

# DIELECTRIC PROPERTIES OF NON-AGED AND THERMALLY AGED SLOT INSULATION

**Michal Jeřábek**

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT  
E-mail: xjerab09@stud.feec.vutbr.cz

**Michal Janošek**

Master Degree Programme (1), FEEC BUT  
E-mail: xjanos06@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Zdenka Rozsivalová  
E-mail: Rozsiva@feec.vutbr.cz

## ABSTRACT

This paper deals with experimental verification of the dielectric properties of the slot insulation. Above all both components of the complex permittivity are examined in dependence on frequency and temperature during the thermal ageing.

## 1. ÚVOD

Dnešní rozvoj elektrotechniky klade zvýšené nároky na použitý materiál, zejména při využívání materiálů v náročných aplikacích nebo při extrémních podmínkách. Pro použití materiálů v praxi je potřeba znát jejich životnost, tzn. jak dlouho budou schopny plnit požadované vlastnosti. Při zjišťování vlastností zkoumaného dielektrického materiálu nám slouží řada metod. Nejrozšířenější je metoda dielektrické relaxační spektroskopie. Pro stárnutí dielektrického materiálu se používá namáhání pomocí tepelných cyklů.

## 2. TEORETICKÁ ČÁST

Stárnutí, tedy vzrůstající znehodnocení dielektrických materiálů, trvale zhoršuje jejich účelové vlastnosti působením fyzikálních a chemických přeměn v závislosti na čase. K tomuto jevu dochází prostřednictvím vlivů a podmínek, kterým je dielektrikum vystaveno. Stárnutí se však výrazněji uplatňuje u látek organických. U látek anorganických se až na výjimky neprojevuje. Pro dané pozorování je zvolena metoda dielektrické relativní spektroskopie, kdy bude zkoumán vliv teploty a stárnutí na obě složky komplexní permitivity - relativní permitivitu (míra nabíjení dielektrika) a ztrátové číslo (charakterizuje míru ztrát v dielektriku).

## 2.1. ZKOUMANÝ VZOREK

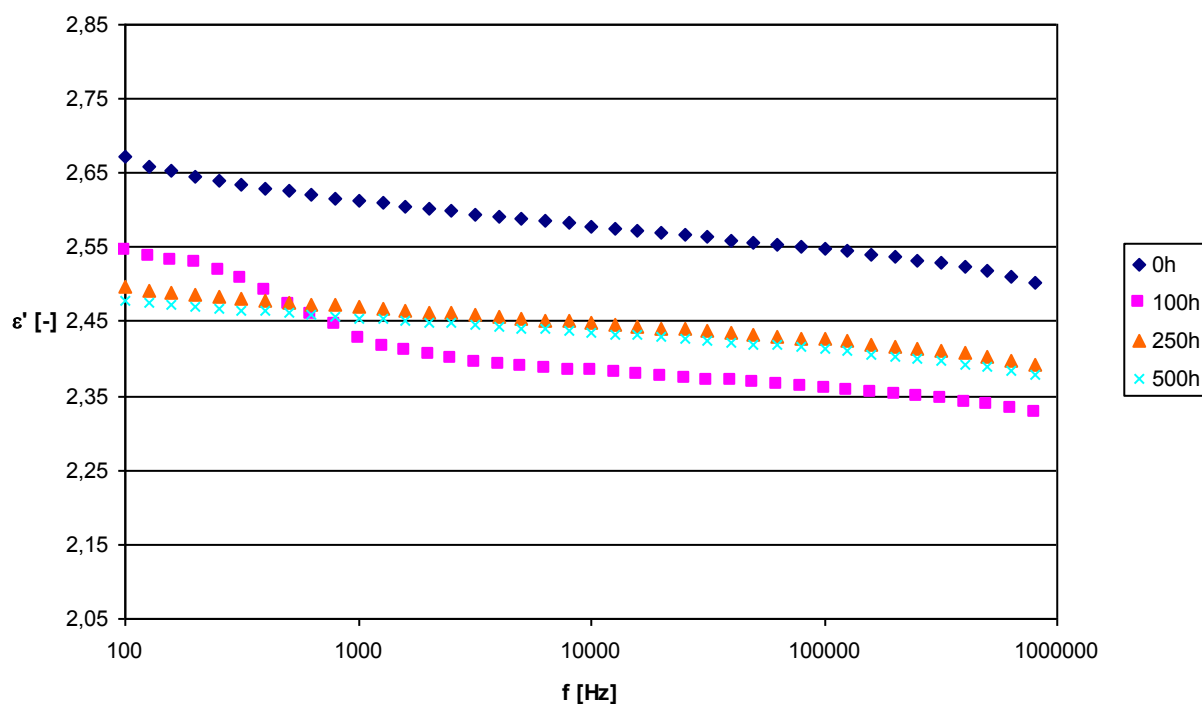
Předmětem experimentálního zkoumání byl ISONOM NMN 0881. Tento materiál se řadí mezi kombinované flexibilní izolační materiály. Zkoumaný vzorek ISONOM NMN se skládá z tenké vrstvy PET a je pokryt z obou stran papírem NOMEX. Spadá do teplotní třídy F (155°C) s vynikajícími mechanickými vlastnostmi, jako jsou vysoká pevnost v tahu a vysoká odolnost proti natržení nebo přetržení. To vše je spojeno s vysokou elektrickou pevností. Používá se nejčastěji jako drážková a fázová izolace v tepelně přetěžovaných motorech.

## 2.2. METODIKA ZKOUMÁNÍ

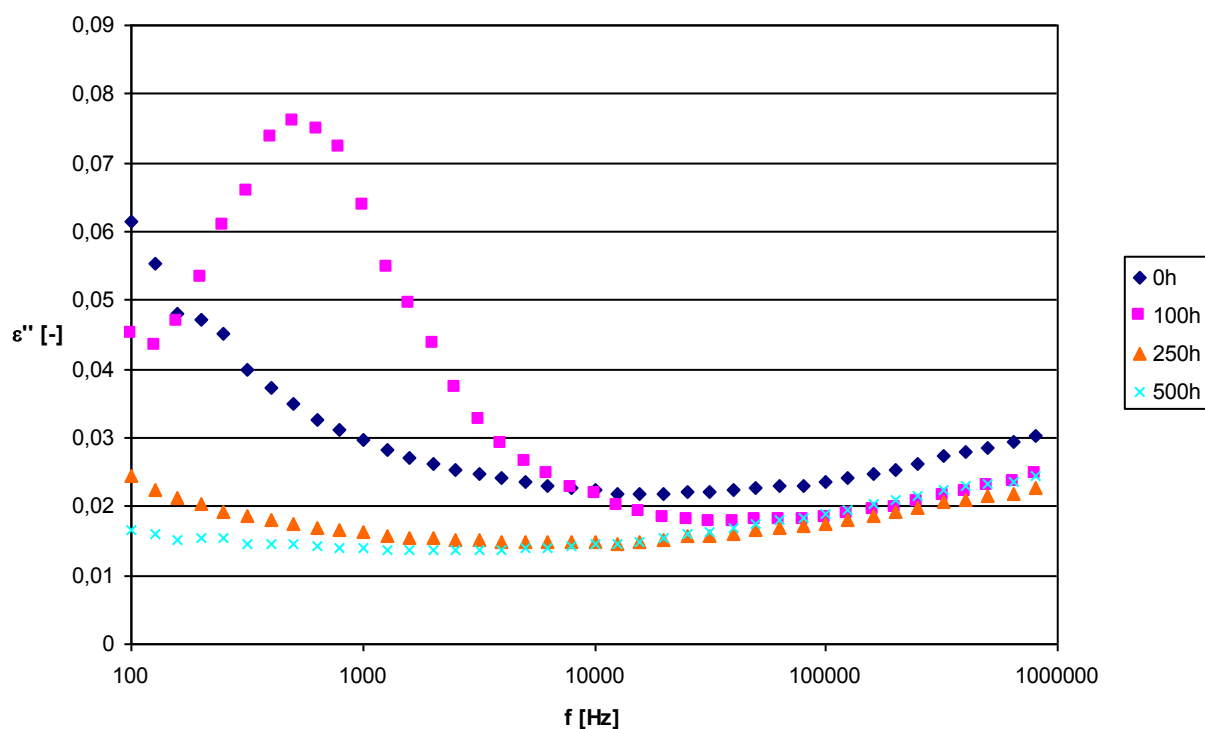
Pro měření byl použit přesný LCR metr firmy Agilent 4284A spojená s tříelektrodovým systémem. Pomocí tříelektrodového systému jsou povrchové proudy odvedeny stínicí elektrodou. Měřicí přístroj firmy Agilent pracuje na principu mostové metody s automatickým vyvažováním. Frekvenční rozsah přístroje od 20 Hz do 1 MHz. Přístroj byl spojen s pracovní stanicí, kterou byl ovládán pomocí programu Agilent VEE. Změřené hodnoty byly automaticky ukládány do tabulek programu MS Excel.

## 2.3. EXPERIMENTÁLNÍ VÝSLEDKY

Údaje získané měřením na LCR metru Agilent 4284A jsou přepočteny na složky komplexní permitivity a uvedeny na obr. 1 a 2.



**Obrázek 1:** Závislost relativní permitivity na frekvenci při 110 °C na hladinách stárnutí 100 hodin, 250 hodin a 500 hodin.



**Obrázek 2:** Závislost ztrátového čísla na frekvenci při 110 °C na hladinách stárnutí 100 hodin, 250 hodin a 500 hodin.

### 3. ZÁVĚR

Nedestruktivními metodami byly experimentálně prošetřeny dielektrické vlastnosti nestárnuté a tepelně stárnuté drážkové izolace ISONOM NMN. Sledovanými veličinami byly obě složky komplexní permitivity ve frekvenčním rozsahu od 100 Hz do 1 MHz a hmotnost vzorků v průběhu tepelného stárnutí. Zkoumaný materiál potvrdil vlastnosti dielektrika relaxačního typu. Jeho permitivita v závislosti na frekvenci klesá. U závislosti ztrátového čísla na frekvenci se objevila dvě relaxační maxima, která se se vzrůstající teplotou měření zvětšují a v souladu s teoretickými předpoklady posouvají směrem k vyšším frekvencím.

### PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl za podpory ústavu elektrotechnologie UETE VUT Brno. A za přispění pomoci Ing. Zdenky Rozsivalové.

### LITERATURA

- [1] Kazelle, J., a spol. *Elektrotechnické materiály a výrobní procesy*: Interní texty UETE Vysokého učení technického v Brně
- [2] Rozsivalová, Z., Vaněk J., Křivák, P., *Materiály a technická dokumentace*, Laboratorní cvičení: Interní texty UETE Vysokého učení technického v Brně
- [3] Manual Agilent 4284A Precision LCR meter
- [4] Fy Isovolta, *Materiálový list* materiálu ISONOM<sup>®</sup> NMN