

KOKKUVÕTE

Antud lõputöö eesmärgiks oli projekteerida hübriidajamiga roomiksõidukile käigukasti korpus. Lõputöö teema pärineb ettevõttest Milrem AS, kus arendatakse täiselektriline ajamisüsteem 10 kuni 15 tonnisele roomiksõidukile *Type-X*. Arendatav ajamisüsteem *Milrem Cross-drive* on ühelt poolt roomiksõiduki jõuallikaks ja sisaldab ka jõuülekandemehhanismi. *Milrem Cross-drive* käigukasti korpust seob ajamisüsteemi ühtseks tervikuks.

Esimeses peatükis uuritakse roomiksõiduki *Type-X* konkurente. Konkurentide võrdluse põhjal on näha, et *Type-X* massi ja võimsuse suhe on võrreldes konkurentidega kaks korda parem ja sõiduki sisesemeeskonna puudumise tõttu on sõiduk gabariitidelt märgatavalt väiksem. Seega leiti, et *Type-X* on lahinguväljal intuiitsemalt opereeritav kui konkurendid.

Teises peatükis tuuakse välja *Cross-drive* peamine eesmärk – tagada roomiksõiduki keeramine. Kirjeldatakse topelt-differentsiaali võimet kiirendada üht roomikut kiiremini kui teist. *Milrem Cross-drive* puhul on tegemist protüübiga, mis arendatakse nullist, seega on vaja projekteerida ka ajamile käigukasti korpus.

Magistritöö kolmandas peatükis kirjeldati projekteeritava käigukasti korpuse nõudeid ja eesmärgid. Seatakse eesmärgid, mis aitavad kaasa protoüüpimisele ja hooldatavusele. Kirjeldatakse alamsüsteeme, millega käigukasti korpus peab ühilduma ja õlitussüsteemi osatähtsust käigukasti korpuse projekteerimisel.

Neljandas peatükis keskenduti käigukasti korpuse projekteerimisele. Käigukasti korpus tootmistehnoloogiks valiti lõiketöötlus freesimise teel ja korpuse materjaliks alumiiniumi sulam. Kirjeldatai käigukasti korpus CAD mudelitele kohaldatavaid nõudeid tootmis aspektist - tagamaks toodetavuse- ja piisava täpsuse lõiketöötluste teel. Toodi välja ajamisüsteemi suurus ning väljundite ja sisendite asukohad.

Sobivaks kontseptsiooniks osutus käigukasti korpus luua neljast osast. Keskmistes korpustes asub ülekande käiguvahetuse ja veoülekande osa ning külgmistes korpustes keeramiseks vajalikud planetaarülekanded. Kirjeldatai elektrimootorite kinnituslahendust käigukasti korpuse külge ja käigukasti korpuste kinnitust sõidukisse. Projekteeriti vajalikud võllitoided, käiguvahetusmootori kinnitus, andurite asukohad ja õlitussüsteemi elemendid. Lahendati probleem, kuidas integreerida õlitussüsteemi pihustid käigukasti korpuse külge. Selleks loodi spetsiaalsed kinnitusadapterid ja tihendati ümartihenditega.

Määrati vajalik õlikogus käigukastis ja kirjeldati käigukasti tuulutuselementide asukohta. Kirjeldati korpuste omavahelist positsioneerimise ja tihendamise viisi. Lisaks projekteeriti tõstmiskohad ja hooldusavad.

Viiendas peatükis käsitleti korpuste koostu analüüsimist *Solidworks SP5* LEM keskkonnas. Kirjeldati LEM mudelile kohaldatavaid rajatingimusi ja lihtsustusi. Seati eeldatavad pinge ja deformatsiooni väärtused. Analüüsiiti 17 erinevat stsenaariumit, millest jätkati 2 stsenaariumiga, kuni lõpp tulemuste saamiseni. Saavutatud tulemused jäid eelnevalt seatud piiresse.

Kuuendas peatükis räägitakse korpustele kohaldatavatest tolerantsidest. Valitakse käigukasti töötemperatuuri silmas pidades sobivad pingistud laagripesadele ja leitakse korpuste eelkuumutamise temperatuur istude koostamiseks. Valitakse sobivad istud mansett-tihenditele ja korpuste külge kinnituvate lisadetailide. Kirjeldatakse laagripesade ristsuse tolerantsi leidmist ja pinnakareduste valikut.

Käesoleva lõputöö tulemusena valmis *Milrem Cross-drive* käigukasti korpus, mis toodeti koostöös Eestis tegutseva lõiketööluse ettevõttega. Korpus suudeti toota määratud tolerantsidega. Lõputöö vastab püstitatud nõuetele.

SUMMARY

The aim of this thesis was to design a gearbox housing for a hybrid drive tracked vehicle. The topic comes from the company Milrem AS, where a fully electric drive system is being developed for a tracked vehicle of 10 to 15 tons. The Milrem Cross-drive combines two main tasks into single unit - power unit and transmission mechanism. The Milrem Cross-drive housing is combining all sub system into one unit.

The first chapter examines the competitors of the Type-X tracked vehicle. A comparison of competitors shows that the Type-X's weight-to-power ratio is twice as good as that of its competitors. Due to the lack of an internal team the vehicle dimensions are smaller. Therefore, the Type-X was found to be more intuitive on the battlefield than its competitors.

The second chapter outlines the main purpose of the Cross-drive – to ensure the steering ability of the tracked vehicle. Double differential allows to accelerate one track faster than another. The Milrem Cross-drive is a prototype that is developed from scratch, so it is also necessary to design a gearbox housing for the drive.

The third chapter of the master's thesis described the requirements and goals of the designed gearbox housing. Goals are set that contribute to prototyping and maintainability. The subsystems which have to be compatible with the housing are described and the role of the lubrication system in the design is shown.

The fourth chapter focused on the design of the gearbox housing. Milling was chosen as the production technology and aluminum alloy was chosen as the housing material. The requirements applicable to CAD models of the gearbox housing were described from a production point of view - to ensure productivity and sufficient accuracy through milling. The size of the drive system and the locations of the outputs and inputs were indicated.

A suitable concept was to create a gearbox housing in four parts. Main gears and transmission are situated in the middle housings, and the steering planetary gears are in the side housings. The attachment of electric motors to the gearbox housing and the attachment of the gearbox housing to the vehicle were described. The necessary shaft supports, gear change motor mount, sensors locations and lubrication system elements were designed. The problem of how to integrate the lubrication system nozzles into the gearbox housing was solved. For this purpose, special fastening adapters were designed and sealed with round seals. The required amount of oil in the gearbox was determined

and the location of the gearbox ventilation elements was described. The method of positioning and sealing the housings with each other was described. In addition, lifting points and maintenance openings were designed.

In the fifth chapter the housing assembly analysis in Solidworks SP5 FEM environment was described. The basic structure of analyze and simplifications applicable to the LEM model were described. Allowable deformation values and stress limit was set. 17 different scenarios were analyzed, of which 2 scenarios were continued until the end of results. The achieved results remained within the previously set limits.

Chapter 6 describes the tolerances applicable to housing. The bearing seat fits are chosen by keeping mind the operating temperature and preheating temperature for compilation is calculated. Suitable seat fits for the radial seals and for the auxiliary components are chosen. Bearing seats perpendicularity value and the choice of surface roughness is described.

As a result of thesis, the Milrem Cross-drive gearbox housing was designed and produced in Estonia. The housing were produced with the specified tolerances. The thesis meets the set requirements