



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO  
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**Department of Electrical Power Engineering and Mechatronics**

# Mathematically Analysing The Strength Of Stator's Support Structure To Withstand 3-Phase Short Circuit

MASTER THESIS

Student: Rahul Bhola

Student code 157379 MAHM

Supervisor: Dr. Robert Hudjakov

Co supervisor : Kaarel Lassel

Tallinn, 2019



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
INSENERITEADUSKOND

Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut

## Staatori tugikonstruktsiooni vastupidavuse matemaatiline analüüs 3 faasilisele lühisvoolule.

MAGISTRITÖÖ

MEHATROONIKA ÕPPEKAVA

Üliõpilane	Rahul Bhola
Üliõpilaskood	157379 MAHM
Juhendaja	Robert Hudjakov (Research Scientist)
Kassjuhendaja	Kaarel Lassel (Engineering Manager ABB AS)

Tallinn, 2019

## **7 SUMMARY**

### **7.1 Conclusion**

From this research work it has been seen that radial forces at the end winding varies. Forces on the coils at the point of support structure has been mathematically calculated. It has been noted that influence of magnetic forces on the coils can put big impact on the machine. When sudden short circuit occurs in the generator the value of current reaches higher. Due to this strength of magnetic field increases simultaneously. In this situation all the coils work like magnet. There will be magnetic forces generated in between the coils. That force can be repelling or attract the coils. Combination of all magnetic forces produces the torque on the end coils. From the calculation torque forces seem like 10 times higher than normal forces. Result of these forces stator winding can deform easily if support structure is not well designed. According to the results bending in coil will start at 3.3 KN. Which is approximately equal to tensile strength of support structure. Calculations in this paper is for maximum value of short circuit current and for maximum value of forces. So according to results we can say that the support structure is safe for these values.

### **7.2 Future scope**

This thesis work can be used for analysis of magnetic forces for future machines. Strength of support structure against the torque force can be calculated by FEM methods. This paper can be used in calculation of magnetic field. This paper can be extended with electrical formulations for deriving short circuit current in rotor and stator. With this method force on the rotor can be also calculated.

## **7.3 KOKKUVÕTE**

### **JÄRELDUS**

Sellest uuringust järeldus, et mähiste lõpus ei ole radiaal jõud konstantsed. Poolile mõjuvad jõud toetuspunktides on arvatud. Leiti, et poolile avalduvad magnetilised jõud võivad avaldada suurt mõju masinale. Kui generaatoris tekib ootamatu lühis, tõuseb voolu väärtus kõrgemale. Selle tõttu muutub vastavalt ka magnetväli. Sellises olukorras toimivad kõik poolid nagu magnetid. Poolide vahel tekivad magnetilised jõud, mis võivad poole panna tõukuma või tõmbuma. Nende tekkinud magnetiliste jõudude kombinatsioon põhjustab poolide lõpus pöördemomendi. Viimase arvutustest tuleneb, et pöördemoment on umbes 10 korda normaaljõududest suurem. Selliste jõudude mõjul võivad staatori mähised kergesti deformeeruda, kui toetuskonstruktsioon ei ole piisavalt hästi kavandatud. Uurimustöö tulemuste järgi algab mähiste deformatsioon 4.7 KN juures, mis on ligikaudu võrdne tugikonstruktsiooni tõmbetugevuse väärtusega. Selle uurimustöö kalkulatsioonides on kasutatud lühisel tekkinud voolu maksimaalväärtusi ja jõudude maksimaalväärtusi. Kokkuvõttes võib öelda, et tugikonstruktsioon on nende väärtuste juures turvaline.

### **7.4 TULEVIK**

Käesolevat lõputööd saab kasutada magnetjõudude analüüsil tulevastes masinates. Tugikonstruktsiooni tugevust pöördemomendi jõu suhtes saab arvutada kasutades FEM meetodeid. Uurimustööd saab kasutada nii magnetvälja arvutamiseks, kui ka elektriarvutustega laiendades lühisvoolu leidmiseks rootoris ja staatoris. Samuti saab antud meetodit kasutades leida ka jõud rootoris.