

# KOKKUVÕTE

Käesoleva magistritöö eesmärgiks on uurida ühele Eesti puiduettevõttele liimpuidu pakkide käsitlemist lihtsustava seadme väljatöötamise protsessi. Tellija poolt olid seadmele püstitatud põhilised nõuded järgmised:

- liimunud puidukihtide üksteisest eraldamine
- kihtide vahel olevate liistude eraldamine
- automaatne kihi söötmine hõövli konveierile.

Magistritöö esimese osas kirjeldati toote omadusi ning kliendi olemasolevat tootmisprotsessi. Vaadeldi viite turul olemasolevat erinevat lahendust. Hinnati nende plusse ja miinuseid. Määrati seadmele esitatavad nõuded. Samuti toodi välja seadme esmane kontseptsioon, mis baseerus Proven OÜ poolt varasemalt projekteeritud vaakumtõstuki lahendusel ning mille põhjal tehti umbkaudne esmane hinnakalkulatsioon ja hinnapakumine.

Magistritöö teises osas kaardistati tehnoloogiline protsess ning määrati seadme funktsionaalne struktuur, mille põhjal uut seadet arendada. Sünteesiti vaadeldud seadmete põhjal uusi võimalikke sõlmede lahendusprintsiipe, leiti võimalikke kitsaskohti, mis seadme toimimise seisukohast kriitilised võiksid olla ning hinnati neid kasutades kaalutud hindamist. Valiti välja lõplik lahendus, mis rahuldab funktsionaalseid nõudeid kõige paremini. Tutvustati seadme üldist ehitust ning seejärel vaadeldi detailsemalt eraldi sõlmede projekteerimist. Kus toodi välja projekteerimise käigus tehtud olulisemaid arvutusi, mille põhjal tehti komponentide valikud.

Magistritöö kolmandas osas toodi välja seadme projekteerimise käigus teostatud LEM analüüsid, mis olid teostatud Solid Edge Premium tarkvara simulatsiooni keskkonnas. LEM analüüsi eesmärgiks oli välja selgitada konstruktsioonide võimalikud nõrgad kohad, leides nendes tekkivad pinged ning painded. Kirjeldati analüüsides määratud rajatingimusi ning analüüsiks tehtud mudeli lihtsustusi. Osasid tulemusi kontrolliti käsiarvutustega. Kirjatöö mahu tõttu piirduti ainult kolme olulise sõlme analüüsiga, milleks olid kihipressi surumistald, kihipressi raam, ning pressi vastuse tald.

Magistritöö neljandas osas kirjeldati majanduslikku osa. Kus tehti kokkuvõtte seadme ehitamiskuludest ning projekti realiseerimisele kulunud aja jagunemisest erinevate tegevuste vahel.

Magistritöö autori jaoks oli kirjeldatud seadme projekteerimine ning ehitus seni suurima mahuga töö, mida ta on nii tööalaselt kui ka akadeemiliselt magistritöö kirjutamise näol

kunagi tegema pidanud. Töö käigus saadud kogemus oli väga mitmekülgne, kuna hõlmas endas mitmeid erinevaid seadme väljatöötamisega seonduvaid tahke, alates kontseptsioonist kuni valminud seadme ülespanekuni kliendi tootmises. Saadud kogemuse põhjal võib autor väita, et seadme väljatöötamisel olulisemaks etapiks võib pidada kontseptuaalset faasi, mille käigus tehtud otsused on suurima mõjuga seadme edukaks projekteerimiseks ning ehituseks. Algaasis tehtud valed otsused ning ebapiisav analüüs viib hilisemate paranduste ning ümberprojekteerimiseni, mis toovad kaasa lisakulusid nii komponentide ostu, valmistamise kui ka ajakulu näol. Eelmainitu juhtus ka käesoleva projekti käigus. Üldjoontes võib pidada antud projekti seadme toimimise seisukohast edukaks. Nii ajakulu kui ka maksumuse osas oli tehtud eelarvestuses mõningaid möödapanekuid. Seda tingituna ettevõtte vähesest kogemusest suurte seadmete ehituses. Valminud masin on suurim, mis Proven OÜ-s seni valminud on. Saadud kogemus muudab ettevõtte tulevaste projektide planeerimist põhjalikumaks, ning selle kaudu loodetavasti ka edukamaks. Projekteeritud seadet on võimalik turustada ka teistele sarnase toodanguga tegelevatele ettevõtetele ning selle põhjal on vajadusel võimalik projekteerida sarnaseid erilahendusi, kasutades tulevikus ära praeguseks juba katsetatud lahendusi.

## SUMMARY

The aim of this master's thesis is to study design process of a Woodstack Infeed Machine for Estonian company producing finger jointed and glued components for moulding, window, and door production companies. The main design objectives for the device set by the client were:

- separation of glued wood layers
- fillet removal and collection
- automatic layer feeding to planer conveyor

First part of this thesis describes products parameters and clients existing manufacturing process. Observes and describes five existing competitive products available on the market. Defines requirements for the newly designed machine. Introduces first concept of the machine, which is based on previously developed vacuum lifter by Proven OÜ. Based on which, first estimate for design costs and sales offer were made.

The second part of thesis maps technological process and defines functional structure for the design of the machine. Synthesis of different concepts based on previously covered existing solutions is made, along with possible problem analysis. Concept evaluation is done using weighted assessment method. Final best concept that satisfies all design criteria is then selected for further development. Introduction to designed machine is then made and design of separate functions examined in more detail. Where the most important calculations, based on which component selections were made, are covered.

Third part of thesis concentrates on FEM analysis, which was made using Solid Edge Premium built in Simulation environment. The aim of the FEM analysis was to find out the possible weak points of the structures by finding the stresses and deformations in them. Applied boundary conditions and simplifications were described and some of the results were checked by manual calculations. Due to volume limitation of thesis the analysis was limited to only three important assemblies. Which were the press, press frame and the counter pressing assembly.

The fourth and final part of the master's thesis described the economic part of the project. A summary was made of the design and construction costs of the device along with the distribution of the time spent on different activities associated with the implementation of the project.

For the author of this master's thesis, the design and building of the described machine was the biggest project he has ever worked on professionally and academically in the form of writing this thesis. The experience gained was very versatile, as it involved different aspects ranging from concept development to the installation of finished device in the client's production facility. From this experience the author can state that the most important phase of the project development cycle is the conceptual phase. Mistakes that are made during this phase are of the most critical importance. Making of which leads to redesign, purchase of new components, remanufacturing, and other extra expenses and associated costs. Some planning and cost estimation mistakes were made during this project. Despite of which the project can still be seen as a success in terms of the designed device functionality. The reason behind these mistakes can be mostly seen as lack of experience in the design and manufacturing of such large machines. This was jet the largest machine devised and produced by Proven OÜ. Acquired experience will hopefully make company's future project planning more thorough and therefore overall outcome more successful. The designed device can be marketed to other manufacturing companies with similar produce and special solutions can be engineered from the already tested solutions from this project.