

Antud magistritöö ülesandeks on parendada mähise koostamise- ning paigaldusprotsesse ettevõttes ABB AS. Lõputöö keskendub ettevõtte elektrimootoreid tootvale tehasele. Peamised eesmärgid uurida mähiste kahjustamise riske mähiste valmistamisest kuni nende staatorisse sisestamiseni ja pakkuda välja parendustegevused mähiste kahjustamise vähendamiseks said täidetud. Lõputöös jäi lahtiseks roboti kasutusele võtu uuring ning sellega tegeletakse väljaspool lõputööd.

Esiialgu uuriti, kuidas mähise tooriku koostamise ja mähise tooriku sisestamise protsessid töötavad. Seejärel uuriti kõiki protsesse eraldi. Kõikides protsessides vaadeldi erinevaid riske, mis võivad tootmise käigus tekkida ning pandi kirja kaua operatsioonid erinevates protsessides kestavad. Kõikidele riskidele ning probleemidele pakuti välja ka esialgne idee, mida tuleb parendamise käigus kindlasti uurida. Kõige rohkem probleeme ning riske tekkis mähiste ja mähise toorikute transpordi peatükis ning kõige vähem masinisooleerimise punktis, kus ei leitud ühtegi riskantset kohta toodet vigastada. Mähiste ja mähise toorikute transpordi peatükis toodi välja kuus erinevat probleemi, mis olid peamiselt seotud transpordikäru konstruktsiooniga. Kõik lahendused vähendasid riske.

Mähise tooriku kerimise peatükis leiti neli probleemi: problemaatiline kiirlukusti, vasktraadi manuaalne kõrguse regulaator, ebaühtlane teipimine ja tõmbejõu vale valik. Probleemaatilise kiirlukusti peatükis kurtsid operaatorid kiirlukusti üle, mida pidi koguaeg kuuskant võtmega üle pingutama. Kiirlukusti peaks olema lukusti, mis käib kiirelt näiteks lingist. Seega leiti kaks erinevat kiirlukusti lahendust, kus üks oli praegusega samas hinnaklassis ning tööstuslik ja pakuti välja odavam lahendus, mida autor on jõusaalides kasutanud. Teine tähtsam lahendus mähise tooriku kerimise peatükis oli tõmbejõu vale valiku parandamine. Parenduse käigus kirjeldati ära, et kerimisingil peavad olema maksimaalse tõmbejõu limiidid ning igale mähise klassile erinevad parameetrid ära seadistatud. Juhendis tuleks välja tuua tõmbetugevuse asemel tõmbejõu parameeter, kuna operaator ei pea oskama välja arvutada tõmbejõudu kasutades ette antud tõmbetugevust, mille puhul kerimise poom viga saab. Kõik lahendused vähendasid riske.

Mähiste ja mähise toorikute transpordi peatükis leiti kuus probleemi: mähise plankude konstruktsioon (alumiiniumfoolium), mähise plankude konstruktsioon (plastik), mähise toorikute asetamine transpordikärule kerimise protsessis, mähise toorikute vigastamine transpordikäru silla torudega, -.- konstruktsiooniga ning -.- liikudes ja laadungit hoiustades. Kõik lahendused vähendasid riske.

Mähise tooriku vormimise peatükis leiti üks probleem: teravad nurgad ja ääred puidust šabloonil. Lahenduseks pakuti välja teipida mitu kihti teipi iga terava otsa juurde. Lisaks

leiti, et tulevikus saaks vineeri asemel kasutada plastšablooni, mille nurgad ja otsad oleks sama turvalised nagu mähise plankudel. Kõik lahendused vähendasid riske.

Mähise tooriku käsiisoleerimise peatükis leiti kolm probleemi: mähise tooriku isolatsiooni vigastamine kaitseteibi löikamisel kääridega, -..- klambriga, -..- vastu töölaua teravaid nurki. Kõik lahendused aitasid vähendada riski toote vigastamisel. Kõige paremaks lahenduseks valiti töölaua mullikiletamise lahendus, mis aitas lisaks toote vigastamisele kaitsta töötajaid tervisekahjustuste eest.

Mähise tooriku masinisoleerimises ei leitud ühtegi probleemi, mis võiks töölisi või toodet vigastada. Peab mainima, et see protsess on väga hästi ülesehitatud.

Mähiste sisestamine staatori vertikaal asendi peatükis leiti neli probleemi: mähise kahjustamine täkkeid täis haamri ning kiiluga, -..- mähise andmisel operaatorilt operaatorile, plastikkile mitte kasutamine mähise sisestamisel staatori ning mähise löömine vastu mähise sirgendamise masinat. Esimese kolme probleemi lahendamiseks pakuti välja roboti kasutamisele võttu, mis aitaks teatud summa kokku hoida iga vahetus ühe operaatori pealt aastas. Aastane kasum väheneb kindlasti roboti kasutusele võtu kulu pealt, kuid seda ei arvestatud. Välja jäänud probleemid soovitati mähist vigastavad teravad ääred ülekattega ära pehmedada ning lasta kvaliteedi inseneridel iga päev masinad üle vaadata.

Kokkuvõtteks suudeti enamus probleemid lahendada väga väikeste kuludega. Lõputöö eesmärgid said täidetud.

The aim of current paper was to develop coil manufacturing and installation process in ABB AS company. Thesis focuses on company's factory that manufactures electric motors. The main objectives were to investigate the risks of damage to the windings from the time the windings were made until they were inserted into the stator and to propose improvements to reduce risk of damaging the windings. The study on the introduction of a robot was left open in the thesis, and it is being conducted outside the thesis.

Initially, the operation of the winding blank assembly and winding blank insertion processes were investigated. Each process was then examined separately. Each process looked at the different risks that could arise during production and recorded how long the operations in the different processes lasted. An initial idea was also proposed for all risks and problems, which must be explored during the improvement process. The highest number of problems and risks arose in the chapter on the transport of windings and winding blanks, and the lowest in the machine isolation point, where no hazardous areas were found to damage the product. In the chapter on the transport of windings and winding blanks, six different problems were identified, which were mainly related to the design of the transport trolley. All solutions reduced the risks.

In the chapter on winding the winding blank four problems were: problematic quick locks, a manual copper wire height adjuster, uneven taping and the wrong choice of tensile force. In the chapter on the problematic quick lock, the operators complained about the quick lock, which had to be overtightened with a hex key all the time. A quick lock should be a lock that moves quickly from a link, for example. Thus, two different quick-lock solutions were found, one in the same price range as the current one and industrial and a times cheaper solution was proposed, which the author has used in gyms. Using new quick-release locks can save certain amount and operator nerves every year. Another important solution in the winding blank winding chapter was to correct the wrong choice of tensile force. During the improvement, it was described that the robot must have maximum traction limits and different parameters set for each winding class. The traction force parameter should be given in the manual instead of the tensile strength, as the operator does not need to be able to calculate the given tensile strength using the tensile force at which the scroll bar will break. All solutions reduced the risks.

In the chapter on the transport of windings and winding blanks six problems winding plank construction (aluminum foil), winding plank construction (plastic), winding blank placement to transport trolley in winding process, damaging winding blank with transport trolley bridge tubes, -.- construction, -.- while moving with transport trolley, were found. All solutions reduced the risks.

In the chapter on forming the winding blank, one problem with sharp corners and edges on a wooden mold, was found. The solution was to tape multiple layers of tape to each sharp end. In addition, it was found that in the future a plastic mold could be used instead of plywood, which corners and ends would be as safe as the winding planks edges. All solutions reduced the risks.

In the chapter on manual insulation of the winding blank three problems winding blank isolation damaging with scissors, -.- with clamp, -.- against sharp corners of the desk. All solutions helped reduce the risk of product damage. The best solution was the desk bubble wrap solution, which in addition to damaging the product, helped to protect people from harm.

No problems were found in the machine insulation of the winding blank that could injure workers or the product. It should be mentioned that this process is very well structured.

Inserting the windings in the horizontal position of the stator four problems in damaging the winding with a hammer and wedge full of notches, -.- while handing out winding by operator to operator, not using a plastic film to insert the winding into the stator and hitting the winding against the winding machine, were found. To solve the first three problems, it was proposed to use a robot, which would save certain amount per operator, each shift, a year. The annual profit will certainly decrease due to the cost of deploying the robot, but this was not taken into account. In the remaining problem, it was recommended to soften the sharp edges that damage the winding by overlapping and have quality engineers inspect the machines on a daily basis.

In conclusion, most of the problems could be solved at very low cost. The goals of the thesis were met.