

## KOKKUVÕTE

Käesolev lõputöö käsitleb Tallinna Tehnikaülikooli Mehaanika ja metroloogia katselabori tõmbepinkide digitaalse pildikorrelatsiooni funktsionaalsuse ja kalibreerimise optimeerimist, millega suurendada mõõteseadme kasutamise efektiivsust ning muuta kontaktivaba deformatsiooni mõõtmine paremini turustavaks.

Töö kajastab katselabori mõõtmisseadme ülesehitust ning analüüsib labori varasemaid abivahendeid seadme kalibreerimise ja ülesseadmise lihtsustamiseks. Vahendite analüüsi ja protsessi kaardistamise andmeil püstitati uute lahenduste projekteerimise eel eesmärgid saavutada kalibreerimisplaadi rakise puhul madalam mass ja konstruktsioon, mis võimaldaks plaati rotatsioone reguleerida plaati lineaarselt liigutamata. Viimase arendamisel võrreldi erinevaid kontseptsioone ning lõpuks koostati füüsiliselt ka suurest ostutoodetest prototüüp, mis asetab kalibreerimisplaadi rotatsiooni teljed viimase pinna tsentrisse ning on enam kui 30 korda madalama massiga kui eelkäija.

Järgnevalt käsitletakse idee tasandil mõõtmisseadme vertikaalset orientatsiooni võimaldava adapteri kontseptsiooni, mille puhul sooritati tugevusarvutused kolmes stsenaariumis, et tagada detaili jäikus, mis omakorda tagaks mõõtmisseadme täpsuse. Samuti kajastatakse kontseptsiooni piires seadme kolmjala positsioneerimist lihtsustava šabloni täiustamist kahe konksuga, mis võimaldaksid seadet paremini üles seada ühe inimese poolt, ning kolmjala geomeetriat lukustavat asendišabloni, mis võimaldaks labori kitsastes oludes tõsta mõõteseadme kõrgust maapinnast, ilma jalgade otsade kaugust suurendamata, ja suurendaks kolmjala stabiilsust geomeetrilise lukuga.

Seejärel on käsitletud töö käigus füüsiliselt valminud rakistuse testimist ning tulemuste analüüsi, mille põhjal suudeti kalibreerimise protsessi ajakulu vähendada ligikaudu kolmekordselt. Ülesseadmise ajakulu vähenemine füüsiliselt valmimata rakiste tõttu aga lõputöösse ei mahtunud ning selle optimeerimine peaks päevakorda tulema tulevikus. Viimasena on välja toodud teostatud töö majanduslik pool ja kulude aruanne ning idee tasandil projekteeritud elementide hinnangulised maksumused tulevikuliseks arvestamiseks.

Autori hinnangul on kõikide eelnimetatud ja käsitletud rakiste puhul veel omajagu arenguruumi, kuid loodud elemendid on tugevaks aluseks protsessi optimeerimisel ning mängivad suurt rolli kalibreerimise ajakulus ja kasutajasõbralikkuses. Viimast tõestab enim füüsiliselt valminud kalibreerimisplaadi rakis, mis isegi käsitööna valminuna tagas kalibreerimiseks vajaliku täpsuse, langetas koostu massi enam kui 30-kordselt ja vähendas kalibreerimise peale kuluvat aega umbes kolmekordselt.

## SUMMARY

This thesis addresses the optimization of the functionality and calibration of the tensile testing machines equipped with digital image correlation (DIC) at Tallinn University of Technology's Laboratory of Mechanical Testing and Metrology. The goal was to increase the efficiency of the measuring device and enhance the marketability of non-contact deformation measurements service.

The work reflects the construction of the laboratory's measuring device and analyzes the laboratory's previous aids to simplify the calibration and setup of the device. Based on the analysis of the aids and calibration process mapping, objectives were set for the design of new solutions: to achieve a lower mass and a construction that would allow the calibration plate fixture to regulate rotations without moving the plate linearly. Various concepts were compared in the development, and finally, a prototype was physically assembled. This prototype places the rotational axes of the calibration plate at the center of its surface and is more than 30 times lighter than its predecessor.

Subsequently, the concept of an adapter allowing for the vertical orientation of the measuring device is addressed at the idea level. Strength calculations were performed in three scenarios to ensure the rigidity of the part, which in turn would ensure the accuracy of the measuring device. The concept also includes improving the template that simplifies the positioning of the device's tripod by adding two hooks, allowing a single person to set up the device more easily. Additionally, a positioning template that locks the tripod geometry was designed, enabling the height of the measuring device to be changed in the laboratory's confined space without increasing the distance between the feet. The solution also enhances tripod stability with geometric locking.

The thesis then discusses the testing of the built fixture and the analysis of the results, which showed that the time required for the calibration process could be reduced by approximately three times. However, the reduction in setup time due to the physically uncompleted fixtures was not included in the thesis and should be addressed in the future. Finally, the economic aspects and cost report of the completed work are presented, along with the estimated costs of the elements designed at the conceptual level for future consideration.

The author believes that all the discussed fixtures have room for improvement, but the created elements form a solid foundation for optimizing the process and play a significant role in reducing the calibration time and improving user-friendliness. This is

most evident with the physically completed calibration plate fixture, which, even as a handmade prototype, ensured the necessary accuracy for calibration, reduced the assembly mass by more than 30 times, and decreased the time spent on calibration by approximately three times.