

Opinnäytetyö AMK

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

2019

Joonas Vierre

SIIPIAIHIOIDEN TAIVUTUSTYÖKALUN SUUNNITTELU

Joonas Vierre

SIIPIAIHIOIDEN TAIVUTUSTYÖKALUN SUUNNITTELU

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella aputyökalu Oy Kart Ab:n tuotantokäyttöön betonisäiliöntuotannon siipiaihioiden esitaivutusta varten. Yhtiö käyttää ruuvien muodossa olevaa kuljetinta betonisäiliöissä. Tavoitteena oli rakentaa toimiva aputyökalu ja mitoittaa tarvittava voimanlähde. Lähtökohtana oli tarve parantaa työntekijöiden työoloja ja tuotannon käsin tehtävien työvaiheiden vähentäminen.

Työn alussa perehdyttiin valmistettaviin tuotteisiin, eri valmistusratkaisuihin, betoninkuljettamiseen ja levyä taivuttavan laitteen suunnittelun teoriaan. Näiden tietojen perusteella lähdettiin suunnittelemaan käytettävää ratkaisua, joka soveltuisi parhaiten vastaamaan yhtiön tarpeita.

Tuloksena syntynyt aputyökalu ja valmistuskuvat ovat toimeksiantajan käytössä. Aputyökalu parantaa työn laatua, tuotannon tehokkuutta ja työoloja.

ASIASANAT:

valmistus, työkalu, ruuvikuljetin, betoninkuljetus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical Engineering. Product Development

2019 | 28 pages

Joonas Vierre

DESIGNING A TOOL FOR MANUFACTURING SCREW FLIGHTS

The purpose of this thesis was to design a tool for production use of Oy Kart Ab, for bending of concrete tank screw flights. The company uses a screw conveyor inside concrete mixers. The goal was to build a functional tool and dimension the power source required. The starting point was the need to improve workers' working conditions and the reduction of manual production phases.

At the beginning of the thesis, the products to be manufactured, the different manufacturing solutions, the transportation of concrete and the theory related to the bending of plates were studied. Based on this information, designing of the solution that best suited the company's needs was started.

The resulting tool and manufacturing images are at the employer's disposal. The utility tool improves work quality, production efficiency and working conditions.

KEYWORDS:

manufacturing, tool, screw flights, concrete transportation

SISÄLTÖ

KUVAT	5
1 JOHDANTO	7
2 OY KART AB	8
2.1 Betoninkuljetuskalusto	8
2.2 Kaivossäiliöt	9
3 SIIVEN VALMISTUS	10
3.1 Betoninkuljetus	10
3.2 Levyn muovaus	11
3.3 Työkalun suunnittelu ja turvallisuus	12
3.4 Työergonomia	12
4 SUUNNITTELU	14
4.1 Lähtötilanne	14
4.2 Tuotteet	15
4.3 Vaatimukset	17
4.4 Suunnitteluprosessi	17
5 TYÖKALU	23
5.1 Työkalu	24
5.2 Valmistettavuus	25
6 YHTEENVETO	26
LÄHTEET	27

KUVAT

Kuva 1. Oy Kart Ab:n valmistama autosäiliö

Kuva 2. Autosäiliön poikkileikkaus (The Innovative Reports 2019).

Kuva 3. Suositeltuja työskentelykorkeuksia (Treston Oy 2016).

Kuva 4. Nykyisin käytettävä hydraulitunkki

Kuva 5. Siipiaihioita

Kuva 6. Valmisteilla oleva vaaka-asenteinen kaivossäiliö

Kuva 7. Ruuvi porrastetulla nousulla (B. Strautmann & Söhne GmbH u. Co. KG. 2019).

Kuva 8. Taljaveto (ECPS 2017).

Kuva 9. ”Vetävä” laite (Helical Former 2015).

Kuva 10. Osista koottava ruuvi (McNeilus Truck and Manufacturing 2019).

Kuva 11. Mankeli (SweBend 2016).

Kuva 12. ”Kartiorullainen” mankeli (Lenham Machinery Limited 2018).

Kuva 13. Koko kierroksen prässi (ABQS CHANEL 2018).

Kuva 14. Prässi (Advanced Spiral Technology Pty Ltd. 2012).

Kuva 15. Työkalu

Kuva 16. Taivutettuja siipiä

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantajana on somerolainen Oy Kart Ab. Tavoitteena on suunnitella aputyökalu yhtiön tuotantokäyttöön, betonisäiliöntuotannon siipiaihioiden esitaivutusta varten. Betoninkuljetussäiliöiden siivet valmistetaan säiliöiden sisällä taivuttamalla. Työ on hidasta ja epäergonomista, koska hydraulisia prässejä joudutaan kuljettamaan säiliössä. Yhtiöllä on tarvetta tehostaa säiliöiden tuotantoa, vähentää käsin tehtäviä työvaiheita ja parantaa työergonomiaa.

Idea aiheesta tuli yhtiön henkilöstöltä. Tietoja kerättiin ja ratkaisu esiteltiin vuoden 2019 aikana. Aihe on laaja-alainen käsittäen erilaisten valmistusmenetelmien soveltuvuutta työn suorittamiseen.

Opinnäytetyössä tutustutaan Oy Kart Ab:hen, sen toimintoihin yleisesti ja tarkemmin betoninkuljetuspuoleen. Työssä esitellään siiven valmistamista ja tehtävää työkalua. Työn avulla kehitetään tuotantoa ja työoloja. Aihe rajoitettiin koskemaan valmistettavaa työkalua, työkuvia ja tarvittavaa käyttövoimaa.

2 OY KART AB

Oy Kart Ab on vuonna 1960 perustettu konepaja, jolla on toimintaa kolmella koneenrakennuksen toimialalla. Tilauskonepajana yritys palvelee valmistamalla koneita ja koneenosia lähinnä projektitoimituksina ja piensarjoina. Ympäristötekniikan toimialalla yritys suunnittelee ja valmistaa koneita jäteveden käsittelyyn. Betoninkuljetuskaluston toimialalla yritys suunnittelee ja valmistaa raskaankaluston ja kaivosteollisuuden kone- ja laiteratkaisuja valmisbetonin käsittelyyn ja kuljettamiseen. Yrityksen toimitilat sijaitsevat Somerolla ja yrityksellä on noin 35 työntekijää. (Oy Kart Ab 2019a.)

2.1 Betoninkuljetuskalusto

Kart Oy valmistaa tuotteensa itse. Säiliöitä on vino- ja vaakamallisina kaivos- ja autosäiliö käyttöön. Pyörintasäiliötä yritys on valmistanut jo 80-luvun alusta lähtien ja tätä ennen yritys valmisti kippaavia betoninkuljetusaltaita. Yhtiö on kehittänyt tuotteitaan vuorovaikutuksessa asiakkaiden kanssa ja on pystynyt seuraamaan ja vaikuttamaan alan kehityskulkuun. Vuosittaisen volyymin pohjalta yhtiö on merkittävin betoninkuljetuskaluston valmistaja Pohjoismaissa. (Oy Kart Ab 2019b.) Tuotevalikoimaan kuuluvat vakiona pyörintasäiliöt nimellistilavuuksiltaan 4-14 kuutiota. Pienin malli soveltuu 2-akselisen alustan päälle. Suurin säilömalli, joka on 14 kuutiota soveltuu puoliperävaunu alustalle asennettavaksi. (Oy Kart Ab 2019c.)



Kuva 1. Oy Kart Ab:n valmistama autosäiliö

2.2 Kaivossäiliöt

Kartilla on vahva asema myös kaivosteollisuuden ja tunnelityömaiden betonoinnissa. Toimilaitteet sekä tekniikka on mitoitettu vastaamaan kaivosteollisuuden ympäristön vaatimuksia. Betonin siirtämisen mahdollistamiseksi ahtaissa tiloissa yritys tarjoaa pienempiä purkukouruja sekä hihnakuuljettimia. Säiliöitä on vino- ja vaaka-asenteisina nimellistilavuuksien lähtiessä 3 kuutiosta. (Oy Kart Ab 2019d.)

3 SIIVEN VALMISTUS

Tässä luvussa käsitellään teorioita, joita työn tekeminen vaatii. Kerrotaan betoninkuljetamisesta ja esitellään, mitä tulee ottaa huomioon levyä taivuttavan laitteen valmistuksessa.

3.1 Betoninkuljetus

Betoni valmistetaan nestemäisenä massana, joka kovettuu kiinteäksi. (MOT Gummerus 2019). Betonin raaka-aineita ovat sementti, vesi ja kiviaines. Sementti koostuu luonnonmineraaleista lähinnä kalkkikivistä. Kiviaines eli. ns runkoaine koostuu erikoisista kivirakeista (yleensä 0.02-16mm). Karkein osuus on mursketta tai luonnonso-
raa ja hienoin luonnonhiekkaa. Betonimassan koostumusta voidaan muuttaa seossuh-
teilla ja lisäaineilla. (Betoniteollisuus ry 2019a.)

Valmisbetoni on betonimassaa, joka kuljetetaan työmaalle valamista varten. Pohjois-
maissa lähes kaikki valettava betoni tuotetaan betoniasemilla, joista se kuljetetaan
pyörintäsäiliöautoilla työkohteeseen. (Betoniteollisuus ry 2019a.) Pyörintäsäiliön avulla
voidaan sekoittaa betoni tasalaatuiseksi kuljetuksen jäljiltä ja purkaa se ulos. Lastin
purkaminen suoritetaan purkukouruilla ja jos valukohteen lähelle ei päästä käytetään
apuna jatkokouruja, hihnakuljettimia tai pumppuja. (Betoniteollisuus ry 2019b.)

Betonia käytetään maaperän lujittamiseen, stabilointiin ja rakenteiden verhoukseen
maalaisissa rakenteissa, tunneleissa, kaivostunneleissa ja -käytävissä (Petrov 2019,
35). Betonia kuljetetaan maanalaisiin kaivoksiin ja tunnelirakentamiseen erikokoisilla
vaaka- tai vinoasenteisilla säiliöillä (Normet Group 2019).



Kuva 2. Autosäiliön poikkileikkaus (The Innovative Reports, 2019).

Kuvassa 2 näkyvät säiliön sisällä olevat siivekkeet, joiden valmistamista tässä työssä tutkitaan. Siipien nousu vaihtelee siirrettävän tilavuusvirran mukaan. Siirtokapasiteettiin vaikuttavat nousukulmakerroin eri materiaaleilla, kuljettimen kaltevuuskulma ja materiaalin vierintäkulma. (Koivisto 2017, 75.)

3.2 Levyn muovaus

Levyt työstetään kylmämuovauksena, eli rekristallisaatio rajan alapuolella (Leinonen 2010, 7). Kylmämuovauksen etuna kuumamuovaukseen on alhaisemmat käsittelykustannukset joihin kuuluu työkalukustannukset, tuottavuus, energiankulutus ja kuumamuovauksen laserviimeistelyn tarve. (SSAB AB 2017.)

Muovaus tehdään taivuttamalla levy myötörajan yläpuolelle, jotta aineeseen tulisi pysyviä muodonmuutoksia. Taivutuksessa sisäreuna tyssäntyy kasaan ja ulkoreuna venyy. Neutraalitasolla näiden välissä aine pysyy muuttumattomana. (Piironen 2013, 26-27.)

Tarvittava voima voidaan laskea taivutusvastuksen avulla, joka on suhteellinen levyn paksuuden toiseen potenssiin. Puristuksen lujuutta ja taivutuskulmia on vaikea arvioida, koska takaisinjoustopon tekee kulmatarkkuuden hallinnan haastavaksi. (Piironen 2013, 28.)

3.3 Työkalun suunnittelu ja turvallisuus

Työkappaleita on tarkasteltava valmistustavan kannalta. Suunnittelijan tulee tietää valmistusmenetelmien rajoitukset ja mahdollisuudet. Jokaisella valmistustavalla on ominaispiirteensä, ja on yritettävä löytää optimaalinen muoto, joka sopii kappaleelle ja valmistustekniikalle. (Aunio ym. 1989, 20.) Menetelmä valitaan tarjolla olevista vaihtoehdoista vertailemalla kustannuksia. Asetusajat on pyrittävä pitämään mahdollisimman lyhyinä (Aaltonen ym. 1991, 17.)

Taivuttavan työkalun suunnittelussa on otettava huomioon siihen vaikuttavat tekijät muun muassa työkalun liikkeet, työkappaleen taipumalinjat, ja staattiset reaktiot kuten voimat ja jännitykset kaikissa työhön liittyvissä osissa. (Aunio ym. 1989, 125.)

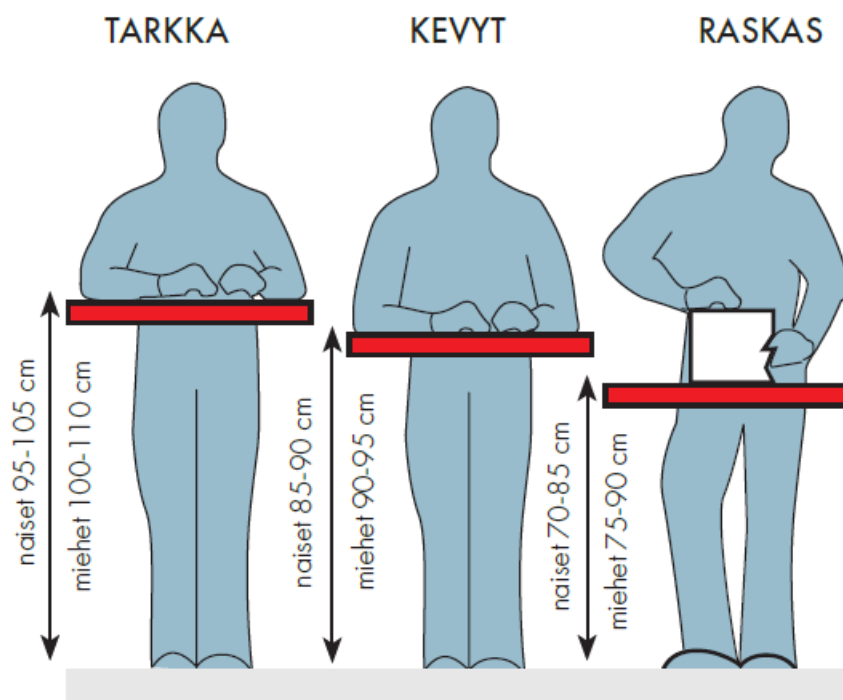
Materiaaliksi valitaan lähtökohtaisesti edullisin vaihtoehto. Valinnassa tulee kuitenkin huomioida esimerkiksi kovuus ja työstettävyyden ominaisuudet. (Piironen 2013, 6.) Materiaalin ja menetelmän valinta työkaluun, määrittelee pitkälti kustannukset. Työ on kertaluontoinen tai enintään pienen sarjan teko, joten optimointia materiaalien puolesta ei tehdä kovin tarkasti. Tärkeintä on saavuttaa riittävää kestävyys ja vahvuus. Menetelmäksi valitaan kaikista sopivin, nopein ja helpoiten toteutettava.

Asiantuntija, DI Jukka-Pekka Rapin ja Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys METSTA ry:stä kertoi, että valmistettaessa uutta konetta on siihen tehtävä CE -merkintä, valtioneuvoston asetuksen koneiden turvallisuudesta (VNa 2008/400) mukaisesti eli sama kuin konedirektiivi (2006/42/EY). Käytössä olevan koneen turvallisuutta koskee käyttöasetus, (valtioneuvoston asetus työssä käytettävien työvälineiden turvallisuudesta käytöstä ja tarkastamisesta (VNa 403/200)).

3.4 Työergonomia

Tyypillisimmät ammattitaudit teollisuuden alalla liittyvät tuki- ja liikuntaelinsairauksiin. (Teollisuusliitto 2012, 2). Hyvin suunnitellut työolot lisäävät turvallisuutta, tehokkuutta, ja parantavat työ- ja elinoloja sekä vähentävät terveyden haitallisia tekijöitä (SFS-EN 1005-1 + A1 2009, 8). Työmenetelmien kehittäminen on kannattavaa, koska se vähentää sairastapauksia ja -poissaoloja. Samalla työnlaatu paranee, ja työn tehokkuus sekä tuotantomäärät kasvavat. Työskentely on vaivatonta ja turvallista. (Treston Oy 2019a.)

Ergonomialla pyritään parantamaan fyysisiä työtapoja siten, että ne olisivat toistomäärittäviä ja voiman tarpeiltaan sopivia (Työterveyslaitos 2019). Ergonomialle ei voi antaa yhtä selviä raja-arvoja kuten muille haittatekijöille. Standardeissa annetaan lähinnä periaatteita suunnittelulle. Tuki- ja liikuntaelimille rasitusta aiheuttavat muun muassa huonot työasennot, raskas dynaaminen lihastyö ja toistuvat liikkeet. (Lukkari 2006, 9.) Työergonomiaa pystyttiin tarkastelemaan prototyypin testauksessa ja suunnittelemaan mahdollisen konekäytön ominaisuuksia. Seuraavassa kuvassa (Kuva 3) esiteltynä sopivat pöydänkorkeudet seisomatyöhön, 5 cm:n laskuvaralla.



Kuva 3. Suositeltuja työskentelykorkeuksia (Treston Oy 2016b, 9).

4 SUUNNITTELU

Työ aloitettiin kilpailija-analyysilla ja tutkimalla jo olemassa olevia ratkaisuja. Lisäksi määritettiin vaatimuksia ja valmistettavien tuotteiden mittoja. Mahdollisia menetelmiä halutun muodon saavuttamiseksi tutkittiin ja tuotettiin pieniä mallikappaleita. Vaihtoehtoista valittiin helpoiten toteutettavat vaihtoehdot.

4.1 Lähtötilanne

Nykyisessä tilanteessa aihiot puristetaan muotoonsa säiliöiden sisällä, tämä on hidasta ja työlästä. Kappaleiden työstäminen on raskasta työntekijöille, koska taivuttamiseen käytettäviä tunkkeja joudutaan kuljettamaan säiliön sisällä epäergonomisissa asennoissa.

Nykymenetelmällä siivettäminen aloitetaan säiliön takapään kartiosta, sen ollessa vielä irrallaan muusta säiliöstä. Kun kartio on valmis, se liitetään lieriön osuuteen. Lieriön siivet silloitetaan ensiksi paikalleen ja sen jälkeen puristetaan muotoonsa hydraulisella tunkilla edellistä ruuvien osuutta hyväksi käyttäen, ja näin edetään siiven osa kerrallaan loppuun asti.

Suunnittelun tavoitteena on valmistaa työkalu, jolla kappaleet voidaan esitaivuttaa haluttuun muotoonsa ja siten tehostaa tuotantoa, parantaa työergonomiaa, alentaa kustannuksia, nostaa kapasiteettia ja tehostaa henkilötyötä.



Kuva 4. Nykyisin käytettävä hydraulitunkki

4.2 Tuotteet

Työkalulla on tarkoitus valmistaa siipiä eri kokoisina ja eri nousuilla, valmistettavilla olevan säiliön koon mukaan. Lähtökohtana on vaaka-asenteisten säiliön lieriöosuuden siivet. Työssä huomioitiin mahdollisuus laajentaa käyttöä myös muihin siipimalleihin työkalusta saatavien kokemusten perusteella. Siivet ovat materiaaliltaan eri paksuisia rakenneteräs S355 tai Raex 400 -teräslevyjä ja ne leikataan neljänneskierroksen kokoisiksi paloiksi. Muovauksen jälkeen valmiit kappaleet asetellaan paikalleen säiliön sisällä ja hitsataan kiinni.



Kuva 5. Siipiaihioita

Koska aihoiden mitat ja haluttu nousu vaihtelevat, koneesta pitää tehdä säädettävä tai mahdollistaa muulla tavalla erilaisten siipien teko.



Kuva 6. Valmisteilla oleva vaaka-asenteinen kaivossäiliö

4.3 Vaatimukset

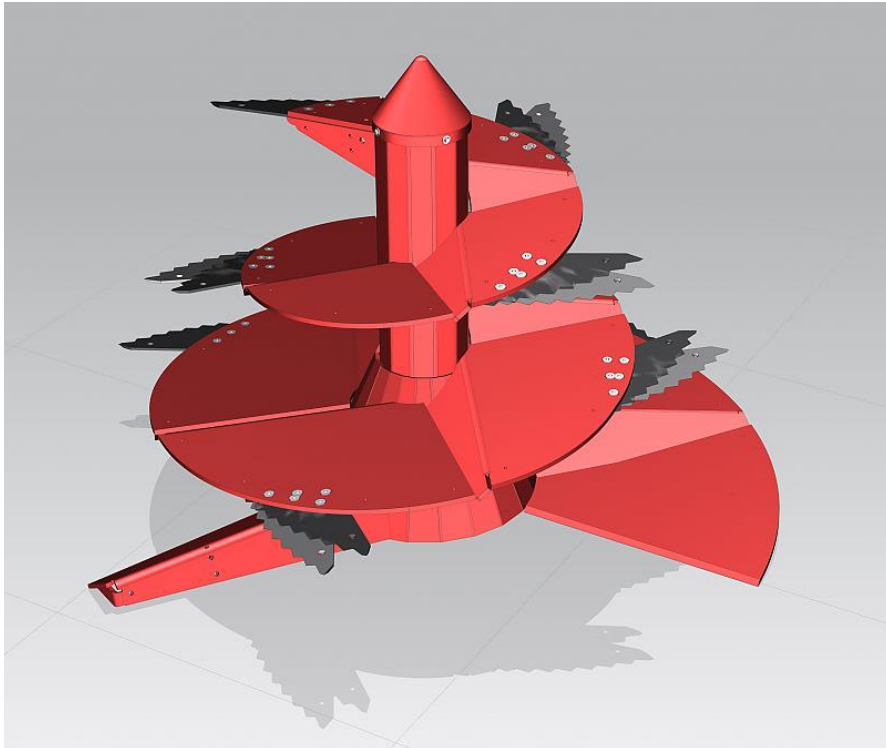
Laite tulisi olla yksinkertainen valmistaa, jotta se olisi mahdollista tehdä omavalmisteenä. Laitteen kyetessä nopeaan työstöaikaan, se tehostaa tuotantoa. Etuina olisi, että laite on edullinen valmistaa ja helppo kokoonpantava. Työkalun tulee olla myös ergonominen, joten sopivat työskentelyasennot tulee ottaa huomioon laitetta suunniteltaessa.

4.4 Suunnitteluprosessi

Työ aloitettiin kilpailija-analyysillä ja tutkimalla olemassa jo olevia ratkaisuja. Mahdollisia menetelmiä halutun muodon saavuttamiseksi tutkittiin ja samalla tuotettiin pieniä mallikappaleita. Toimeksiantajan kanssa keskusteltiin mahdollisista rakenteista ja tuotannon järjestelystä. Ruuvien rakentamisesta neljänneskierroksen kokoisista paloista on hyvin vähän teoriaa saatavilla, joten työtä tehtiin kokeilemalla ja tutkimalla saavutetun muodon soveltuvuutta käyttöön ja helppoon valmistettavuuteen. Lisäksi tutkittiin, pystyykö tuotantoa ja tuotteita tekemään eri tavalla mahdollistaen esimerkiksi kokonaisen kierroksen käytön.

Käytettävänä menetelminä tutkittiin esimerkiksi vetämistä, kääntämistä ja taivuttamista eri akselien suhteen, eri kokoisia prässejä, mankeleita kartion muotoisilla ja suorilla teloilla, ja näiden menetelmien yhdistelmiä. Ongelmina useimmissa ratkaisuissa oli taivuttavan voiman keskittyminen yhteen kohtaan, jolloin noususta ei tulisi jouhevaa ja levyyn tulisi tiukkoja särmiä. Varsinkin, jos nousu oli suhteellisen korkea.

Porrastetun nousun mahdollisena ongelmana pidettiin massan kuluttavaa vaikutusta särmien kohdalla, jossa materiaali olisi suuren kulumisen alla. Siipien profiilia ja materiaalia ei haluttu lähteä tutkimaan tarkemmin tämän hetkisin resursseilla.



Kuva 7. Ruuvi porrastetulla nousulla (B. Strautmann & Söhne GmbH u. Co. KG, 2019).

Akselien päistä käännettäessä ongelmana oli sopivien kiinnitysten teko työstettävän kappaleen ja työkalun välillä, ja vapaan taivutuksen mukanaan tuomat pois luiskahtamisen vaarat.

Yleisin ruuvien valmistustapa on vetäminen. Siinä kokonaiset kierrealiitit vedetään esimerkiksi putken päälle niin, että nousu toteutuu (Koivisto 2017, 81). Menetelmä ei sovellu nykyisen muotoiseen tuotantoon, koska säiliöt pitäisi koota eri järjestyksessä ja lieriön pinta ei pysy tarpeeksi tasaisena, jolloin syntyisi liian suuria rakoja. Myös materiaalihukka olisi suurta isosta keskihalkaisijasta johtuen.



Kuva 8. Taljaveto (ECPS, 2017).



Kuva 9. "Vetävä" laite (Helical Former, 2015).

Ruuveja tehdään myös osista kokoamalla ns. meloista. Osat ladotaan jigiin, jossa ne hitsataan toisiinsa kiinni. Tällä tavoin voidaan muokata jokaisesta palasta omanlaisena, mutta se lisää samalla hitsauksen lisäaineiden kulutusta.



Kuva 10. Osista koottava ruuvi (McNeilus Truck and Manufacturing, 2019).

Mankelit sopivat paremmin rullassa olevalle lattaraudalle, jolloin siitä tehdään useamman kierroksen ruuveja. Mankelit ovat rakenteeltaan monimutkaisia, eikä olisi takuuta menetelmän toimivuudesta ja nopeudesta suhteessa muihin ratkaisuihin. Testaukset päätettiin aloittaa yksinkertaisemmista malleista ja harkinnan mukaan kokeilujen jälkeen voitaisiin siirtyä vaativampiin kokoonpanoihin. Näissä etuina olisi laitteen oletettu helppo säädettävyys ja nopeus. Mankelin vaarana on myös kappaleen kiinni jääminen jos reunoissa on epätasaisuuksia.



Kuva 11. Mankeli (SweBend, 2016).



Kuva 12. "Kartiorullainen" mankeli (Lenham Machinery Limited, 2018).

Prässiin perustuvan ratkaisun etuina oli laitteen todistettu toimivuus muilla valmistajilla ja helppo valmistettavuus, joten siitä päätettiin lähteä liikkeelle. Yhtiöllä oli valmiina myös särmäyspuristin, jolla prässityökalua voisi käyttää. Työkalun tuli olla särmäyspuristimille sopivan kokoinen, joten isomman kokoisesta prässistä luovuttiin tässä vaiheessa. Laitteen toimintaperiaate ei ole tehokkain mahdollinen tutkituista ratkaisuista, mutta sitä voidaan parantaa muuttamalla syötön arvoja ja optimoimalla prässin asetuksia. Mahdollisimman vähäinen liikkuvien osien määrä vähentää huollon tarvetta ja osat ovat yksinkertaisia valmistaa, ja halpoja tuottaa.



Kuva 13. Koko kierroksen prässi (ABQS CHANEL, 2018).



Kuva 14. Prässi (Advanced Spiral Technology Pty Ltd, 2012).

5 TYÖKALU

Tarvittaviin prässin terien säätöihin otettiin arvot Solidworks –ohjelmistosta. Kun prototyyppi taivutti halutun mukaisesti, lähdettiin hienosäätämään terien arvoja ja kokeilemaan takaisinjouston voimakkuutta.

Työ mitoitettiin karkeasti kestäämään siihen kohdistuvat voimat ja se valmistettiin erivahvuisista rakenneteräs levyistä. Korkeampaa tarkkuutta vaativat terän osat jysyttiin oikeaan mittaan. Kun lopullinen versio olisi selvillä, työstettäisiin paremmin käyttötarkoitukseen soveltuvista materiaaleista osat.

Ensimmäisen version taivuttaessa halutun mukaisesti, toista prototyyppiin lähdettiin kokeilemaan eri arvoilla ja parannuksilla. Ensimmäisen halkaisijan työkalun tullessa valmiiksi, lähdetään toteuttamaan muiden nousujen työkaluja. Harkinnan mukaan myös isompaa prässä tai muita menetelmiä käyttäviä koneita lähdetään tekemään työnantajan niin katsoessa tarpeelliseksi. Muiden menetelmien käytön puolesta puhuu työvoiman kustannukset, jotka vähenevät suhteessa kappaleen valmistamiseen käytettyyn aikaan. Prototyypit vaatisivat kuitenkin resursseja, eikä lopputuloksesta ole varmuutta.

Erillistä voiman lähdettä ei päätetty lähteä valmistamaan tyyppihyväksynnän vaatiman panostuksen takia ja hyödyn ei ajateltu olevan merkittävästi suurempi. Nopeutta saatiin myös lisäämällä taivutusmerkintöjä leikkeisiin. Työkalun suunnittelua koskevia standardeja ei ole, tämä tuli selville Rapinojalta METSTA ry:stä. Koska työ suoritetaan toisen valmistajan tekemällä työkalulla, ja sille valmistetaan aputyökalu, työssä noudatetaan valmistajan laitteelle antamia turvallisuusmääräyksiä. Koneen käytössä huomioidaan myös käyttöasetus, eli esimerkiksi mahdolliset vaarat poistetaan teknisillä toimilla, kuten erilaisilla suojaimilla.



Kuva 15. Työkalu

5.1 Työkalu

Työkalun tärkein tehtävä on saada haluttu muoto aikaiseksi. Työ tulee saada suorite-
tuksi, nopeasti, turvallisesti ja ergonomisesti. Haastavinta oli yhdistää halutut ominai-
suudet toimivaksi kokonaisuudeksi. Toisistaan paljon poikkeaville nousuille tehdään
todennäköisesti eri työkalut, jotta levyt menisivät helpommin paikalleen asennettaesss.

Taivutus tehdään pohjaaniskulla, eli ylätyökalu painaa aihion täysin alatyökälua vasten.
Levyyn saadaan tällöin painimen ja vastimen mukainen särmä, eli tarkkuus on parem-
pi, mutta säädettävyys heikkenee. (Piironen 2014, 28)

Levy syötetään vaiheittain puristimen läpi, jolloin terät puristavat kappaletta oikeaan
muotoonsa pieni vaihe kerrallaan. Työkalun vaatimaa syöttömäärää lähdetään koke-
muksien mukaan vielä muuttamaan, jos tarvetta koetaan. Pää tarkoitus eli levyn taivut-
tamisen siirtäminen erilliselle työkalulle on kuitenkin saavutettu. Levyn syöttämisen
helpottamiseksi on tarkoitus asentaa ohjureita ja esimerkiksi suoja.

Levyt ovat kiinni listassa, jotta ne ovat helppo vaihtaa. Tarkkuutta vaativat osat koneistetaan mittaansa, ja tarvittaessa asemoimiseen käytetään säätölevyjä. Laitteen nopeus ei tällä hetkellä eroa paljon hydraulisesta puristimesta, mutta se säästää tekijää ja on huomattavasti halvempi kuin markkinoilla olevat vastaavat ratkaisut.



Kuva 16. Taivutettuja siipiä

5.2 Valmistettavuus

Kaikki osat on mahdollista tehdä omavalmisteena ja puristin voidaan tehdä erillisenä työkaluna. Työkalu on helppo valmistaa, koska siinä on mahdollisimman vähän koneistusta vaativia ja liikkuvia osia. Tärkeintä on ollut saavuttaa toiminnallisuus, edullisuus ja rakenteen yksinkertaisuus.

Valmistettavuudessa on suosittu yksinkertaisia rakenteita, jotta rakenne olisi kestävä. Säädettävistä teräpaloista luovuttiin, koska eri siivillä tarvitaan myös eri säteillä olevia kiinnityspohjia. Näiden ominaisuuksien toteuttaminen yhteen työkaluun tekisi siihen paljon liikkuvia osia ja heikentäisi kestävyyttä.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella laite tai työkalu siipiaoiden taivuttamista varten. Toimeksiantajana toimi Oy Kart Ab. Tavoitteena oli parantaa ergonomiaa, tehostaa tuotantoa ja nopeuttaa työtä. Työssä tutkittiin erilaisia työstömenetelmiä ja suunniteltiin oma työkalu käyttäen avuksi Solidworks -ohjelmistoa.

Tuloksena syntynyt työkalu helpottaa työntekijöiden työskentelyä, vähentäen raskasta käsintehtävää työn osuutta. Se myös parantaa laatua ja nopeuttaa tuotantoa lisäoptimoinnilla. Työkalu on muunneltavissa eri siiville pienin muutoksin tarpeen vaatiessa. Työkalu on kannattava sairastapauksien vähentyessä ja tuotannon tehostuessa.

Asetetut tavoitteet menetelmän löytämisestä saavutettiin. Suurimmat haasteet oli soveltuvan menetelmän löytäminen ja muiden haluttujen ominaisuuksien yhdistäminen ratkaisuun. Valmistettavien tuotteiden ainutlaatuisuuden vuoksi ja tarkasti varjeltujen tarkkojen tuotantomenetelmien takia ratkaisun etsimiseen tehtiin runsaasti tutkivaa työtä ja apuna käytettiin Kartin henkilöstöä. Ideoinnin ja kokeilujen perusteella syntyneistä tuloksista valittiin yhtiölle parhaiten soveltuva vaihtoehto. Työn tuloksena syntynyt työkalu on Kartin käytössä, ja sitä parannetaan edelleen ja kerätään kokemuksia, jotta sitä voidaan soveltaa myös muille nousuille ja aihioille.

Työn suorittaja ja yhtiö hyötyivät työstä. Yhtiö sai tuotantotyökalun ja tekijä paljon tietoa ruuvien valmistuksen menetelmistä ja työkalun suunnittelusta.

LÄHTEET

Aaltonen, K.; Ekman, K.; Kamppari, J.; Kauppinen, V.; Kivivuori, S.; Paro, J.; & Vuorinen, J.J. 1991. Työvälinetekniikka. Espoo: Otatieto Oy.

ABQS CHANEL 2018. Koko kierroksen prässi. Viitattu 11.11.2019 https://www.youtube.com/watch?v=iJ0exlrBqx&list=FLsDbTqOEK2d_2inaowAWyg&index=2&t=0s

Advanced Spiral Technology Pty Ltd. 2012. Viitattu 07.11.2019 <https://www.youtube.com/watch?v=h-lvfnDyPCY>

Aunio, M.; Kettunen, E.; Kääriä, H.; Niinimäki, M. & Riski P. 1989. Työvälinesuunnittelu. Helsinki: Valtion painatuskeskus.

B. Strautmann & Söhne GmbH u. Co. KG. 2019. Ruuvi porrastetulla nousulla. Viitattu 11.11.2019 <http://www.strautmann.de/english/Products/Fodder%20mixing%20wagons%20Verti-Mix%20Double/Equipment%20-%20Details.html>

Betoniteollisuus ry 2019a. Viitattu 05.11.2019 <https://betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/betoni-rakennusmateriaalina/betonin-valmistus/>

ECPS 2017. Taljavelto. Viitattu 11.11.2019 <https://www.youtube.com/watch?v=EXUWFzLOktQ>

Helical Former 2015. ”Vetävä” laite. Viitattu 07.11.2019 https://www.youtube.com/watch?v=L7OrmaU_G0M

Koivisto, K. 2017. Kuljetintekniikka. Helsinki: BoD.

Leinonen, J. 2010. Hitsaustekniikka 2/2010. Viitattu 02.11.2019 http://www.shy-hitsaus.net/portals/shy/iBooklet/2010/ht_2_10/files/assets/basic-html/page7.html

Lenham Machinery Limited 2018. ”Kartiorullainen” mankeli. Viitattu 07.11.2019 <http://lenham-uk.com/process.htm>

Lukkari, J. 2006. Hitsauksen työturvallisuus. Viitattu 05.11.2019 https://www.esab.fi/fi/fi/support/documentation/educational/upload/hitsauksen_tyoturvalisuus.pdf

McNeilus Truck and Manufacturing 2019. Osista koottava ruuvi. Viitattu 11.11.2019
<https://www.youtube.com/watch?v=cF1bukiWVAY>

Mot Gummerus 2019. Viitattu 11.11.2019. Saatavissa: <https://mot-kielikone-fi>

Oy Kart Ab 2019a. Viitattu 04.11.2019 <http://www.kart.fi/yritys>

Oy Kart Ab 2019b. Viitattu 04.11.2019 <https://www.kart.fi/betoninkuljetus>

Oy Kart Ab 2019c. Viitattu 04.11.2019
<https://www.kart.fi/betoninkuljetus?sub=pyorintasailiot>

Oy Kart Ab 2019d. Viitattu 05.11.2019
<https://www.kart.fi/betoninkuljetus?sub=kaivossailiot>

Petrow, S. 2014. Ruiskubetonointi ja sen mahdollisuudet. Viitattu 05.11.2019
https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/08/BET1404_30-37.pdf

Piironen, T. 2013. Teräsrakenteiden suunnitteluohjeita parempaan valmistettavuuteen. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu julkaisutoiminta.
<http://portal.savonia.fi/pdf/julkaisutoiminta/2013-hitnet-suunnittelijanopas.pdf>

SFS-EN 1005-1 + A1. 2009. Koneturvallisuus. Ihmisen fyysinen suorituskyky. Osa 1: Termit ja määritelmät. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.

SweBend 2016. Mankeli. Viitattu 07.11.2019
<https://www.youtube.com/watch?v=LTENmZmoEYk>

Teollisuusliitto 2013. Työsuojelukysely 2012. Viitattu 05.11.2019
<https://www.teollisuusliitto.fi/wp-content/uploads/2018/03/Teknologiateollisuuden-ty%C3%B6suojelukysely-2012.pdf>

The Innovative Reports 2019. Autosäiliön poikkileikkaus. Viitattu 11.11.2019
<https://www.theinnovativereport.com/2019/09/03/concrete-mixer-truck-industry-world-market-trend-share-profit-growth-and-key-manufacturers-analysis-report/>

Treston Oy 2016. Ei pvm. Ergonomia teollisuudessa. Viitattu 05.11.2019
<https://www.treston.fi/toimiva-tyoymparisto/ergonomia-teollisuudessa>

Treston Oy 2016. Suositeltuja työskentelykorkeuksia 03/2016. Ergonomics E-book. Saatavilla osoitteesta <https://www.treston.fi/toimiva-tyoymparisto/ergonomia-teollisuudessa>

Työterveyslaitos 2019. Ergonomia. Viitattu 05.11.2019 <https://www.ttl.fi/tyontekija/tuki-liikuntaelinten-terveys/ergonomia/>