

KOKKUVÕTE

Lõputöö eesmärgiks oli projekteerida käänmik, millel on võimalikult hea massi ja jäikuse suhe ning tagada detaili piisav varutegur. Lisaeesmärgiks võeti topoloogilisest optimeerimisest teadmiste juurutamine ning SLM tehnoloogial toodetud käänmiku valideerimine. Eesmärkide saavutamiseks lähtuti süsteemi piiravatest teguritest, teistest alamsüsteemidest ning maksimaalse deviatsiooni väärtustest. Lõputöö jagunes kolmeks põhiosaks, milleks on tudengivormeli veermik, käänmiku projekteerimine ja topoloogiline optimeerimine.

Lõputöös tutvustati käänmiku eripära, selle tarvidust ning optimeerimise vajalikkust. Samuti tudengivormeli FEST23 veermiku ning alamsüsteeme, mis seavad käänmikule piiranguid. Nendeks on vedrustuse geomeetria, elektrimootorid, jahutussüsteem, hammasülekanne, rattalaagrid, pidurisadul ning õõtshoovad. Kirjeldatud on süsteemide toimimist, meeskonna tehtud valikuid ning parameetreid, mis otseselt mõjutavad käänmiku projekteerimist.

Teises osas käsitleti CAD programmis Catia V5 käänmiku mudeli projekteerimist, alustades materjali ja kontseptsiooni valikuga. Käänmiku koostu osad on ka kinnituskõrvad ja mootori kinnitus. Projekteeritud lahendustele teostati mitmeid LEM analüüse, et leida eesmärgiks seatud parim erijäikus. Lõiketöötlusel valmistatavale detailile loodi tolereeritud tootmisjoonis.

Lõputöö viimases osas uuriti topoloogilist optimeerimist, täpsemalt, millist programmi oli kõige lihtsam kasutada ning milliseid rajatingimusi kasutati. Genereeritud mudel oleneb kõige enam materjali valikust ning defineeritud massist ja geomeetriast. Kirjeldati tootmistehnoloogiat ja detaili järeltöötlust. Valmis käänmiku deformatsiooni tulemused valideeriti katseseadmes.

Töö käigus selgus, et topoloogiliselt optimeeritud käänmiku tegelik deformatsioon on märgatavalt suurem, kui LEM analüüsis. Tudengivormeli näitel oli eelistatuim tootmistehnoloogia lõiketöötlus, seda suurema materjali valiku ning paremate materjali omaduste tõttu. Samuti SLM tehnoloogial esineb defekte ning detaili tootmine on kulukas.

Lõputöö raames ei käsitletud lõiketöödeldud käänmiku deformatsiooni valideerimist. Lisaks tekkis koostamise käigus probleem mootori kinnitusega, mis ei tihendanud jahutussüsteemi, käänmikukoostu ja mootori tolerantside tõttu. Õõtshoobade kinnituskõrvad olid keerukad detailid, mida toota.

SUMMARY

The aim of the thesis was to design an upright with the optimal mass-to-stiffness ratio and ensure sufficient safety factor for the component. An additional objective was to gain knowledge about topology optimization and validate the upright produced using SLM technology. The objectives were based on the system's limiting factors, other subsystems, and maximum deviation values. The thesis was divided into three main parts: the student formula car suspension, upright design, and topology optimization.

The thesis introduced the specifics of the upright, its necessity, and the importance of optimization. It also presented the FEST23 student formula car suspension and subsystems that impose constraints on the upright. These include suspension geometry, electric motors, cooling system, transmission, wheel bearings, brake calipers, and control arms. The functioning of the systems, the choices made, and parameters directly affecting the upright design were described.

The second part focused on designing the upright model in the CAD program Catia V5, starting with material and concept selection. The assembly of the upright includes attachments and motor mounts. Several Finite Element Method analyses were performed on the designed solutions to find the optimal stiffness as set in the objectives. A production drawing with tolerances was created for the part to be manufactured by machining.

In the final part of the thesis, topology optimization was studied, specifically identifying the easiest-to-use program and the applied boundary conditions. The generated model depended mostly on material selection, defined mass, and prescribed geometry. The manufacturing technology and post-processing of the component were described. The deformation results of the completed upright were validated using a test jig.

During the research, it was found that the actual deformation of the topologically optimized upright was significantly larger than predicted by the FEM analysis. In the case of the student formula car, machining was the preferred manufacturing technology due to a wider material selection and better material properties. Additionally, defects occurred in the SLM technology, and the production of the component was costly.

The thesis did not address the validation of the machined upright deformation. Furthermore, a problem arose during assembly with the motor mount, which did not seal properly due to tolerance issues between the cooling system, upright assembly, and motor. The attachment mounts of the control arms were complex components to manufacture.