

Antud magistritöö eesmärgiks oli projekteerida tootmisvalmis 51 V superkondensaatorite moodul, millega ettevõtte Skeleton Technologies OÜ siseneb 48 – 51 V moodulite turule, täites lünga oma tooteperes. Projekti esitamise hetkel valmistatakse pilootseeria tootmiseks. Projekti viidi läbi agiilse arenduse põhimõtteid silmas pidades. Seetõttu välditi koskmeetodit ja töötati samaaegselt mitme etapiga optimeerimaks ajakulu arendusfaasis. Mooduli arendus algas elektrilise prototüübi etapiga, kus fikseeriti esmalt kondensaatoripaki asetus, sildamine ja juhtmestamine, seejärel loodi selle ümber ajutine freesitud korpus, mille koostu nimetati töös. Seda kasutati kondensaatoripaki elektriliste mõõtmiste sooritamiseks, trükkplaadi ja tarkvara kontrolliks kui ka hiljem katsekehana kapseldusmaterjali täitmisomaduste hindamisel.

Teises ehk mehaanilise prototüübi etapis, mis algas samaaegselt elektrilise prototüübi osade tellimisega, toimus seinade ekstrusioon-profiili ja resti väljatöötamine. Projekteerimise puhul võeti aluseks eelnevalt defineeritud kondensaatoripaki mõõdud. Enne ekstrusioon-profiili kuju matkiva freesitud prototüübi tellimist valideeriti korpuse vastupidavus väsimusele läbi väsimusanalüüsi, mille sooritas MEC insenerilahendused OÜ. Selle tulemuste järgi oli profiil, kui ka moodul tervikuna sobilik keskkonna vibratsiooni talumiseks ilma materjali väsimusest tingitud kahjustuste tekkimiseta. Resti hindamiseks kontakteeruti plastdetailide konsultandiga ettevõttest IKARsolutions OÜ, kelle hinnangul tuli detaili märgatavalt muuta. Selle tõttu projekteeriti uus rest, lähtudes saadud tagasisidest, määrati materjal ning mudeli täituvuse kontrollimiseks sooritati detailile LEM voolavusanalüüs. Vibratsioonikatsete sooritamise jaoks rest 3D prinditi. Selles etapis määrati ka tihendamislahendused, mida hiljem testiti.

Viimases etapis ehk tootmisvalmis mooduli etapis sooritati vibratsioonitestid ning otsustati kasutada resti asemel kapseldusmaterjali. Moodulile sooritati CFD analüüsid, defineerimaks mooduli termilisi parameetreid ning stabiilsed temperatuurid erinevate püsiva voolu väärtuste korral. Testi tulemuste töötlemiseks loodi arvutusprogramm Octave keskkonnas. Lisaks sooritati analüüsid selgitamiseks termiliste näitajate parandatavust anodiseerimise ja ribidega jahutusplaatide näol. Tihendite ja veekindluse kontrollimiseks sooritati IP65 standardist lähtudes vedelikukindluse test. Defineeriti ka ekstrusioon-profiili geomeetria ja tolerantsid. Võttes kõike eelnevat arvesse koostati tootmisvalmis mooduli virtuaalne prototüüp, tükitabel, parendusettepanekute nimekiri ja omahinna arvutus.

Lähteandmetes seatud eesmärkidest ei täidetud mooduli massi nõuet ning seda ületati 1,3 kg ulatuses. Samuti ei sooritatud löögiteste ajaliste piirangute tõttu. Mooduli kaalu vähendamiseks tuleks vähendada korpuse seina ja jahutusplaatide paksust, vältida kapseldusmaterjali kasutamist kondensaatorite paigal hoidmiseks, vähendada tugipostide arvu või muuta nende materjali. Teised nõuded, sealhulgas standarditele vastavus nii vibratsioonile kui ka IP testi puhul täideti. Lähtemäärangust tulenev tükihinna nõue täideti 7% suuruse varuga. Ajalistel piirangutel ei käsitletud töös pilootseeria toote kukutamise testi. Projekti eesmärk projekteerida ja verifitseerida tootmisvalmis moodul sooritati ettevõtte ajakava järgi õigeaegselt ning tulemuste põhjal võib tööd nimetada edukaks. Toote termiliste omaduste optimeerimine on võimalik läbi jahutusplaatidele ribide lisamise ning korpus anodiseerimise.

Töö käigus lahendati lai hulk erinevaid ülesandeid projekteerimistest praktiliste testideni. Töö keerukaimaks osaks olid soojusanalüüsid, mille sooritamiseks läbis autor PLM Group Eesti OÜ poolt pakutava koolituse SolidWorks Flow jaoks. Oodatust keerukamaks osutus ka SolidWorks keskkonnas Routing lisapaketi kasutamine. Juhtmekimpude loomiseks ja nende pikkuste määramiseks tekitati komponentide andmebaasid ja modifitseeriti olemasolevaid detaile. Autor on sooritatud töö ja selle tulemusena rahul ning õppis selle käigus palju plastdetailide projekteerimismeetodite, nende materjalide valiku ja erinevat tüüpi simulatsioonide läbiviimise kohta.