotesuunnitelun ja uuden kiinnitystyökalun työkuvien luomisen valmistusta varten.

3.3 Työn tavoite

Tavoitteena oli luoda uusi toimintavarma ja käyttäjäystävällinen kiinnitystyökalu, joka tehostaa kattojen kiinnittämisen kokoonpanovaihetta. Katot kiinnitetään Star-

lock®-kiinnikkeillä. Jo työn alkuvaiheessa ideoitiin, että käsikäyttöinen vipukevennin olisi paras ratkaisu asennukseen. Vipukeventimellä voidaan tehdä tehokas asennus vähäisellä voimankäytöllä sekä kiinnityksen varmistus on parempi.

Työn aikana tehtiin tutkimusta erilaisten asennustyökalujen ratkaisuihin ja mekanismeista, jotka olivat samankaltaisissa käyttötarkoituksissa. Näitä tietoja käytettiin apuna vipukeventimen kehityksessä ja samalla hyödynnettiin vanhan työkalun periaatetta ja sen ominaisuuksia. Varsinainen tavoite oli luoda valmistuskuvat, jotta Leimec pystyisi vipukeventimen valmistamaan sen omissa tuotantotiloissa. Suunnittelun aikana on mietitty tarkoin sitä, että tuote on ohutlevyteknisesti, muilla metalliosilla sekä standardikomponenteilla toteutettavissa. Toiveena oli saada vipukevennin käyttöön Bobi Xpressien kokoonpanoon kevään aikana.

4 OHUTLEVYVALMISTUS

Ohutlevyllä tarkoitetaan ohutta metallilevyä ja sitä voidaan myös kutsua peliksi. Ohutlevyjä käytetään erilaisten tuotteiden valmistamisessa sekä rakentamisessa. Metallilevyjä on saatavilla eri paksuisina ja tyypillisimmät levy materiaalit ovat teräs, alumiini ja kupari. Ohutlevyjä voidaan myös pinnoittaa korroosion ehkäisemiseksi erilaisilla sinkitysmenetelmillä tai maalamalla. Valmistusteollisuudessa tavallisesti käytettäviä ohutlevyjä Suomessa toimittaa esimerkiksi Ruukki.

Ohutlevytuotantoon erikoistuneet yritykset käsittelevät metallilevyjä leikkaamalla, muovaamalla ja liittämällä. Leikkaaminen tapahtuu usein levytyökeskuksilla, joissa työn tarkkuus ja valmistustehokkuus ovat erinomaisia. Leikkaamisen voi myös suorittaa perinteisillä leikkureilla tai mekaanisilla menetelmillä, kuten pelti- ja kaarisaksilla. Levyä on mahdollista lävistää ja kuvioda erilaisilla meistätyökaluilla. Ohutlevyjen muovaamiseen on käytössä erilaisia muovausmenetelmiä, kuten syväveto ja painosorvaus sekä levyyn voidaan tehdä taitoksia särmäyspuristimilla ja kanttikoneilla. Myös levytyökeskuksiin on saatavilla erilaisia muovaustyökaluja, joiden avulla ohutlevyihin voidaan tehdä merkkauksia, kierteityksiä tai muovauksia. Ohutlevyosien liittäminen puolestaan voidaan tehdä esimerkiksi hitsaamalla tai standardikomponenttien avulla. /5/

Seuraavissa osioissa paneudutaan ohutlevyosien valmistukseen ja niihin liittyviin menetelmiin tarkemmin, koska se oli tämän työn kannalta olennaista. Lisäksi osioissa tuodaan esille tietyissä valmistusvaiheissa olevien työkoneiden toimintaperiaatteita ja niiden ominaisuuksia sekä suunnittelijan näkökulmaa, jotta haluttu levyosa saadaan valmistettua näitä menetelmiä käyttäen.

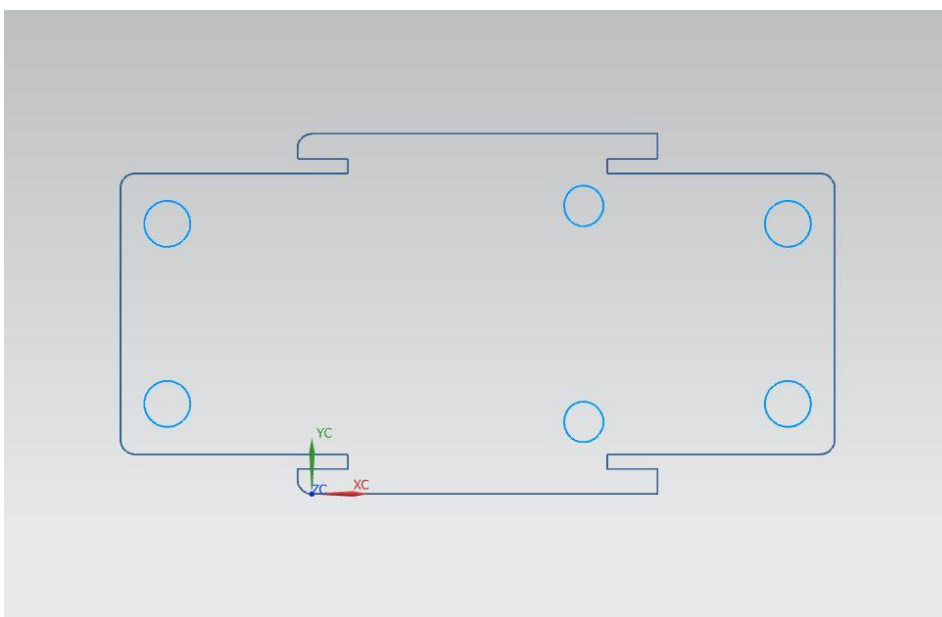
4.1 Levyn leikkaus levytyökeskuksella

Valmistusvaiheen ensimmäinen konkreettinen toimenpide on levyn leikkaaminen. Leikkaus tapahtuu levytyökeskuksella, josta syntyy halutun, lopullisen osan puolivalmiste. Kattojen uusi kiinnitystyökalu sisältää useita ohutlevystä valmistettavia

osia, joiden pääsääntöiseksi materiaaliksi suunniteltiin ruostumaton teräs. Levytyökeskuksella saavutetaan mahdollisimman tarkka työn tulos lyhyessä ajassa, joko lävistämällä tai laserleikkausmenetelmää käyttäen.

4.1.1 Nestaus

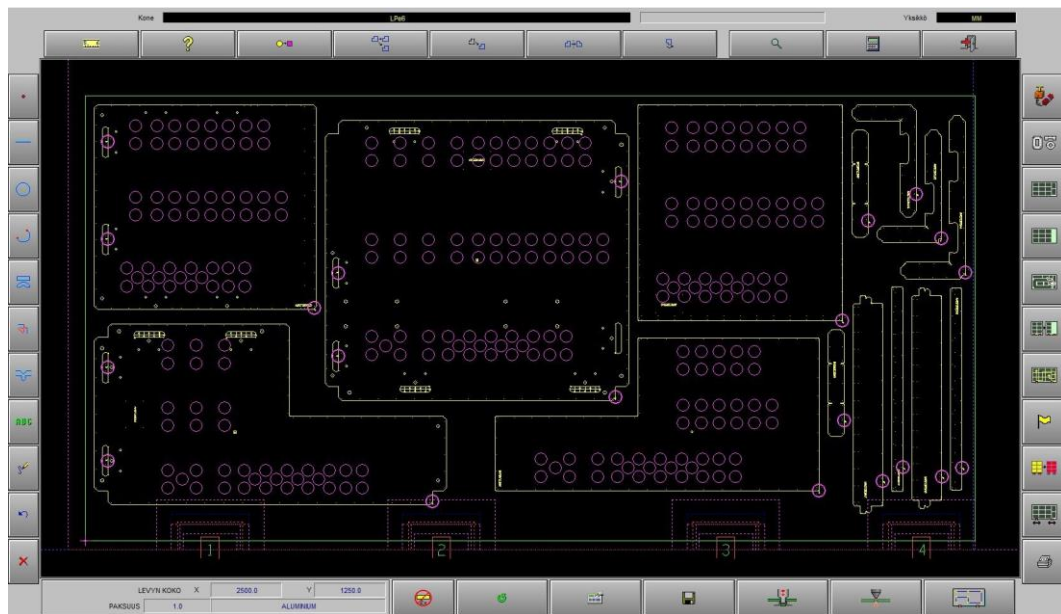
Levytyökeskus suorittaa leikkaamisen siihen syötetyn ohjelman perusteella. Ohjelman luomista kutsutaan nestaamiseksi, jolla tarkoitetaan levynkäytön optimointia. Suunnittelijan tehtävänä on piirtää levityskuva valmistettavasta levyosasta, joka sisältää levyosan geometrian. Käytännössä tämä toimenpide tarkoittaa DXF-tiedoston luomista (**Kuva 2.**). Kun tiedosto on käytettävissä, levyosasta tehdään kappaleohjelma. Kappaleohjelma puolestaan sisältää levyosan geometrian, materiaalmäärittelyn, käytettävät työkalut, liikeradat, aloituspisteen sekä purkumäärittelyn. Tämän jälkeen siirrytään nestaamisen toiseen vaiheeseen.



Kuva 2. DXF-tiedosto rungon kiinnityslevystä

Kappaleohjelmat sijoitellaan tietokoneavusteisesti levyaihille (**Kuva 3.**). Lisäksi annetaan tiedot käytettävästä levyaihiosta, ainevahvuudesta, levyaihion kiinnityksestä, lävistys- ja purkujärjestyksestä. Sijoittelu tulisi aina toteuttaa niin, että käytettävän levyaihion käyttöaste pysyisi mahdollisimman hyvänä. Ohjelma tulee vielä

generoida levytyökeskuksen ymmärtämään tiedostomuotoon (.NC). Toimenpiteiden jälkeen valmis ohjelma syötetään levytyökeskukselle, jolloin varsinainen työkierto voidaan aloittaa. /13/



Kuva 3. Nestaus

4.1.2 Työkierto

Levytyökeskuksen työtasolle asetetaan, joko käsin tai koneen automatiikkaa hyödyntäen levyaihio. Uusimmissa levytyökeskuksissa työtasojen pinta koostuu tyypillisesti pienistä pystysuuntaisista harjanipuista, joissakin vanhemmissa malleissa työtasoon on upotettu metallisia kuulia määrätyn välein levyaihion sulavan liikkeen aikaansaamiseksi. Levyaihio kiinnitetään tai se kiinnittyy määrättyllä tavalla työtason reunalla liikkuvan koneiston stoppareihin eli niin kutsuttuihin kynsiin. Koneisto liikuttaa levyaihiota vaakasuuntaisesti työtason pintaa vasten ohjelman koordinaattien mukaisesti työkalurevolverin alla tietyssä kohdassa, missä todellinen työstö tapahtuu.

Työkalurevolveri sisältää useita lävistys- tai muotoilutyökaluja, jotka levytyökeskus valikoi siihen syötetyn ohjelman perusteella. Laserleikkauksessa käytetään

omaa erillistä yksikköä. Itse työkalurevolveri koostuu kahdesta eri korkeudella olevasta tasosta, joiden välissä levyaihiota kuljetetaan. Lävistys tapahtuu työkalurevolveriin asetettujen ylä- ja alatyökalujen avulla. Ylätyökalua, joka sijaitsee työkalurevolverin ylemmässä tasossa, kutsutaan pistimeksi ja alatyökalua, joka sijaitsee työkalurevolverin alemmassa tasossa, kutsutaan tyynyksi (**Kuva 4.**). Kun levyaihio saavuttaa koordinaattien mukaisen pisteen, pistimeen johdetaan pystysuuntainen iskuliike. Pistimen ja tyynyn väliin jäävä levyaihion alue leikkaantuu tietyllä tavalla, käytettävästä työkalusta riippuen. Muovaavien työkalujen periaate on sama, mutta leikkausta ei välttämättä tapahdu. Pistimet ovat aina jousikuormitettuja, jotta ne palautuvat vakioasentoonsa seuraavaa iskua varten, ja uusi isku voidaan toteuttaa heti levyn siirtymisen jälkeen.



Kuva 4. Pistimet ja tyynyt

Lävistyksestä syntyvä lastu siirretään koneeseen yhdistettyjen kuljettimien avulla suoraan materiaalikohtaisiin jätelavoihin. Ei-toivotuissa tilanteissa lastu jää joko levyaihion ylä- tai alapuolelle häiritsemään seuraavaa työstöä aiheuttaen levyn pintaan epämuodostumaa tai epäonnistuneen lävistyksen. Tämän kaltaisen tilanteen

yleensä aiheuttaa työkalun tylsyyttä. Työkierron jälkeen jäljelle jäävä aihion ranka siirretään käsin tai levytyökeskuksen automaatiota hyödyntäen pois työtasolta ja uusi kierto voidaan aloittaa.

4.1.3 Finn-Power LPe6

Leimec Oy:llä on käytössä Finn-Power LPe6-yhdistelmäkone (**Kuva 5.**). Levytyökeskus mahdollistaa neljän eri lävistysteknologian käytön ja materiaalin kuljetuksen samassa paketissa. Koneeseen on yhdistetty ohutlevyn lävistys, muovaus, merkkkaus sekä CO₂-laserleikkaus. Ohutlevyn lävistämiseen on käytetty toiminta-periaatetta, joka yhdistää sähköservotekniikan ja mekaanisen voimansiirron. Olenaista integroidun lävistys- ja laserleikkauksen yhdistämisessä on sen monipuolisuus. Lävistyskonetta voi hyödyntää siellä, missä se on järkevämpää ja nopeampaa, kun taas laseria siellä, missä se on joustavinta. Ominaisuudet siis tuovat joustavuutta vaihtelevien vaatimusten täyttöön ja kustannustehokkuutta. Koneessa yhdistyvät alhaiset käyttö- ja ylläpitokustannukset, monipuolisuus, tarkkuus, ergonomia ja yhteensopivuus moderniin ekologiseen ajatteluun. /6, 7/

- Monipuolinen sähköservo-tekniikkaan perustuva lävistys
- Integroitu CO₂-laserleikkaus
- Maksimi levyaihion koko 3074 mm x 1565 mm
- Maksimi materiaalipaksuus
 - Lävistys 8 mm
 - Laserleikkaus, ruostumaton teräs ja alumiini 6 mm, rakenneteräs 8 mm
- Automatisoitu materiaalin kuljetus (lataus ja purku)



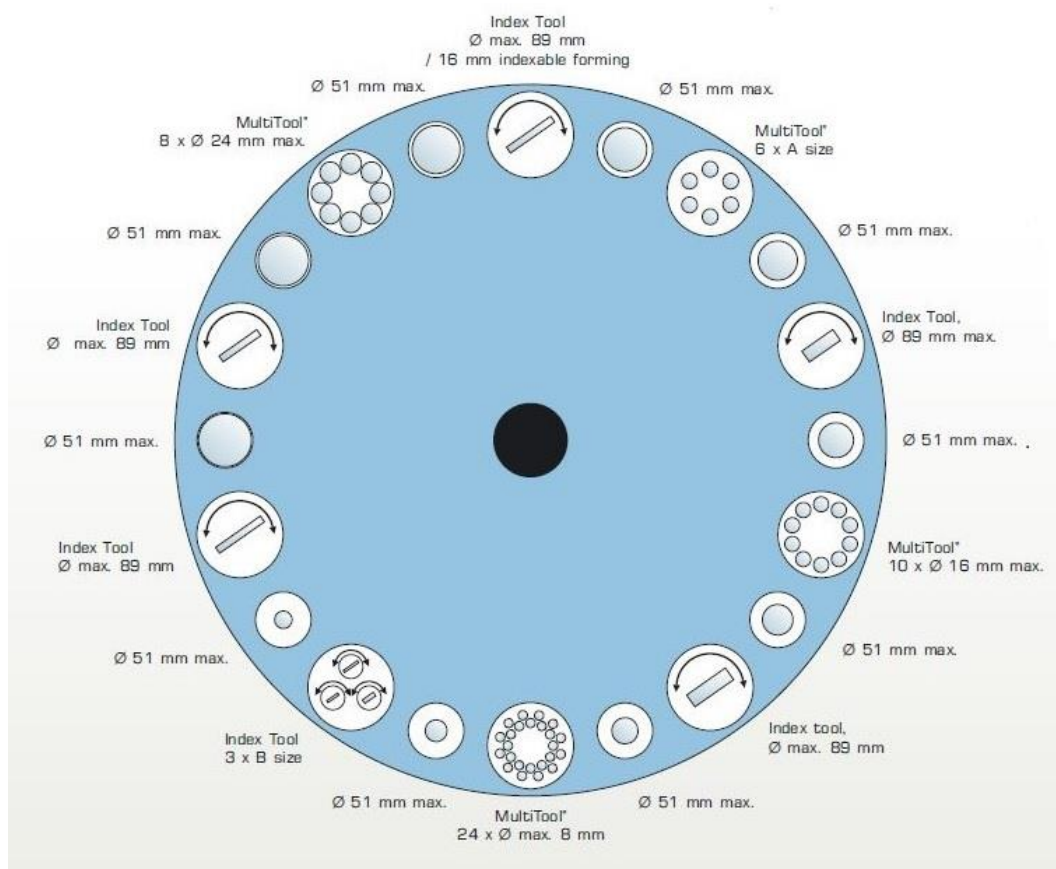
Kuva 5. Finn-Power LPe6-yhdistelmäkone

4.1.4 Lävistys

Työkalurevolverissa on 20 työkaluasemaa. Niistä viisi on D index-asemia, kolme B index-asemia ja loput 12 kiinteitä B asemaa. Asemissa käytettävät työkalut jakautuvat seuraavalla tavalla:

- D index-asemat
 - 1 kpl ylöspäin muovaukseen
 - 2 kpl MultiTool-työkaluille (MT 8/24 ja MT 24/8)
 - 1 kpl kolmen työkalun index-asema (3Ri)
 - 1 kpl tavallinen index-asema
- B index-asemat
 - 2 kpl tavallista index-asemaa
 - 1 kpl ylöspäin muovaukseen
- Kiinteät B asemat 12 kpl

Koneella saavutetaan 1000 1/mm lävistysnopeus 1 mm reikävälein ja kyseinen kone käyttää 200 kN tai 300 kN lävistysvoimaa. Index-asemissa olevien työkalujen pyörimisnopeus on jopa 250 rpm /6/. Huomioitavaa on, että työkalurevolverin layout vaihtelee yrityskohtaisesti. Kuvassa 6 on esimerkki työkalurevolverin layoutista.

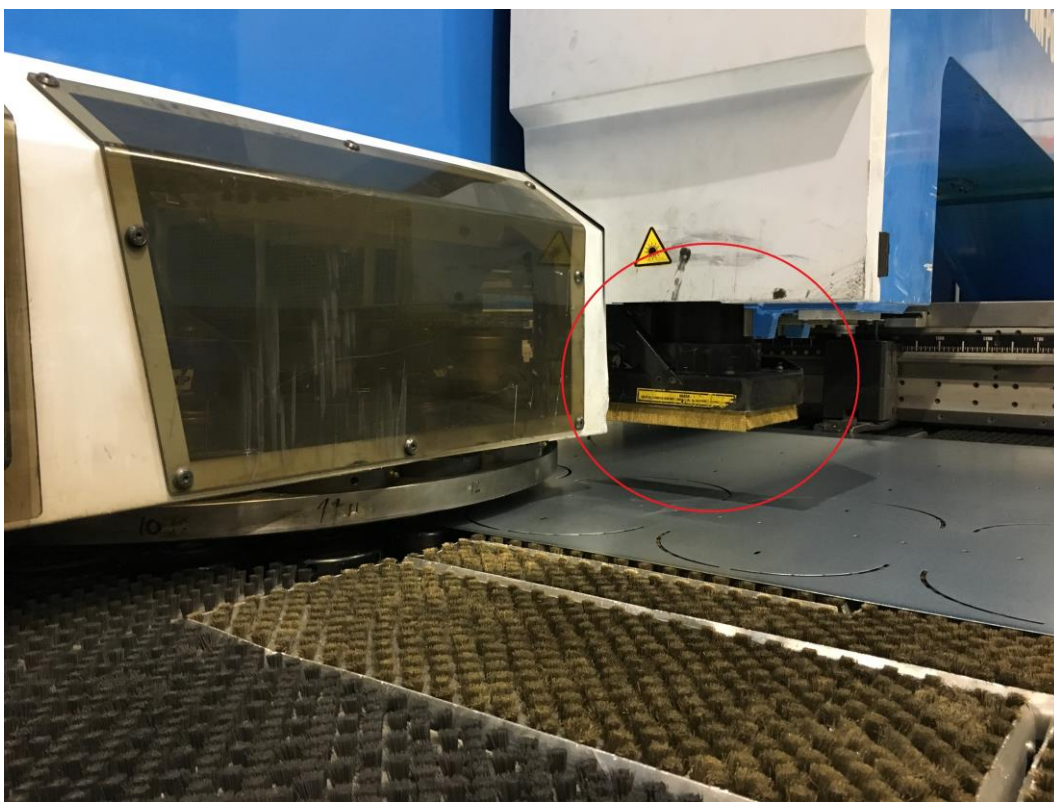


Kuva 6. Esimerkki työkalurevolverin layoutista

4.1.5 CO₂-laserleikkaus

Levytyökeskukseen on integroitu diffuusiojäähdytetty CO₂-laser eli hiilidioksidilaser /7/. Laseroivana väliaineena toimii hiilidioksidikaasu. Kaasuseos sisältää myös typpeä ja heliumia tietyssä suhteessa, jotka avustavat hyvänlaatuisen säteen synnyttämisessä. Kaasuseoksessa typpi toimii eräänlaisena herättäjänä ja avustaa sähköi-

sen energian siirtoa CO₂-molekyyliin ja heliumin tehtävä seoksessa on toimia jäähdyttäjänä /8 s. 54/. Varsinainen lasersäde saadaan aikaiseksi, kun väliainetta virittää sähkövirran avulla ja se kohdistetaan linsseillä polttopisteeksi. Polttopiste kuumenee niin kuumaksi, että materiaali sulaa, jonka jälkeen sula materiaali puhalletaan pois leikkauskaasulla eli inerttikaasulla /8/. Laser käyttää 2500 W tehoa eikä se myöskään tarvitse liikkuvia osia toimiakseen /7/. Kuvassa 7 on esitetty levytyökeskuksen laseryksikkö.



Kuva 7. Laseryksikkö

4.2 Levyosien taivutus särmäyspuristimella

Ohutlevyn leikkauksesta syntyvä levyosa siirtyy taivutusvaiheeseen. Särmäyspuristinta käyttäen levyosa taivutetaan haluttuun muotoon suunnittelijan piirustuksen mukaisesti. Särmäyspuristimet mahdollistavat levyosan taivutuksen suhteellisen vaivatta ja ovat tärkeänä osana ohutlevytuotannossa.

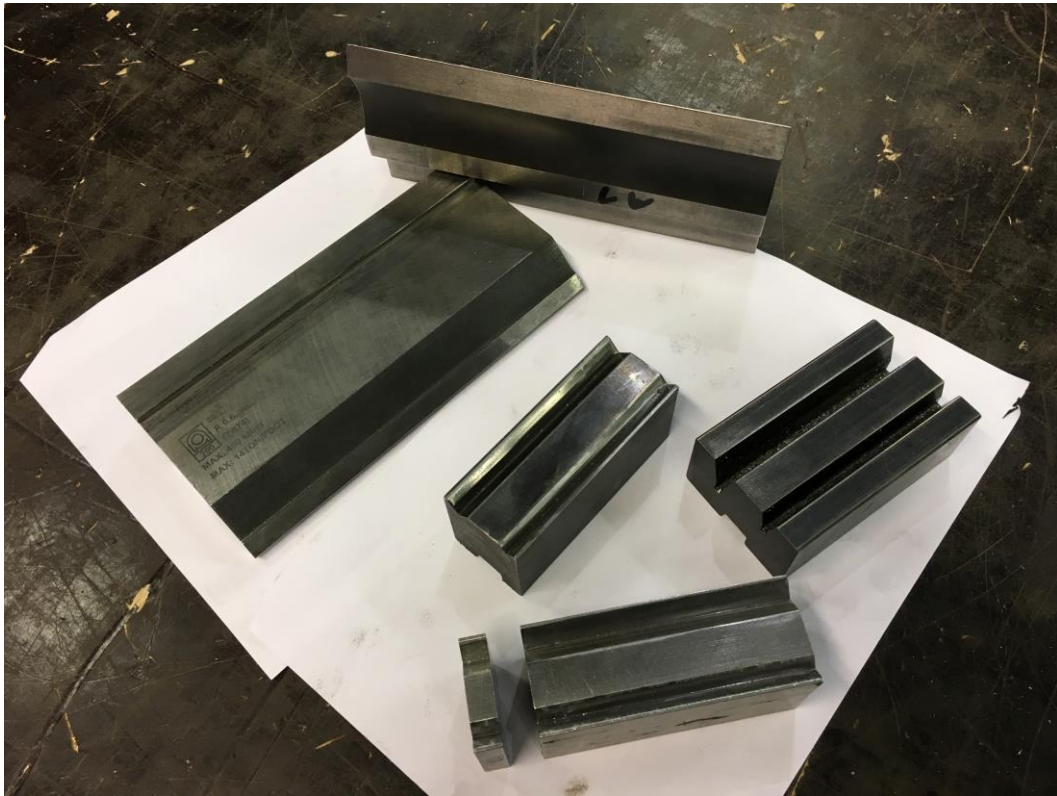
Taivutus on muovaava valmistusmenetelmä, jossa työkappaleeseen tehdään pysyviä muodonmuutoksia. Aineille, kuten metalli, muodonmuutos saadaan aikaiseksi, kun sen myötölujuus ylitetään, jonka jälkeen aine ei palaa alkuperäiseen muotoonsa. Taivutuksessa aine venyy taitoksen ulkopuolelta ja painuu kasaan eli tyssäytyy taitoksen sisäpuolelta.

Keskelle jäävää aluetta kutsutaan neutraaliakseliksi, jossa ei tapahdu kumpaakaan edellä mainituista. Neutraaliakseli on lähempänä taitoksen sisäreunaa kuin ulkoreunaa, koska aine venyy helpommin kuin tyssäntyy. Mitä jyrkempi taivutus tehdään, sitä lähemmäksi sisäreunaa neutraaliakseli siirtyy. Jos työkappaleeseen aiheutetaan liian suuri tyssäys tai venyminen, aine voi heikentyä tai murtua. /9/

4.2.1 Toimintaperiaate

Särmäyspuristin on levyjen taivutukseen tarkoitettu laite. Tavallisesti särmäyspuristimet ovat CNC-ohjattuja servo-hydraulisia laitteita, jotka koostuvat erilaisista osista, kuten akseleista sekä ylä- ja alatyökaluista. CNC-ohjattuihin särmäyspuristiin luodaan kappaleohjelmat, joilla määritetään esimerkiksi takavasteiden paikat tietyssä taivutusjärjestyksessä, puristusvoimat, taivutuskulmat ja taivutusleveydet.

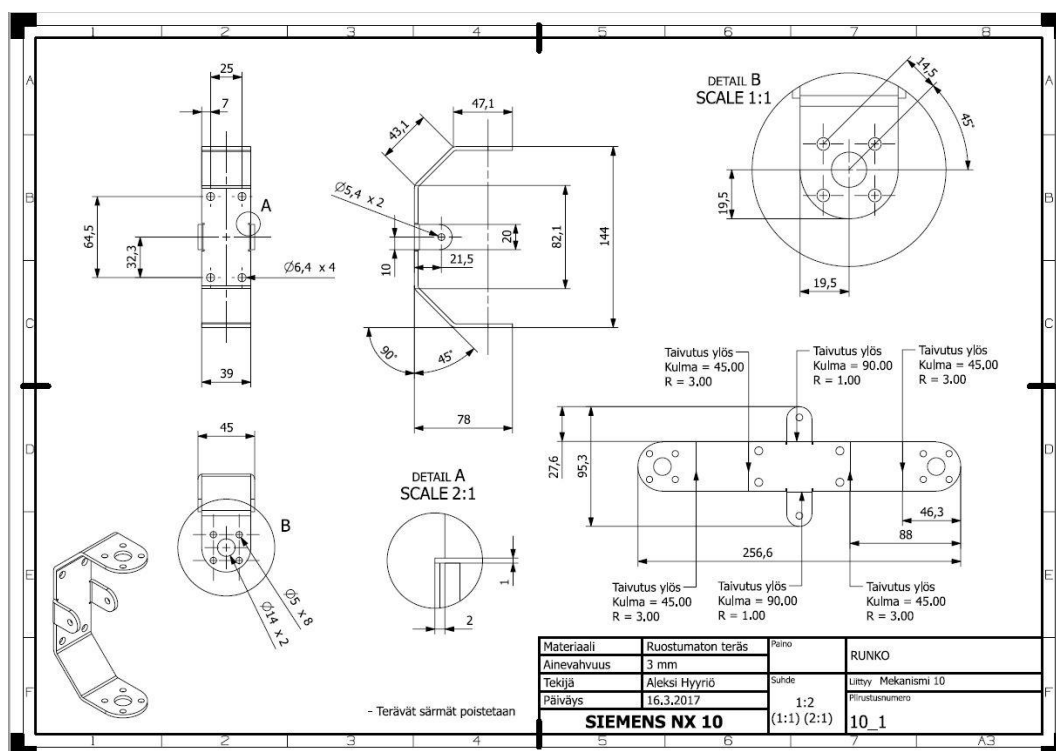
Taivutettava levyosa asetetaan ennalta määrättyyn kohtaan takavastetta vasten, jolloin varmistutaan siitä, että taivutuskohda on oikea. Varmistumisen jälkeen voidaan suorittaa varsinainen taivutus, jolloin ylätyökalu painaa hydraulivoimaa käyttäen levyosan voimakkaasti alatyökaluun vasten. Koska ylätyökalu on profiililtaan V:n muotoinen ja alatyökaluun on vastaavasti V:n muotoinen ura, levyosaan muodostuu taitos. Ylätyökalu määrää taitoskohtaan tulevan pyöristyssäteen ja alatyökalu kulman suuruuden. Myös puristusmatkalla vaikutetaan taitoksesta syntyvään kulmaan. Käytettäviä työkaluja on myös erilaisia, niistä yleisimmät ovat V-taitoksiin soveltuvat työkalut (**Kuva 8.**), joutsenkaula-työkalut ja pyöristykseen tarkoitettut työkalut. Taivutuksia tehdään, kunnes haluttu muoto työstettävälle levyosalle saavutetaan.



Kuva 8. Särmäyksessä käytettäviä työkaluja

Suunnittelijan on huomioitava monia tärkeitä asioita ohutlevysuunnittelussa. Jotta haluttu muoto ja taivutukset voidaan suorittaa onnistuneesti, on otettava huomioon asioita, kuten pyöristyssäteet, taivutuskevennykset, reikien tai aukkojen sijoitukset, toleranssit ja levyn venyminen. Suunnittelijan on myös tärkeää ymmärtää käytettävien työkalujen toimintaperiaatteet ja rajoittavat tekijät, jolla varmistutaan siitä,

että tuote on ylipäättään valmistettavissa. Kuvassa 9 on esimerkkiluontoisesti sär-
mäykseen ja mitoitusten tarkistamiseen tarkoitettu piirustuskuva uuden kiinnitys-
työkalun rungosta.



Kuva 9. Piirustuskuva särämäykseen

4.2.2 Amada HFE 80-25

Yksi Leimec Oy:llä käytössä olevista särämäyspuristimista on Amada HFE 80-25 (**Kuva 10.**). Vipukeventimeen liittyvät levyosat on suunniteltu taivutettaviksi ky-
seisellä särämäyskoneella. Särämäyskone on tyypiltään CNC-ohjattu hydraulinen pu-
ristin, jossa ylätyökalu tekee puristusliikkeen. Kone itsessään käyttää 9kW sähkö-
moottoria, joka tuottaa 800 kN puristusvoiman. Sillä on mahdollista taivuttaa 2570

mm matkalta ja takavasteet perääntyvät maksimissaan 1000 mm. CNC-ohjattuja akseleita on seitsemän. /10/



Kuva 10. Amada HFE 80-25

4.3 Tuotteen kokoonpano

Taivutusvaiheen läpikäyneet levyosat siirtyvät valmistusprosessin viimeiseen vaiheeseen. Ellei pinnoituksia tai muita jatkotoimenpiteitä tarvita, seuraavana on vuorossa levyosien ja standardikomponenttien toisiinsa liittäminen, eli kokoonpano. Kokoonpanovaiheeseen sisältyy myös lopullisen tuotteen toimivuuden testaus.

Suurin osa kiinnitystyökalun levyosista on tässä vaiheessa valmiina loppukokoonpanoa varten. Joitakin yksittäisiä levyosia joutuu kuitenkin vielä kierteyttämään, jotta niiden liittäminen loppukokoonpanoon onnistuisi. Kokoonpano tehdään standardikomponenteilla, kuten pulteilla, muttereilla ja TIG-hitsaamalla.

Kokoonpanolla tarkoitetaan standardikomponenttien, omassa tehtaassa eri vaiheissa valmistettujen ja muualta hankittujen osien liittämistä toisiinsa toimivaksi tuotteeksi tai sen osaksi. Mahdollisimman suuri osa kokoonpanotyöstä tulisi suorittaa hallituissa olosuhteissa ja siihen tarkoitukseen soveltuvia työvälineitä käyttäen. Perinteisesti kokoonpano on ollut käsityötä ja on edelleenkin säilyttänyt käsityövaltaisuutensa. Muu valmistus on ajan kuluessa yhä laajemmassa määrin koneistunut, mikä tekee kokoonpanosta hieman erikoisemman. Monissa tapauksissa kokoonpanotuotantoon tarvittava tila on myös suuri ja se usein myös sitoo yrityksen pääomaa varastoihin ja keskeneräiseen tuotantoon. Jopa 20-40% tuotteen kokonaistyöajasta kuluu kokoonpanoon monien tutkimusten mukaan, mikä on huomattavasti enemmän muihin tuotteen valmistusvaiheisiin verrattuna. /4 s. 111/

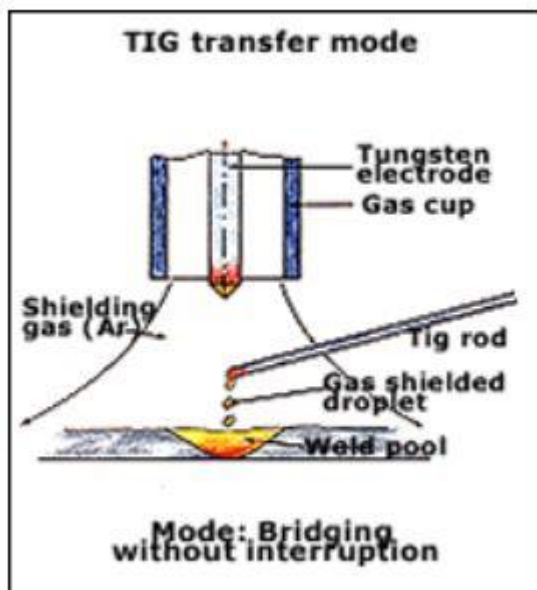
4.3.1 TIG-hitsaus kiinnitystyökalun kokoonpanossa

TIG-hitsaus on kaarihitsausprosessi, jossa valokaari palaa sulamattoman volframielektrodin ja työkappaleen välissä suojakaasun ympäröimänä. Suojakaasu on aina inertti kaasu, jona useimmiten käytetään argonia. Koska kaasu on reagointikyvytön, se ei reagoi sulan aineen kanssa, vaan samalla myös suojaa kuumaa elektrodia hapettumiselta.

TIG-hitsaus voidaan tehdä lisäaineella (**Kuva 11.**) tai ilman. Lisäaine on yleensä 1,5 - 3,3 mm paksuista paljasta lankaa, jonka koostumus vastaa hitsattavaa materiaalia. Jos käsinhitsauksessa käytetään lisäainetta, se tuodaan suoraan hitsisulaan. Lisäaine voidaan syöttää myös koneellisesti, jolloin puhutaan mekanisoidusta TIG-hitsauksesta.

TIG-hitsauksen käyttöalue alkaa noin 0,1 mm:n ainepaksuudesta lähtien. Se on hyvin yleinen ja tärkeä hitsausmenetelmä, joka soveltuu vaativien putkistojen, ruostumattomien putkien ja putkipalkkien hitsaukseen ja valmistamiseen, ohuiden aineiden, alumiinin ja erikoismetallien hitsaukseen sekä pieniin korjaushitsauksiin.

Etuihin kuuluu mm. hyvä sulan ja tunkeuman hallinta, lämmöntuonti on hyvin säädettävissä, metallurgisesti erittäin puhdas hitsi ja hitsaus on mahdollista ilman lisäainetta. Lisäksi TIG-hitsauksella saadaan tuotettua kestävä, kuonaton ja hyvämuotoinen hitsi. /11/

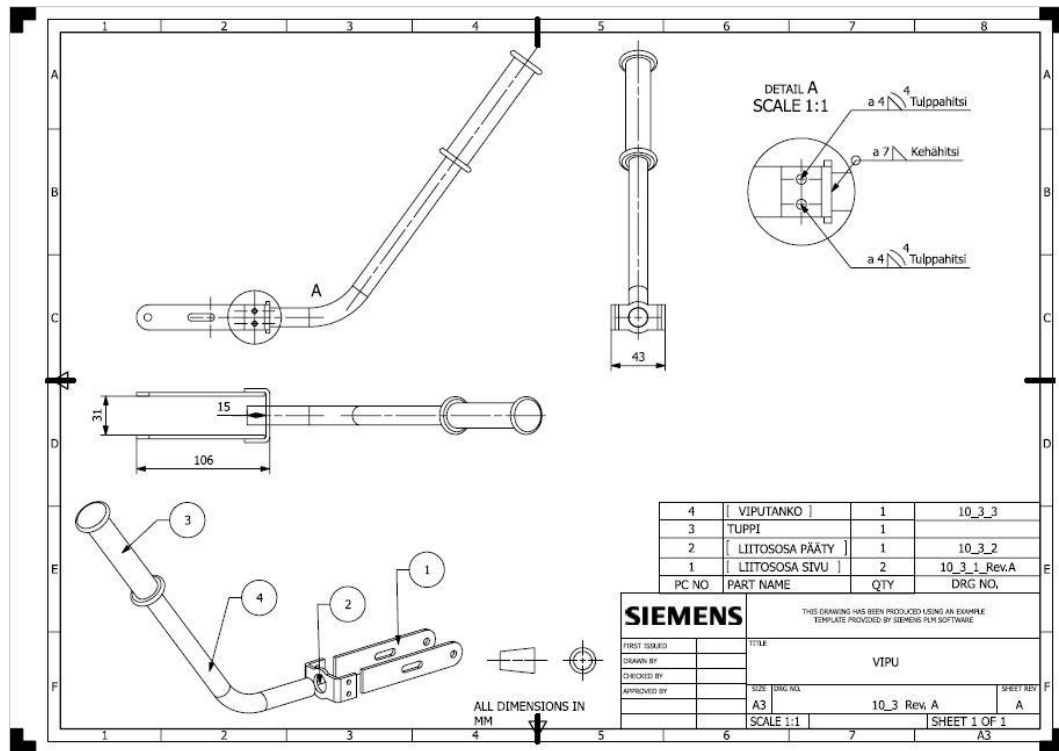


Kuva 11. TIG-hitsaus lisäaineella

Osa kiinnitystyökalun kokoonpanosta tehdään TIG-hitsauksella. Koska kyseisellä hitsausmenetelmällä voidaan tuottaa tarkka, kestävä ja ulkoisesti hyvänlaatuinen lopputulos, se soveltuu hyvin kiinnitystyökalun osien liittämiseen. Hitsausta käytetään siellä, missä standardikomponentteja ei ole järkevää käyttää ja siellä missä vaaditaan kestävää rakennetta.

Hitsattavia kohteisiin kuuluu esimerkiksi ne levyosat, joiden suoranainen valmistaminen ei onnistu yhdestä palasta taivuttamalla. Tällaisissa tilanteissa haluttu osa joudutaan valmistamaan useasta eri palasta, jotka liitetään hitsaamalla. Osien suhteellisen pienen rakenteen ja halutun muodon säilyttämiseksi ei liittämistä ole järkevää tehdä tavallisia ruuveja tai pultteja käyttäen. TIG-hitsausta varten osiin on

suunniteltu hitsausreijät. Kuvassa 12 on esimerkki hitsauksessa käytettävästä piirustuskuvasta, kiinnitystyökalun vivusta.

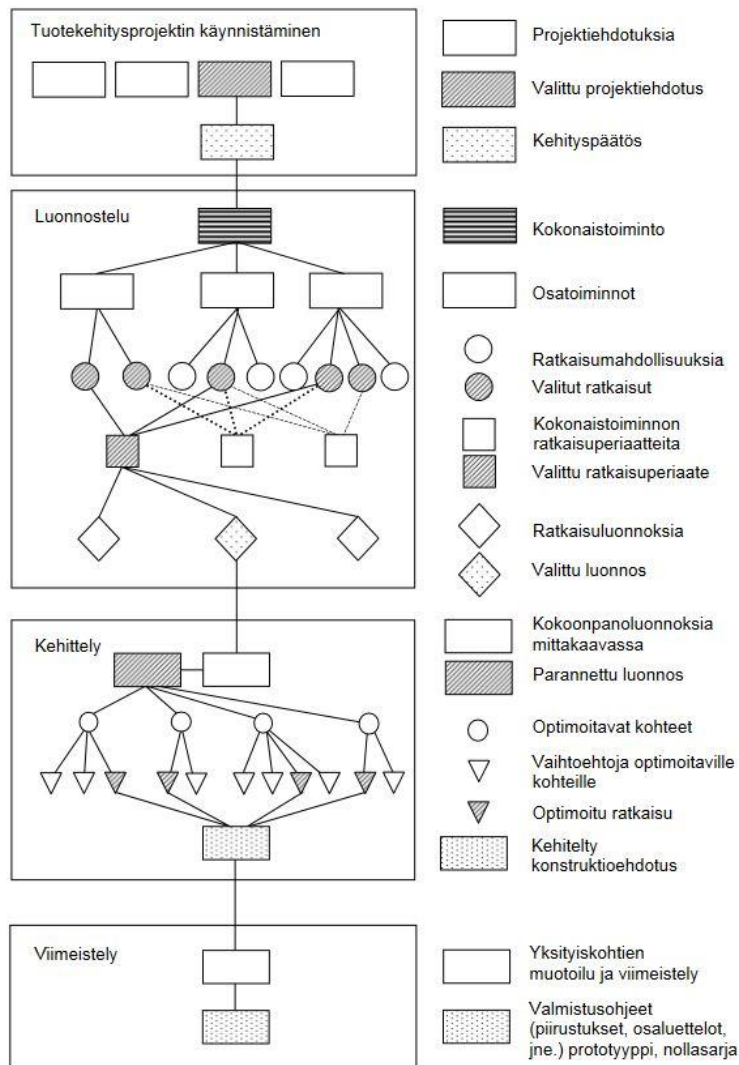


Kuva 12. Piirustuskuva hitsaukseen

Liitoskohta, johon vivun käytöstä syntyy rasitetta, hitsataan. Tämänkaltainen liitoskohta on vivun ja liitososapäädyn kontaktipinnassa (**Kuva 12**). Kun vipua käytetään, liitoskohtaan aiheutuu momenttia ja pidemmällä käytöllä metalli alkaa väsyä. Myös osien erilaisten geometrioiden takia ajateltiin, että hitsaus on tähän järkevä tehdä. Myös kiinnitystyökalun telineen ja työtasoon kiinnittyvän jalustan liitoskohta hitsataan. Jokaisesta hitsausvaiheesta on valmistettu työkuvat.

5 TUOTEKEHITYS

Tuotekehityksellä tarkoitetaan toimintaa, jonka tavoitteena on kehittää uusi tai paranneltu tuote. Kyse voi olla siis täysin uuden tuotteen suunnittelemisesta tai olemassa olevan tuotteen edelleen kehittämisestä niin, että tuotteesta tulee teknisesti aikaisempaa parempi. Tuotekehitysprojekti voidaan jakaa neljään toimintavaiheeseen, jotka ovat käynnistäminen, luonnostelu, kehittäminen ja viimeistely. Toimintavaiheet seuraavat toisiaan kuvan 13 mukaisesti. /12/



Kuva 13. Toimintavaiheet

5.1 Peruste tuotekehitykselle

Aikaisemman työkalun ongelmaksi ilmeni jatkuva alaspäin kohdistuva työntöliike Starlock®-kiinnikkeiden asentamisessa. Kiinnike asetetaan työkalussa olevaan magnetisoituun kärkeen, jonka jälkeen sen painaminen on mahdollista katossa olevaan ohjaustappiin. Työntöliike vaati reilusti voimaa asentajalta, jotta kiinnike saataisiin paikoilleen. Xpress postilaatikoita puolestaan valmistetaan erissä, yhden erän koko on tyypillisesti 420 kpl. Katon kiinnittämiseen tarvitaan neljä kiinnikettä, joten yhden erän aikana tarvitaan yhteensä 1680 työntävää liikettä. Kokoonpanovaihe ei aikaisemmalla työkalulla ollut hyväksi työntekijän ergonomialle, joten tämä loi perusteen työkalun kehitystyölle.



Kuva 14. Vanha kiinnitystyökalu

Tuotekehityksellä pyrittiin kehittämään uusi työkalu aikaisemman työkalun toimintaperiaatetta silmällä pitäen. Sen ominaisuuksia, kuten asennuskärki ja tankomainen rakenne (**Kuva 14.**) on sovellettu uuteen työkaluun. Edelleen periaate on pysynyt samana, mutta tankomaisen käsillä painettavan työkalun sijasta käytetäänkin vipukevennintä, joka on integroitu työtasoon. Asennuksen suorittaa työntekijä vi-

pua kääntämällä ja postilaatikon kohdistuksen hoitavat työtasolla olevat ohjauslistat. Vipukevennin edesauttaa Starlock®-kiinnikkeiden painamista kannessa oleviin ohjaustappeihin ja helpottaa työntekijää niiden asentamisessa.

Kehitystyön käynnistämisen yhteydessä keskusteltiin ominaisuuksista, jotka uuden kiinnitystyökalun tuli täyttää. Niistä tärkeimmät olivat varmatoimisuus, helppokäyttöisyys, halvat valmistuskustannukset, työntekijän hyvä ergonomia, kohtisuora asennus ja varmistus kiinnikkeiden pohjaan saattamisesta.

5.2 Käytettävät ohjelmistot

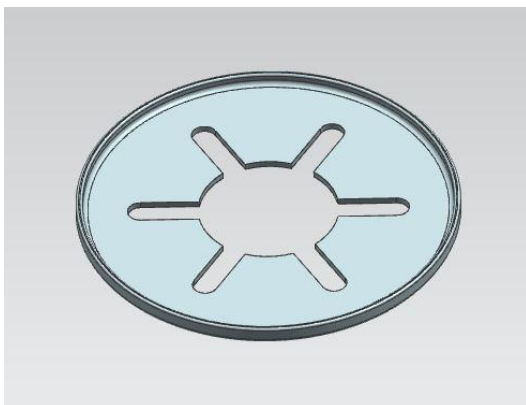
Työssä käytettiin Siemens NX 10- ohjelmistoa 3D-mallien, kokoonpanojen ja piirustuskuvien tekoon. Toteutus tapahtui opiskelijoille suunnatulla lisenssillä. Työssä käytettiin myös Microsoft Excel- ohjelmistoa apuna dokumentointiin ja valitun konseptin rakenteen selkeyttämiseen. Dokumentointiin liittyviä tietoja ovat esimerkiksi valmistettavien levyosien nimet, piirustusnumerot, revisiot, eri tiedostot, kokoonpanoon liittyvät standardikomponentit ja kappalemäärät.

5.3 Työkuvat valmistukseen

Kaikista kiinnitystyökaluun liittyvistä osista ja kokoonpanoista tehtiin piirustuskuvat, joita käytetään tuotteen valmistamisessa. Piirustuskuvat sisältävät oleellisia tietoja, kuten osien materiaalit, ainevahvuudet, osaluettelot ja kuvat itse osasta tai kokoonpanosta mittoineen. Piirustuskuvia käytetään särmäyksessä, hitsauksessa, kokoonpanossa ja mitoituksien tarkastamisessa. Tavallisten piirustuskuvien lisäksi tehtiin tiedonsiirtotarkoituksessa Autodesk Inventor- ohjelmistolle sopivat DWG-piirustuskuvat ja STEP-tiedostot 3D-malleista. Lisäksi nestaamista varten DXF-tiedostot valmistettavista levyosista.

6 SUUNNITTELU TYÖ

Suunnittelutyön aikana tehtiin tutkimuksia erilaisten asennustyökalujen ratkaisuihin ja mekanismeista, jotka ovat samankaltaisissa käyttötarkoituksissa. Näitä tietoja käytettiin apuna vipukeventimen kehityksessä ja samalla hyödynnettiin aikaisemman työkalun periaatetta ja sen ominaisuuksia. Kuten edellä mainittiin, magnetoitu kärki (**Kuva 16.**) ja siihen yhdistetty asennustanko on sovellettu uuteen työkaluun. Kun Starlock®-kiinnike (**Kuva 15.**) asetetaan kärkeen, se pysyy paikoillaan kärjen aiheuttaman magneettisen pidon ja koneistetun muodon ansiosta. Koonpanovaiheeseen ei tällöin koidu ylimääräisiä työvaiheita.



Kuva 15. Starlock®-kiinnike



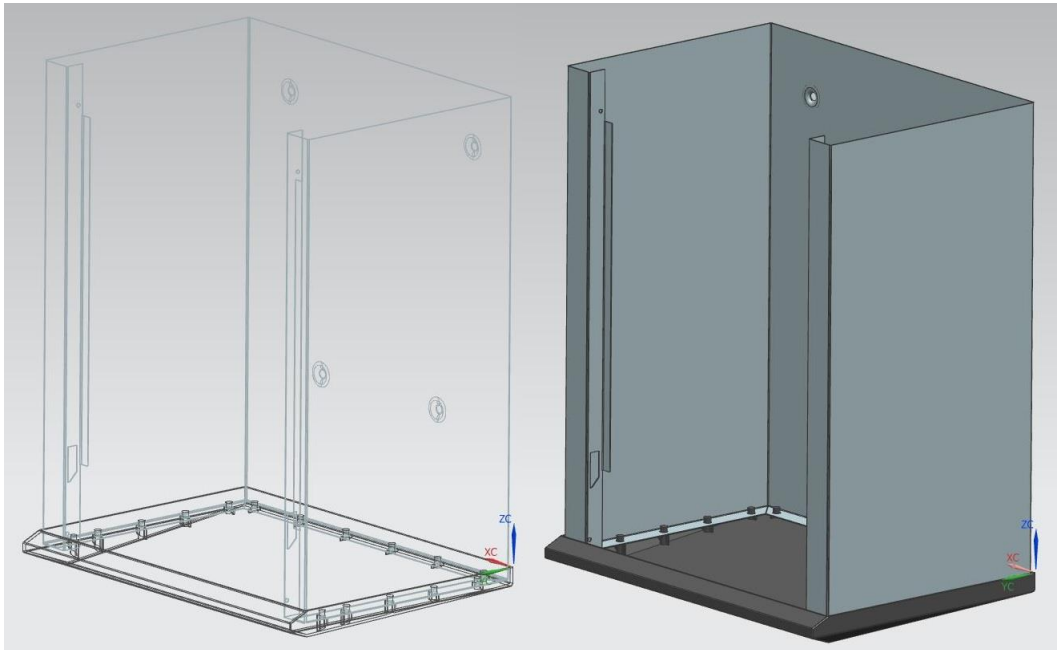
Kuva 16. Magnetoitu kärki

6.1 Kiinnityspisteet ja rajoittavat tekijät

Kokoonpanovaiheen alussa katto asetetaan työtasolle niin, että siinä olevat ohjaustapit osoittavat ylöspäin. Tämän jälkeen postilaatikon runko tuodaan ylösalaisin katon päälle ja painetaan se kohtisuorasti kattoon vasten, jolloin ohjaustapit läpäisevät rungon yläpäässä olevat reiät (**Kuva 17.**). Runko asettuu ohjaustappien alaosaan olevien kannakkeiden päälle. Ohjaustappeja on yhteensä 16 kappaletta, joita neljään Starlock®-kiinnikkeeseen asennetaan (**Kuva 18.**). Kiinnikkeiden tulee aina olla kontaktissa postilaatikon runkoon, näin ollen kiinnitys on tiukka ja postilaatikon seuraavat käsittelyt eivät aiheuta välystä rungon ja katon väliin.

Suunnittelutyön aikana ilmeni rajoittavia tekijöitä, mikä vaikutti lopulliseen tulokseen. Postilaatikon sisäpuolella on ahtaat välit kiinnityspisteiden läheisyydessä. Ohjaustappien keskilinjan ja rungon väliin jäävä alue on 8,3 mm vaakasuunnassa ja 24,3 mm pystysuunnassa. Starlock®-kiinnikkeiden ulkokehän ja rungon väliin jäävä alue on vaivaiset 0,8 mm. Tämä vaikutti varsinkin kärjen kehittämiseen, jolloin ajateltiin, että käytetään aiemman työkalun kärjen piirteitä.

Aluksi tehtiin suunnitelmaa, jos työkaluun pystyisi ”lataamaan” kiinnikkeitä etukäteen, jolloin jokaisen kiinnittämisen yhteydessä ei tarvitsisi aina erikseen asettaa kiinnikkeitä kärkeen. Ahtaat välit ja integroidun vipukeventimen liikkuvuuden rajoitukset kuitenkin syrjäyttivät idean. Tämänkaltaiset asennukset on yleensä toteutettu pneumaattikan avulla, joka puolestaan olisi tehnyt yksinkertaisen asian monimutkaisemmaksi sekä lisännyt kustannuksia erilaisissa hankinnoissa. Ohjaustapin yläosan ja rungon pinnan välinen etäisyys on 4,3 mm, eli kiinnityslieki ei tarvitse olla sen suurempi. Kuitenkin, asennustangon on noustava tarpeeksi ylös asennuspinnasta, jotta postilaatikon poistaminen työtasolta onnistuisi (3D-malleissa ei ole välitukea, mutta sen vaikutus asennustangon poistumiseen on otettu tarkasti huomioon)



Kuva 17. Asettelu



Kuva 18. Kiinnityspisteet (4 kpl)

6.2 Konseptit

Jo opinnäytetyön alussa ideoitiin, että potentiaalisin vaihtoehto Starlock®-kiinnikkeiden asentamiseen kattojen kiinnityksessä olisi vipukevennin. Kaikki suunnittelutyön aikana muodostuneet konseptit pyörivät tämän idean ympärillä. Jokaisessa konseptissa työntekijä käyttää vipua, jolloin asennustanko tekee tarvittavan kiinnitysliikkeen. Vain tyyli miten voimansiirto tapahtuu, on eri konsepteissa muuttunut, koska tietyssä kiinnityspisteessä olevan vivun liike on aina ympyrämäinen ja asennustangon liike on puolestaan alaspäin kohtisuora. Näin ollen vivun ja asennustangon väliseen kiinnityspisteeseen muodostuu epälineaarisuutta. Tästä johtuen eri ideoita punnittiin konseptitasolla.

Suunniteltiin, että voima siirrettään vivulla suoraan asennustangon yläpään nivellyksen avulla. Toinen syntynyt idea oli johtaa voima asennustangolle molemmin puolin pystysuunnassa olevien listojen avulla, jolloin listojen yläpää olisi kiinnittynyt vipuun ja alapää asennustankoon. Molemmissa edellä mainituissa vaihtoehdoissa ongelmia tuotti eniten suhteellisen pitkässä liikkeessä asennustankoon kohdistuva vääntöliike, joka tällöin vastustaisi tiukasti kohtisuorassa olevan asennustangon liikettä. Eräs idea oli myös koneistaa vivun kiinteään päähän soikea muoto, johon asennustangon yläpää olisi kontaktissa. Kun vipua käytetään, koneistettu pinta myötäisi asennustangon yläpäää ja koneistetun muodon ansiosta asennustankoon saataisiin liike. Tämä oli teoriatasolla toimiva, koska voima olisi aina kohtisuora, mutta liikematka liian lyhyt. Ajateltiin myös, että vipumekanismiin voisi liittää työkalukeventimeen, jossa on kolme vapausastetta. Konseptia ei kuitenkaan lähdetty jalostamaan.

Erilaisia konsepteja kiinnitystyökalusta syntyi työn aikana useita, joita testattiin 3D-ympäristössä. Vain yksi konsepti osoittautui kaikkine puolineen parhaaksi.

7 VIPUKEVENNIN

Vipukevennin (**Kuva 19.**) koostuu kahdesta pääkokonaisuudesta. Ne ovat teline ja vipumekanismi. Teline on suunniteltu rakenteeltaan putkimaiseksi, joka kiinnittyy jalustan avulla suoraan työtasoon (korkeussäädettävän saksipöydän ylätasoon). Vipumekanismi on asennukseen tarkoitettu jousikuormitteinen työkalu, jota käytetään vivun avulla.



Kuva 19. Vipukevennin (kokonaiskuva)

7.1 Vipumekanismi

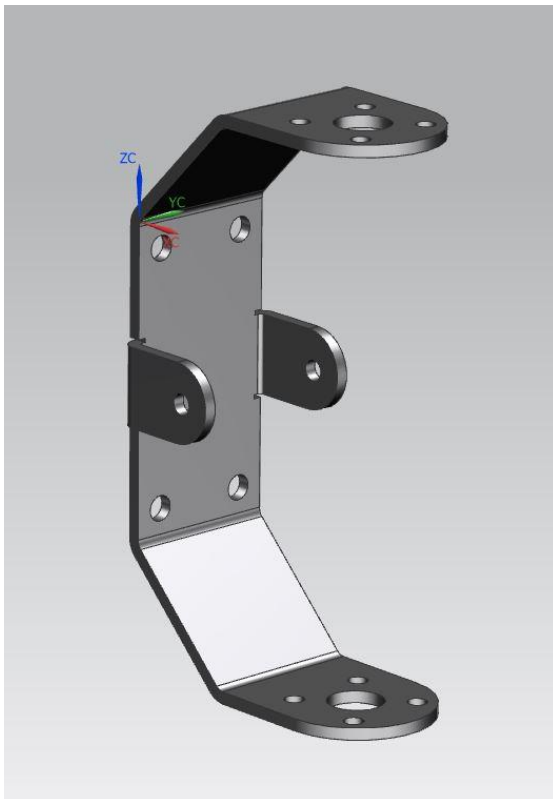
Vipumekanismi (**Kuva 20.**) mahdollistaa Starlock®-kiinnikkeiden asentamisen. Kun vipua käännetään alaspäin, voima siirtyy asennustangolle liitososien avulla. Asennustanko liikkuu mekanismin rungossa kohtisuorasti siihen asennettujen liukulaakereiden välissä. Kun Starlock®-kiinnike on asennettu, asennustanko palautuu vakioasentoonsa palautusjousen avulla.



Kuva 20. Vipumekanismi (kokonaiskuva)

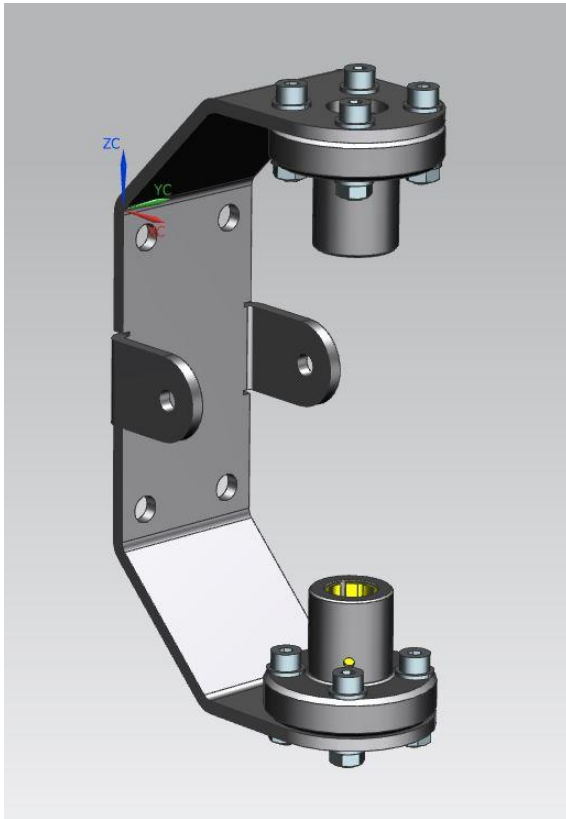
7.1.1 Rakenne

Runko (**Kuva 21.**) on ohutlevystä suunniteltu rakenne mekanismille. Materiaaliksi valittiin 3 mm ruostumaton teräs. Siihen kiinnittyvät kaikki mekanismin osat. Runko valmistetaan levytyökeskuksen ja särmäyspuristimen avulla.



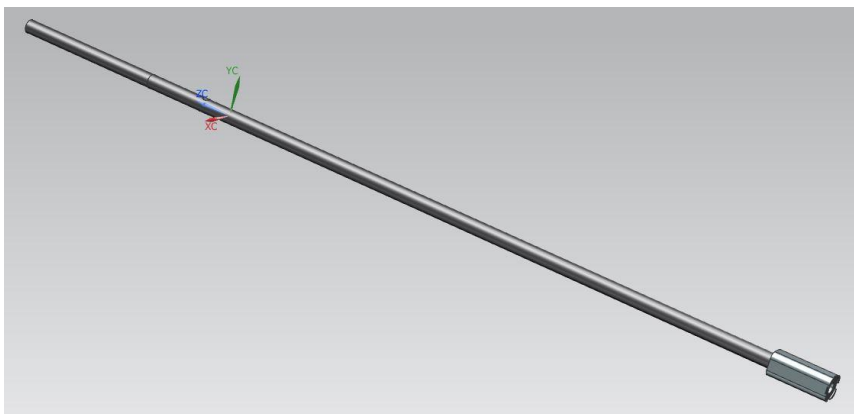
Kuva 21. Mekanismin runko

Rungon ylä- ja alatasoon asennetaan liukulaakerit (FJUM-01-10-1). Liukulaakereilla (**Kuva 22.**) mahdollistetaan asennustangon sujuva ja kohtisuora liike rungon välissä. Liukulaakereita on kaksi ja asennetaan runkoon M4-standardikomponenteilla (8 x DIN 912 VG, 16 x DIN 125, 8x DIN 934).



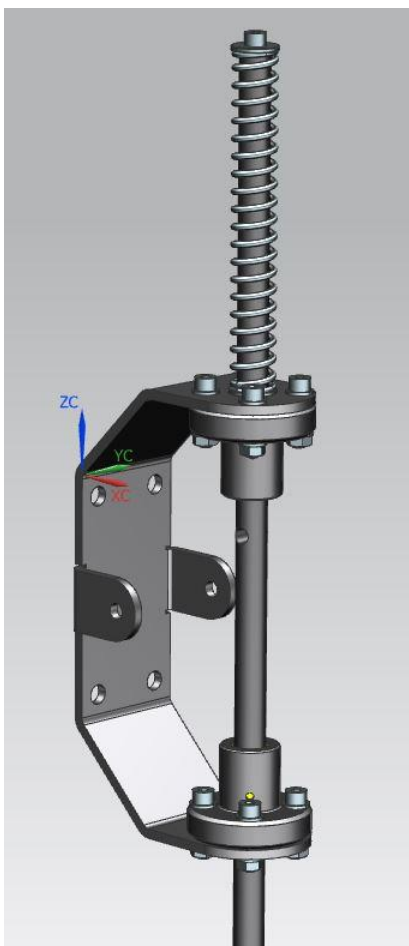
Kuva 22. Liukulaakerit asennettuna

Asennustanko (**Kuva 23.**) koostuu kahdesta osasta, tangosta ja magnetisoidusta kärjestä. Ne TIG-hitsataan toisiinsa. Kärjen avulla varsinainen Starlock®-kiinnikkeiden asennus tapahtuu ja tanko mahdollistaa asennuksen postilaatikon rungon yläpuolelta.



Kuva 23. Asennustanko vaakatasossa

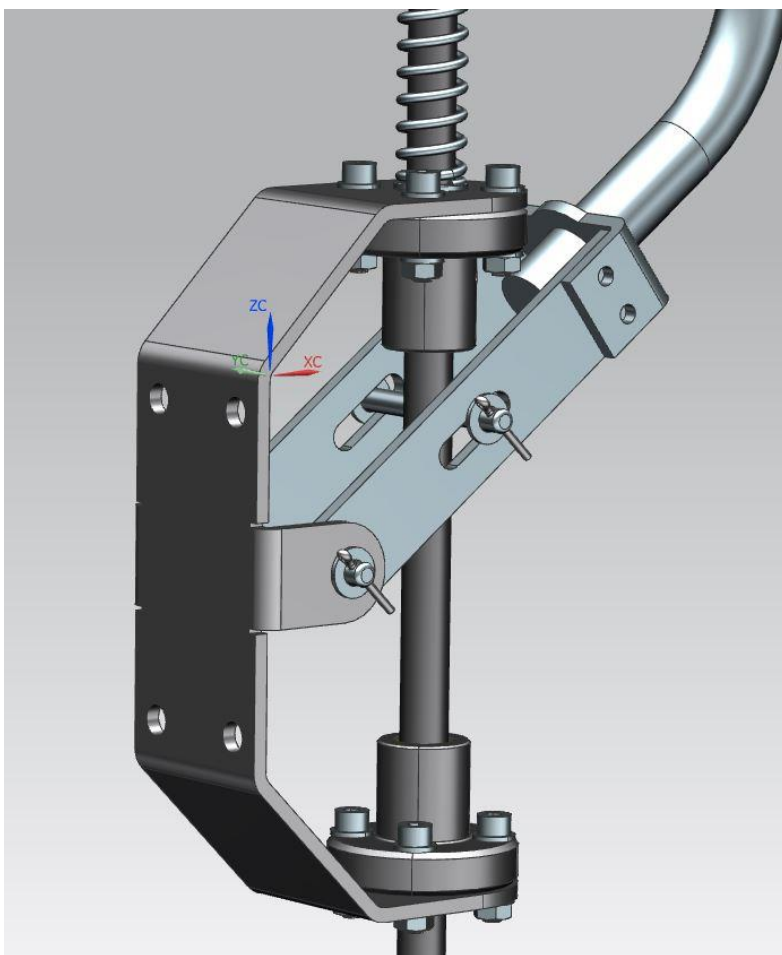
Asennustanko työnnetään rungon alapuolelta liukulaakereiden väliin 106 mm ylemmäs rungon ylätasoon nähden. Kärki jää rungon alapuolelle. Se kiinnitetään paikoilleen palautusjousen ja M4-standardikomponenttien avulla (1 x DIN 912 VG, 2 x DIN 9021). Palautusjousen vapaa pituus on 105 mm ja maksimiliikkuvuus (puristus) 57,8 mm. Langan paksuus on 2 mm (DIN 17223). Koska kuormitettuna palautusjousen sisähalkaisijan mittaan syntyy pientä muutosta, on tanko koneistettava ulkohalkaisijaltaan 9,9 millimetriin palautusjousen matkalta ennen asennusta ylimääräisen kitkan välttämiseksi. Kuvassa 24 on mekanismin runkoon asennettu asennustanko ja palautusjoussi.



Kuva 24. Asennustanko ja palautusjoussi asennettuna

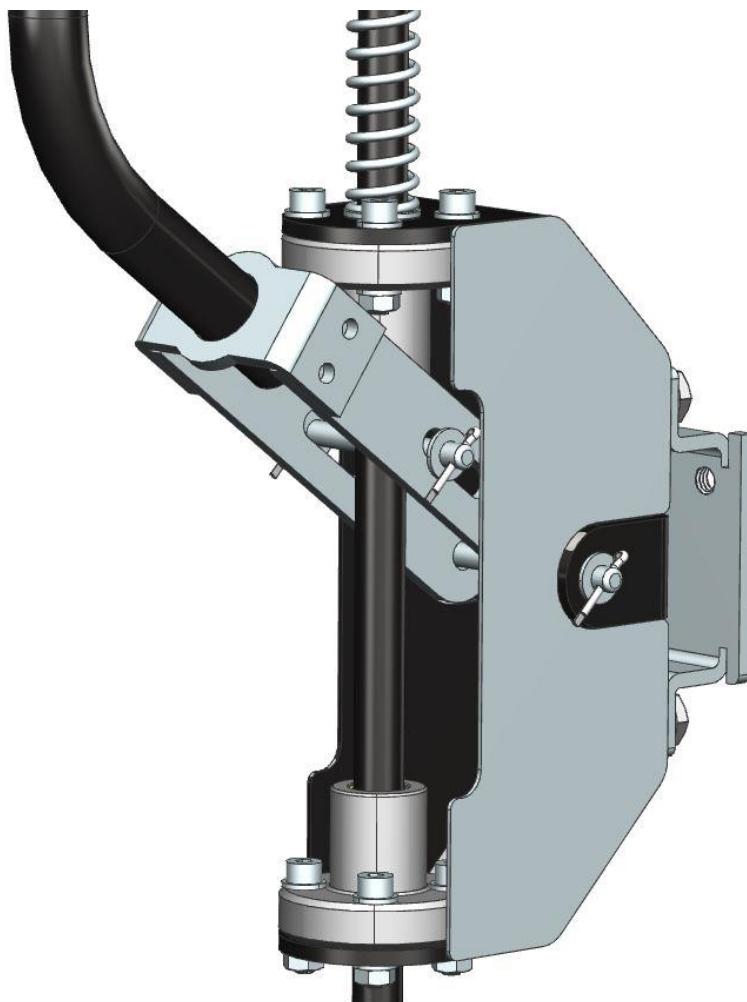
Seuraavaksi asennetaan vipu. Vipu koostuu ohutlevyosista ja putkesta sekä käyttäjävälisestä tupista. Ennen kuin vipua on mahdollista käyttää mekaniismissa, on

se käynyt TIG-hitsausprosessin läpi, jolloin siihen on liitetty tarvittavat levyosat. Vipu asennetaan mekanismissa oleviin korvakkeisiin ja asennustankoon tappien sekä saksisokkien avulla (2 x ISO 2339, 4 x DIN 94 A2, 4 x DIN 125). Aluslevyt ja saksisokat estävät tappien liikkumisen. Voima siirtyy asennustankoon tapin välityksellä (**Kuva 25.**). Vivulla käytännössä voidaan tehdä asennustankoon 57,8 mm liike, eli palautusjousen maksimiliikkuvuuden verran. Tätä ei kuitenkaan suositella, koska mitä enemmän jousi puristuu, sitä enemmän voimaa tarvitaan sen puristamiseen. Liikerata on suunniteltu maksimissaan 54 mm matkaan, jolloin kärki on kontaktissa postilaatikon runkoon. Liikkeen pituutta voidaan muuttaa telineessä olevan kiinnitysosan avulla. Paras mitta selviää käytännön kokeiluilla.



Kuva 25. Vipu asennettuna (lähikuva)

Lopuksi mekanismin runkoon asennetaan suojalevyt ja kiinnityslevy teollisuussaranalle (**Kuva 26.**). Suojalevyt asennetaan rungon sivuihin osittaishitsaamalla (TIG) ja kiinnityslevy M6-standardikomponenteilla (4 x DIN 933, 8 x DIN 125, 4 x DIN 934). Kiinnityslevy yhdistyy vipukeventimen telineessä olevaan kiinnitysosaan teollisuussaranalla (LIITE 2), jotta mekanismia voidaan liikuttaa 0° - 90° pystysuunnassa. Kokoonpanovaiheessa asennustanko on postilaatikon rungon sisäpuolella. Jos asennustanko on kiinteästi paikoillaan, se estää postilaatikon pääsyn työtasolta. Postilaatikon esteetön pääsy sekä uuden Starlock®-kiinnikkeen helppo asettaminen mahdollistettiin saranan avulla.



Kuva 26. Suojalevyt ja kiinnityslevy asennettuna

7.2 Teline

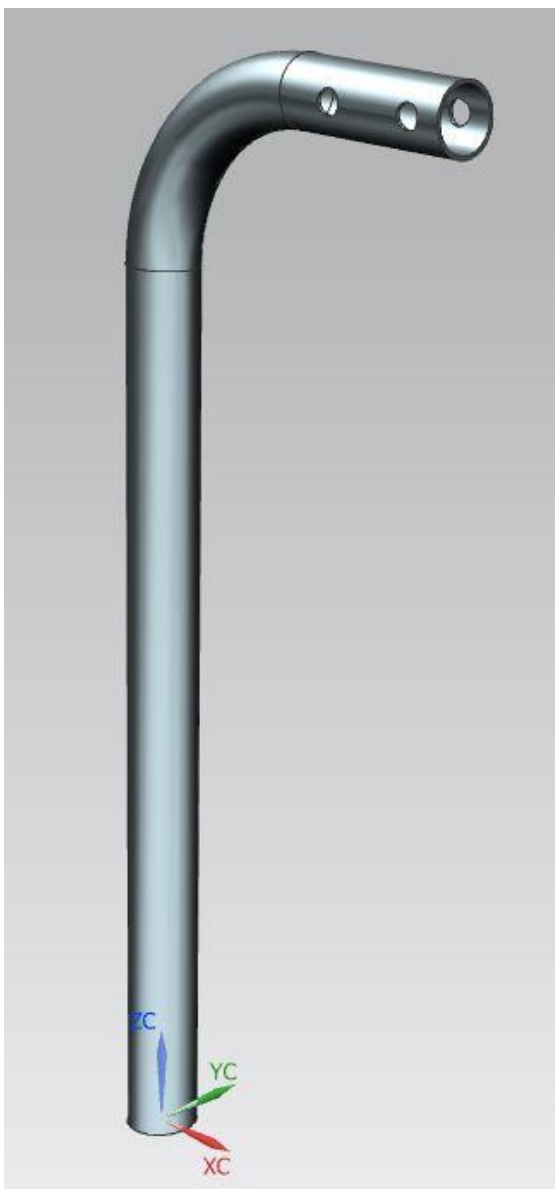
Teline (**Kuva 27.**) on vipumekanismin tukirakenne. Ilman kiinteää telinettä, mekani-
nismia olisi mahdoton käyttää asennuksessa. Teline koostuu pääasiassa kolmesta
osasta, jotka ovat jalusta, putkirunko ja kiinnitysosa. Kiinnitysosalla voidaan hie-
nosäätää mekanismin korkeutta suhteessa asennuspisteeseen. Teline on helposti
asennettavissa saksipöydän ylätasoon.



Kuva 27. Teline (kokonaiskuva)

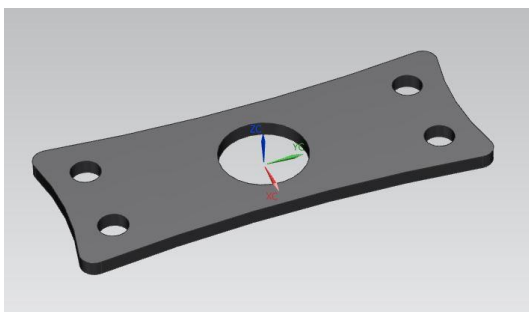
7.2.1 Rakenne

Telineen rungoksi suunniteltiin ruostumattomasta tai haponkestävästä putkesta taivutettu putki, eli putkirunko (**Kuva 28.**). Putkirunko on ulkohalkaisijaltaan 30 mm leveä ja materiaalivahvuus 1,5 mm. Sen ylätasoon tehdään kiinnitysosaa varten läpivientireiät piirustuskuvien mukaisesti.



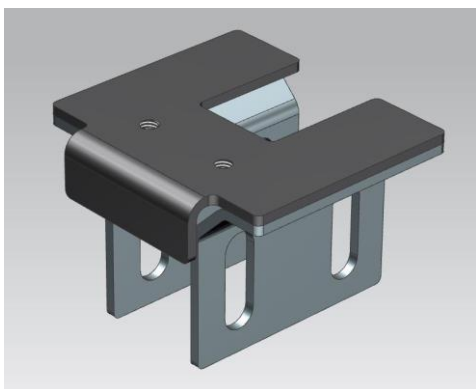
Kuva 28. Putkirunko

Jalusta (**Kuva 29.**) on yksinkertainen levyosa, johon putkirunko TIG-hitsataan. Materiaaliksi suunniteltiin 5 mm ruostumaton teräs ja valmistus tapahtuu levytyökeskuksen avulla. Jalusta kiinnitetään työtasoon M10-standardikomponenteilla (4 x DIN 933, 8 x DIN 125, 4 x DIN 934). Kun työtasona toimii korkeussäädettävä saksipöytä, se mahdollistaa hyvän työasennon löytämisen. Lisäksi saksipöytä on aina liikuteltavissa halutulle kokoonpanoalueelle.



Kuva 29. Jalusta

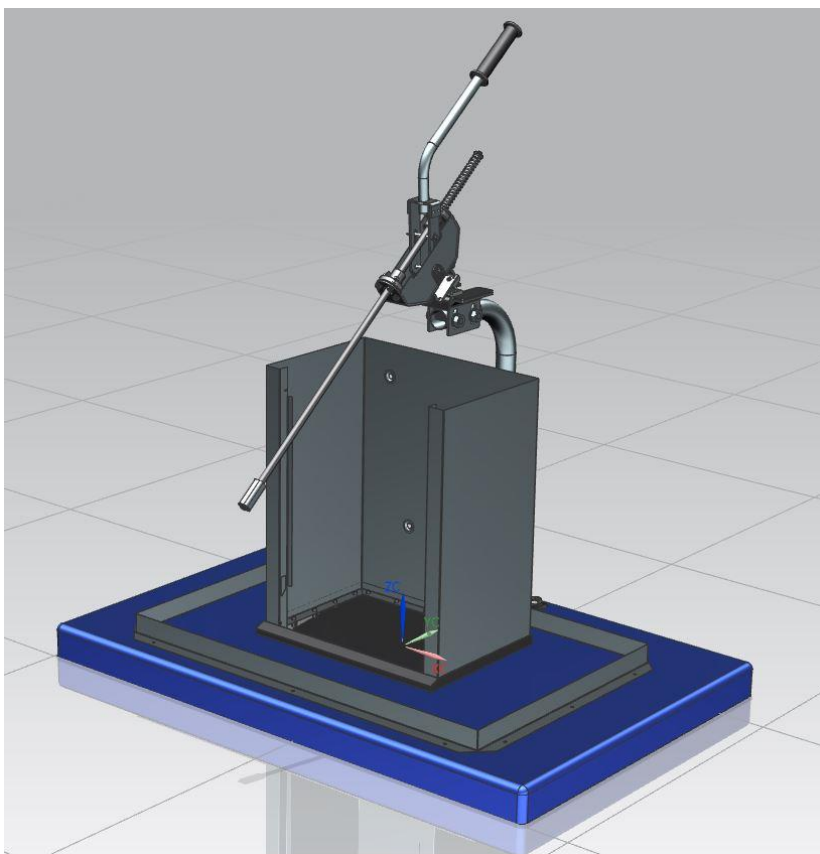
Kiinnitysosa koostuu kolmesta eri levyosasta, jotka TIG-hitsataan toisiinsa (**Kuva 30.**). Levyosiin on suunniteltu hitsausreiät ja levyosien valmistus myös näissä tehdään levytyökeskuksen ja särmäyspuristimen avulla. Päällä olevaan levyosaan kiinnitetään teollisuus-sarana, joka yhdistyy mekanismiin ja siinä oleva laippa pysäyttää mekanismin 90° kulmaan suhteessa asennuspisteeseen. Kiinnitysosa asennetaan putkirunkoon M10-standardikomponenteilla (2 x DIN 933, 4 x DIN 125, 2 x DIN 934).



Kuva 30. Kiinnitysosa

8 KIINNITYSASENNOT JA KÄYTTÖ

Kokoonpanovaiheen alussa vipumekanismia käännetään sen verran, että postilaatikon tuominen työskentelyalueelle sujuu esteettömästi (**Kuva 31.**). Työskentelyalue määrittyy työtasolla olevista ohjauslistoista. Kun postilaatikko on työskentelyalueella, Starlock®-kiinnike asetetaan asennustangon kärkeen, jonka jälkeen vipumekanismi vapautetaan takaisin vakioasentoonsa. Asennustanko jää tällöin postilaatikon sisäpuolelle ja rungon aukinainen puoli osoittaa asentajaa kohti.

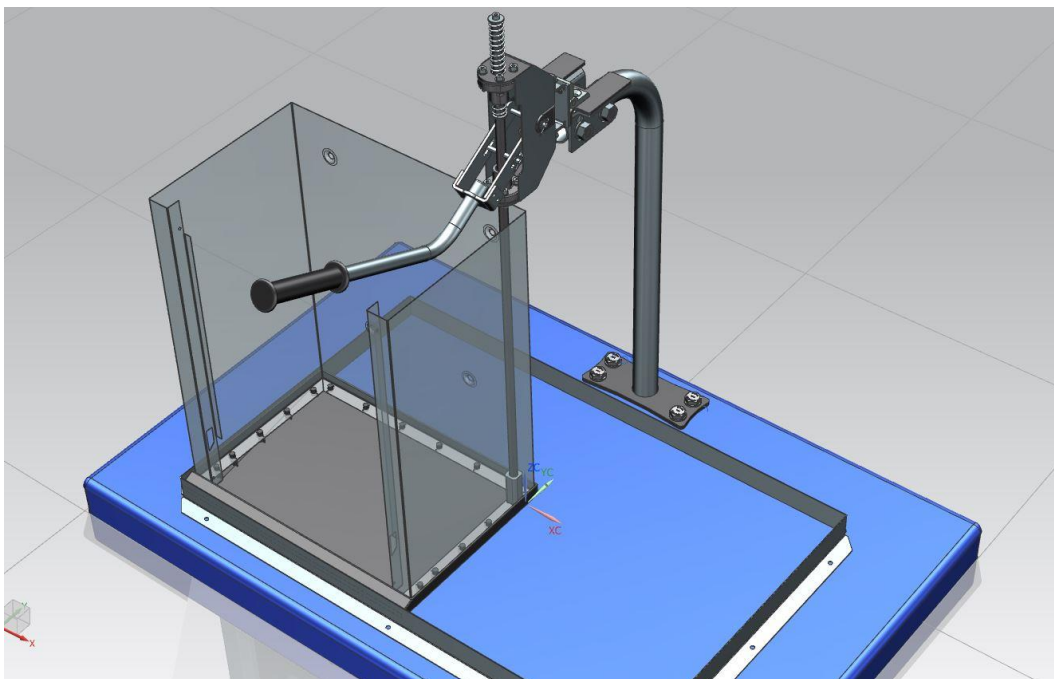


Kuva 31. Postilaatikon tuominen työskentelyalueelle (oikea sivuprofiili)

Postilaatikon ollessa työskentelyalueella, aloitetaan Starlock®-kiinnikkeiden asentaminen yksi kerrallaan. Kuten edellä esitettiin, kiinnityspisteitä on neljä (**Kuva 18.**). Järjestyksellä ei käytännössä ole väliä, mutta järjestelmällisesti edetessä asennukset voidaan tehdä myötöpäiväisesti. Postilaatikkoa siis liikutellaan työskentelyalueella myötöpäivään ohjauslistoja vasten kulmasta kulmaan.

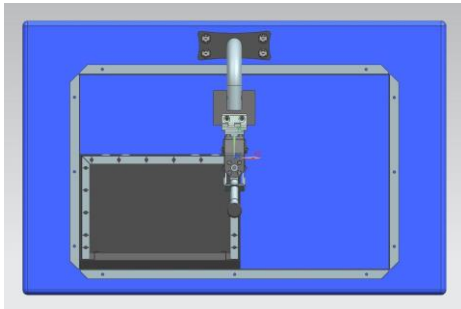
Ohjauslistojen tarkka kiinnitys työtasoon on avainasemassa onnistuneeseen asentukseen, koska niiden avulla postilaatikko asemoituu oikeaan kiinnityslinjaan. Kiinnityslinja muodostuu ohjaustapin ja asennustangon kärjen välisestä keskilinjasta. Jos siinä on suurta heittoa, Starlock®-kiinnikkeen painaminen ohjaustappiin ei onnistu. Piirustuskuvat toimivat apuna asentamisessa.

Asennus tehdään yksinkertaisesti vipua kääntämällä (profiilit LIITE 3 ja LIITE 4). Käännön voi lopettaa siinä vaiheessa, kun kärki on vahvasti kontaktissa runkoon (**Kuva 32.**). Näin varmistutaan siitä, että Starlock®-kiinnike on varmasti pohjassa.

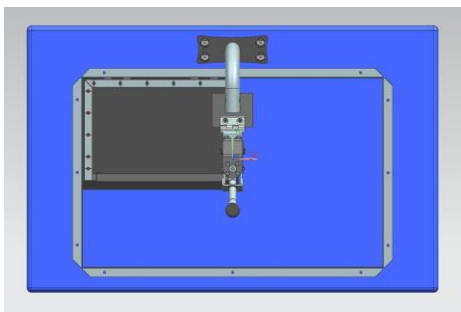


Kuva 32. Kärki kontaktissa runkoon kiinnityspisteessä 1

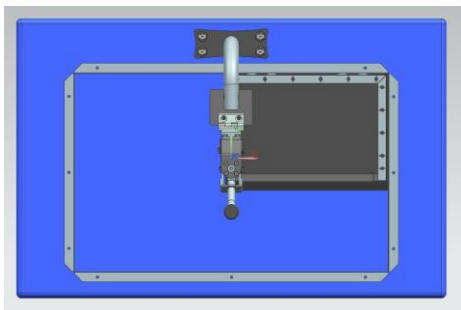
Kun asennus on tehty, asetetaan kärkeen uusi Starlock®-kiinnike ja postilaatikko siirretään seuraavaan kulmaan, jolloin kiinnityspiste vaihtuu. Asettaminen tehdään, joko suoraan kärkeen asennustangon ollessa työkulmassa tai se voidaan kääntää asentajaa kohti. Asennus on heti mahdollista, kun kiinnityslinja on muodostunut. Työvaiheet toistetaan neljässä pisteessä, jotka ovat esitetty kuvissa 33-36. Postilaatikko poistetaan työskentelyalueelta samalla tavalla kuin se sinne tuotiinkin.



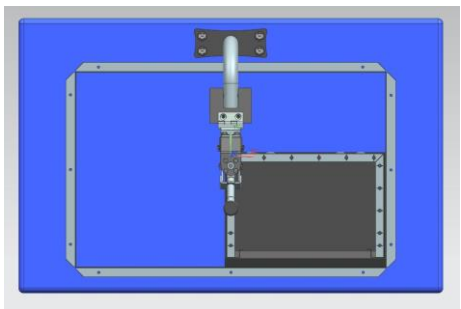
Kuva 33. Kiinnityspiste 1 (yläprofiili)



Kuva 34. Kiinnityspiste 2



Kuva 35. Kiinnityspiste 3



Kuva 36. Kiinnityspiste 4

9 LOPPUTULOS

Uuden kiinnitystyökalun, eli vipukeventimen merkittävin hyöty tiivistyy kokoonpanovaiheen ergonomian tehostamiseen. Sen avulla suurien tuotantoerien asennukset voidaan tehdä jatkossa soveliaammin verrattuna kokoonpanovaiheeseen vanhaan kiinnitystyökaluun. Korkeussäädettävän saksipöydän ja sen ylätasoon integroitavan vipukeventimen yhdistelmällä mahdollistetaan hyvä ergonominen, vaivattomampi Starlock®-kiinnikkeiden asennus.

Tärkeä asia myös ergonomian rinnalla oli vipukeventimen toiminnallinen varmuus ja pyrkimys mekanismin yksinkertaisuuteen. Se suunniteltiin vahvaksi, mutta myös suhteellisen kompaktiksi kiinnitystyökaluksi tämän tyyppiseen asennukseen. Uusi kiinnitystyökalu on helppo toteuttaa suunnittelutyöstä syntyneiden valmiiden tiedostojen ja piirustuskuvien avulla. Myöskään työkalun valmistuksesta aiheutuvat kustannukset standardikomponentteineen eivät kaada käyttöönoton mahdollisuutta. Työn lopputuloksena siis saatiin kehitettyä Bobi Xpress postilaatikoiden kokoonpanovaiheeseen katon kiinnitystyökalu, jonka Leimec Oy pystyy valmistamaan.

Opinnäytetyö eteni niin sanotusti ”yksi asia kerralla”. Opinnäytetyöprosessista suurimman osan ajasta vei 3D-mallintaminen. Työn aikana syntyi huomattava määrä ideoita eri ratkaisumalleista, joka teettivät paljon mallintamistyötä ja testailua. Kun päädyttiin tiettyyn konseptiin, sen toteutus 3D-ympäristöön, piirustuskuvien ja oheismateriaalien lisäksi teetti puolestaan uuden urakan. Lisäksi suunnittelutyötä tehdessä, osat olisi syytä nimetä kerralla oikein, koska niiden jälkeenpäin muokkaaminen ohjelmistossa hankaloituu entisestään, mitä suurempaan kokoonpanoon edetään. Virheelliset nimet siirtyvät myös piirustuskuvien osaluetteloihin. Kun suunnitteluosuus valmistui, aloitettiin varsinainen teoriaosuuteen perehtyminen, johon aikaa jäi huomattavasti vähemmän. Se vaikutti hieman kokonaistulokseen ja analyttisemmän toteutukseen puutteeseen. Huomasin, että aikarajoitteisessa kehitystyössä, on syytä jo heti työn alkuvaiheessa päätyä tietynlaiseen ratkaisumalliin,

jotta eri konseptien laatiminen ja niiden jalostaminen eivät veisi turhaa aikaa lopullisen tuotteen suunnittelusta ja kehityksestä. Työ kokonaisuudessaan oli haasteellinen, mutta hyvin opettavainen.

LÄHTEET

/1/ Leimec Oy ja Leinolat Group historiikki, Viitattu 4.4.2017. <http://www.leinolatgroup.fi/yritys/historiikki/>

/2/ BOBI kotisivut, Viitattu 4.4.2017.
<http://www.bobi.com/fi/home/>

/3/ Edu.fi (Verkkajulkaisu), Viitattu 11.4.2017. http://www.edu.fi/download/120994_6183_Kokoonpanotehtavat.pdf

/4/ Lapinleimu, I., Kauppinen, V. & Torvinen, S. 1997. Kone- ja metallituoteteollisuuden tuotantojärjestelmät. 111. 1. painos. Porvoo: WSOY - Kirjapainoyksikkö. Viitattu 11.4.2017.

/5/ Ohutlevy, Viitattu 12.4.2017. <https://fi.wikipedia.org/wiki/Ohutlevy>

/6/ Levytyökeskus, LPef-sarja, Viitattu 13.4.2016. <http://www.primapower.com/fi/lavistys-ja-laserleikkaus-lpef-sarja/>

/7/ Levytyökeskus, LPe6, Viitattu 13.4.2017. <https://logismar-ketpt.cdnwm.com/ip/prima-power-punconadora-combinada-com-laser-catalogo-punconadora-combinada-com-laser-serie-lpe6-738371.pdf>

/8/ Kujanpää, V., Salminen, A. & Vihinen J. 2005. Lasertyöstö. 54. Teknologiateollisuus ry. Helsinki. Viitattu 18.4.2017.

/9/ Ohutlevyn taivutus (valmistustekniikka), Viitattu 18.4.2017. [https://fi.wikipedia.org/wiki/Taivutus_\(valmistustekniikka\)](https://fi.wikipedia.org/wiki/Taivutus_(valmistustekniikka))

/10/ Amada HFE 80-25 tekniset tiedot, Amadan kotisivut, Viitattu 18.4.2017. <http://www.amada.co.uk/product/details/2/hfe-ii-series>

/11/ TIG-hitsaus, Esabin osaamiskeskus, Viitattu 19.4.2017.
<http://www.esab.fi/fi/fi/education/blog/tig-hitsaus.cfm>

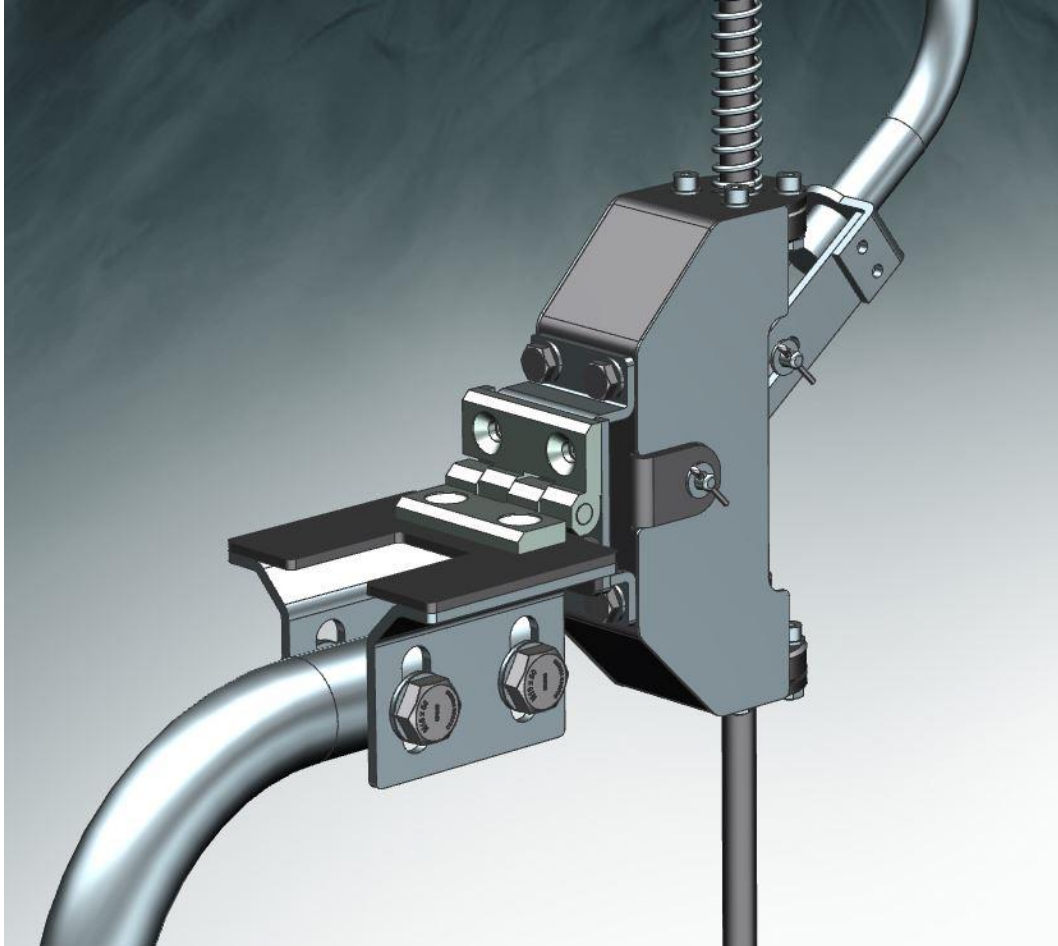
/12/ Tuotekehitys ja toimintavaiheet, Elektroninen julkaisu perustuu teokseen Tapani Jokinen: Tuotekehitys 6. painos (2001), Viitattu 20.4.2016.
<http://lib.tkk.fi/Reports/2010/isbn9789526033204.pdf>

/13/ Rouhiainen, J. Työnjohtaja. Leimec Oy. Haastattelu 21.4.2007.

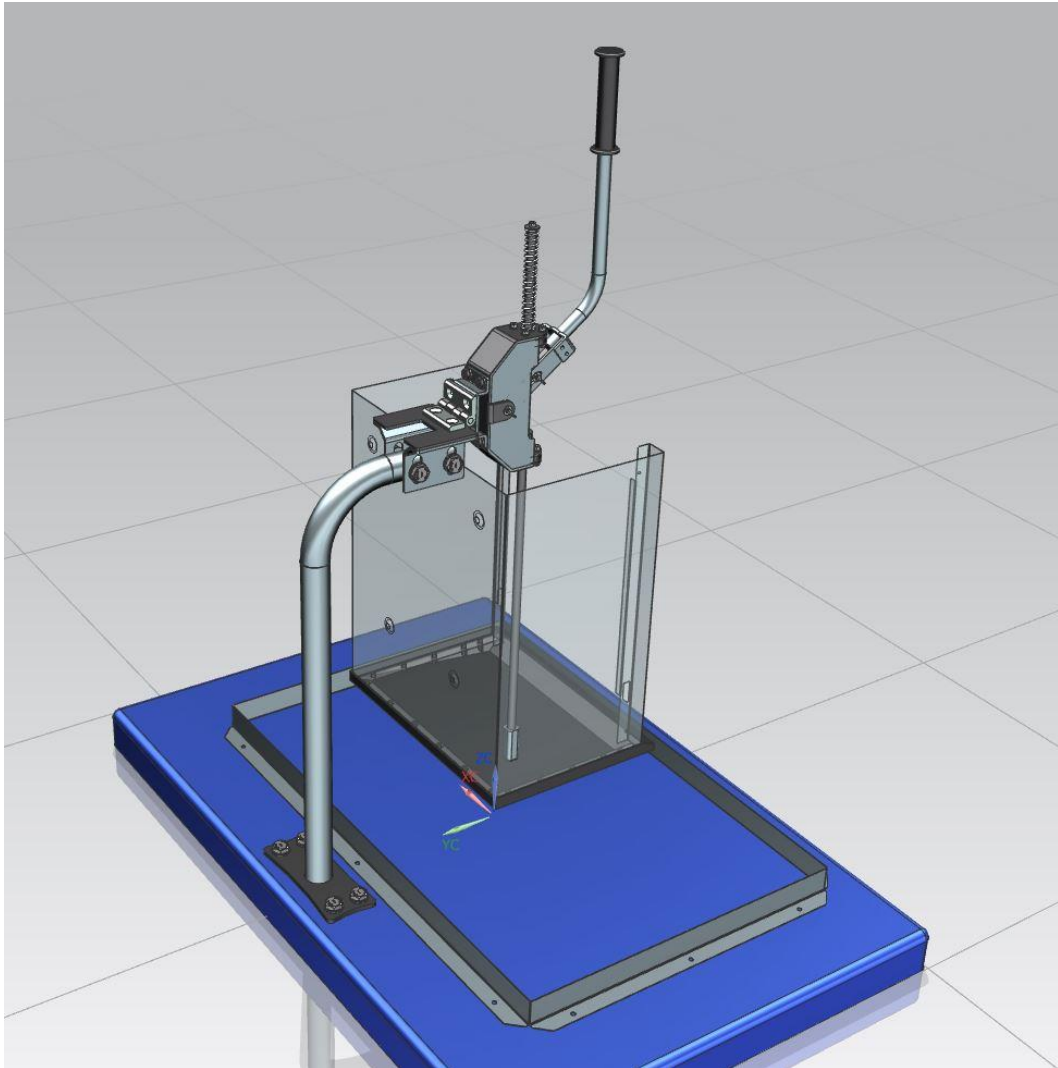
LIITE 1

Bobi Xpress-postilaatikko

LIITE 2

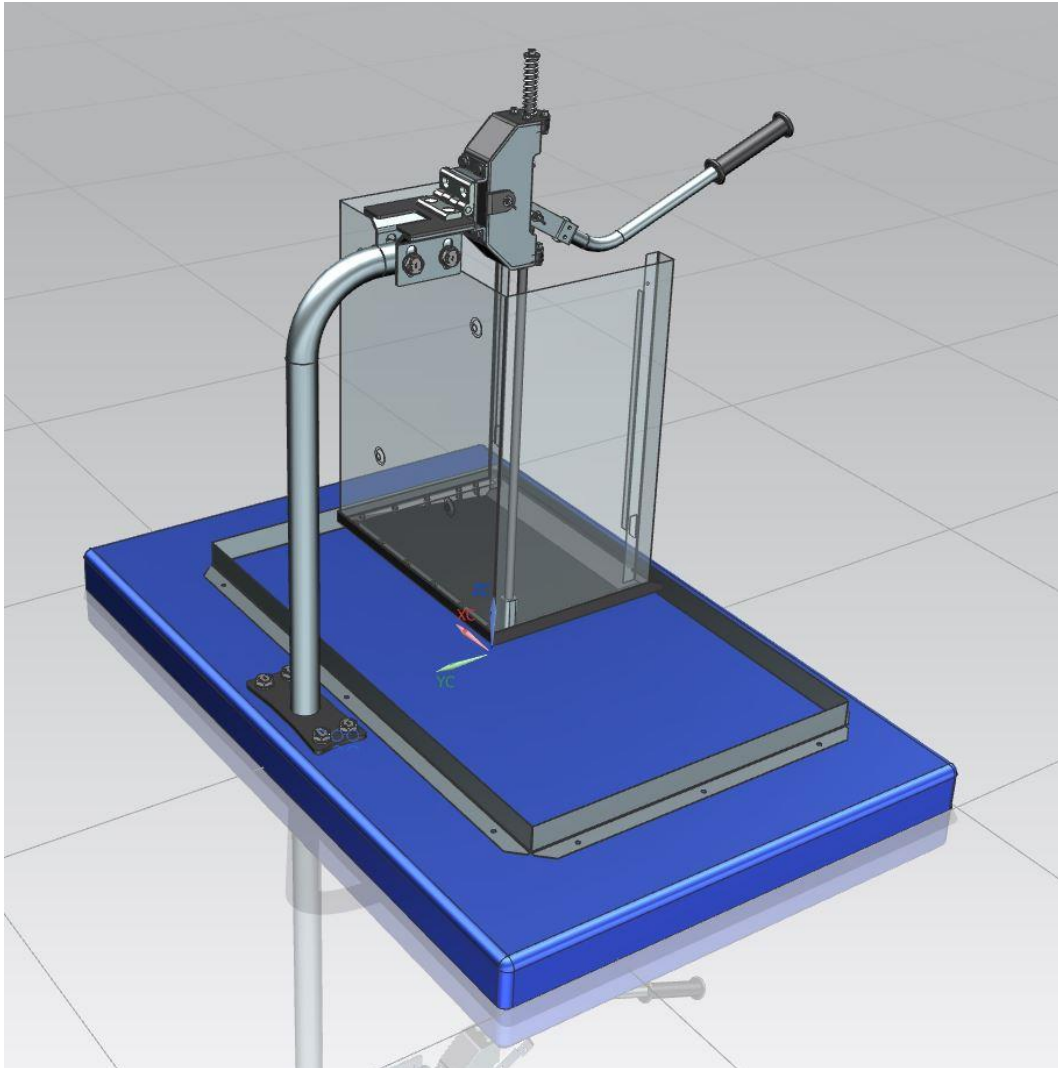
Telineen ja vipumekanismin yhdistävä teollisuussarana

LIITE 3

Vivun yläasento profiili

LIITE 4

Vivun ala-asento profiili



Liite 5

Vipukevennin (rendered)

