

Inovatívne riešenia nanokompozitných dielektrických materiálov pre využitie v oblasti elektrotechniky s použitím nanoplŕn

Ing. Štefan Hardoň, PhD.,

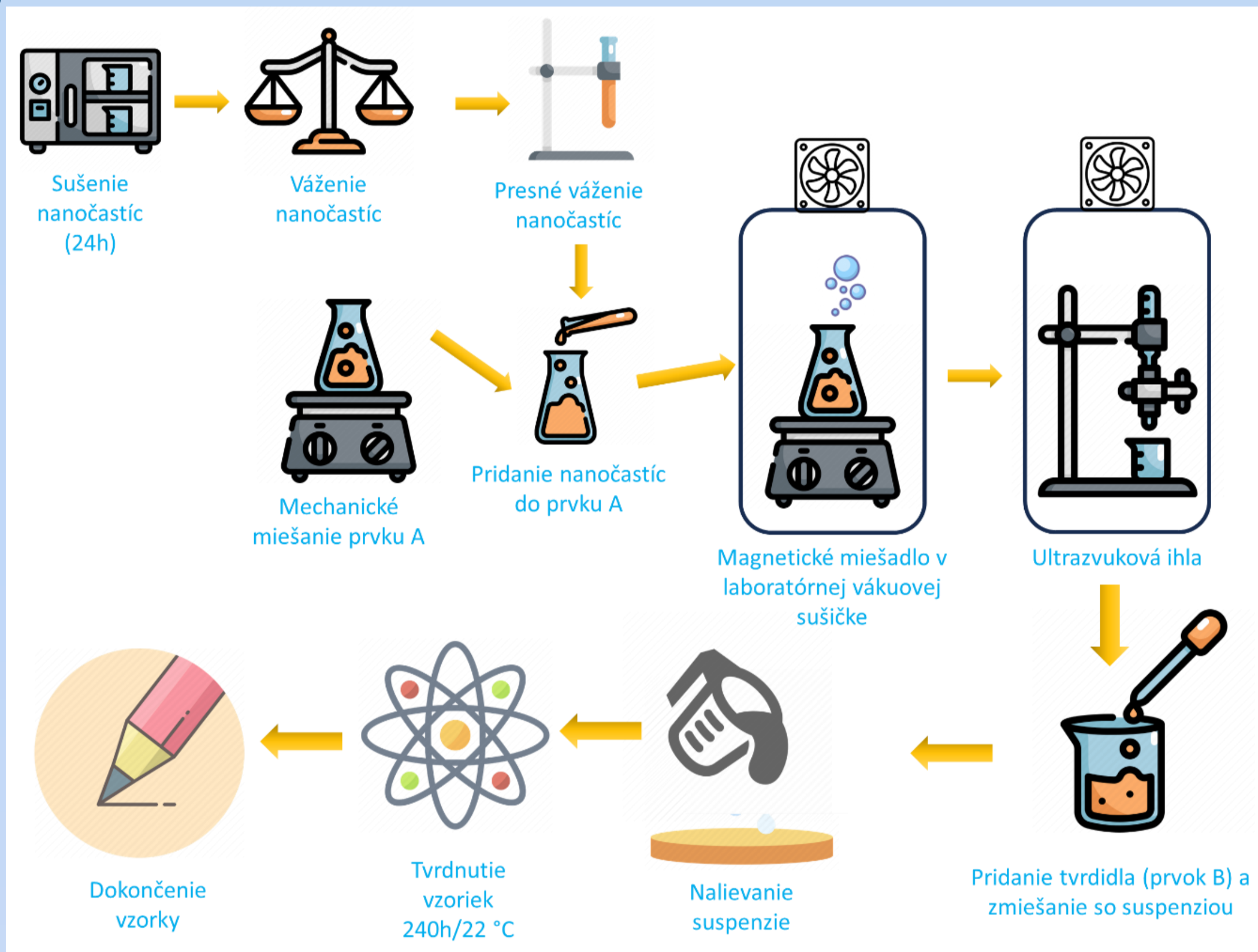
KATEDRA FYZIKY, Fakulta elektrotechniky a informačných technológií

Motivácia

Hlavnou časťou výskumu je analýza dielektrických parametrov pripravených nanokompozitných materiálov na báze polyuretánov (PUR). Zavádzanie nanoplŕn do čistej PUR ukazuje niekoľko výhod oproti čistej PUR bez nanoplŕn. Štúdie dielektrických parametrov (permitivity ϵ_r a stratového činiteľa $\tan \delta$) PUR nanokompozitov v posledných rokoch ukázali, že zmiešanie nanočastíc (prevažne anorganických oxidov) do čistej PUR matice výrazne zlepšuje dielektrické konštanty nanokompozitov.

Ďalším cieľom projektu je technologická príprava nanokompozitných vzoriek a experimentálne vyhodnotenie dát získaných zo širokopásmovej dielektrickej analýzy, kde sa skúmal vplyv koncentrácie nanoplŕn (0.5 % až 2 % celkovej hmotnosti nanokompozitu) a vplyv teploty (20 °C po +120 °C) vo frekvenčnom rozsahu od 1 mHz až 1 MHz).

Použité materiály a metódy

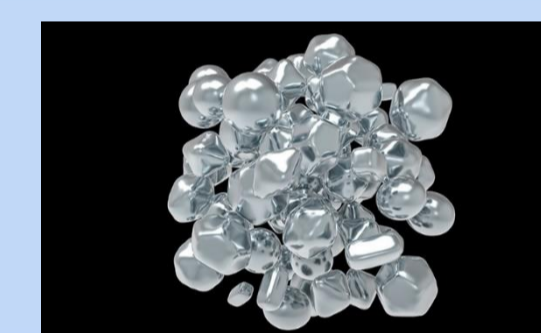


Technologický proces prípravy nanokompozitných materiálov

Ako základná matrica sa použila dvojkomponentná polyuretánová zalievacia látka VUKOL N22 (PUR), ktorá je vhodná na zaliatie či zapuzdrenie elektrických zariadení, ako malých či stredných transformátorov, kondenzátorov, cievok, elektroniky a autobaterií.



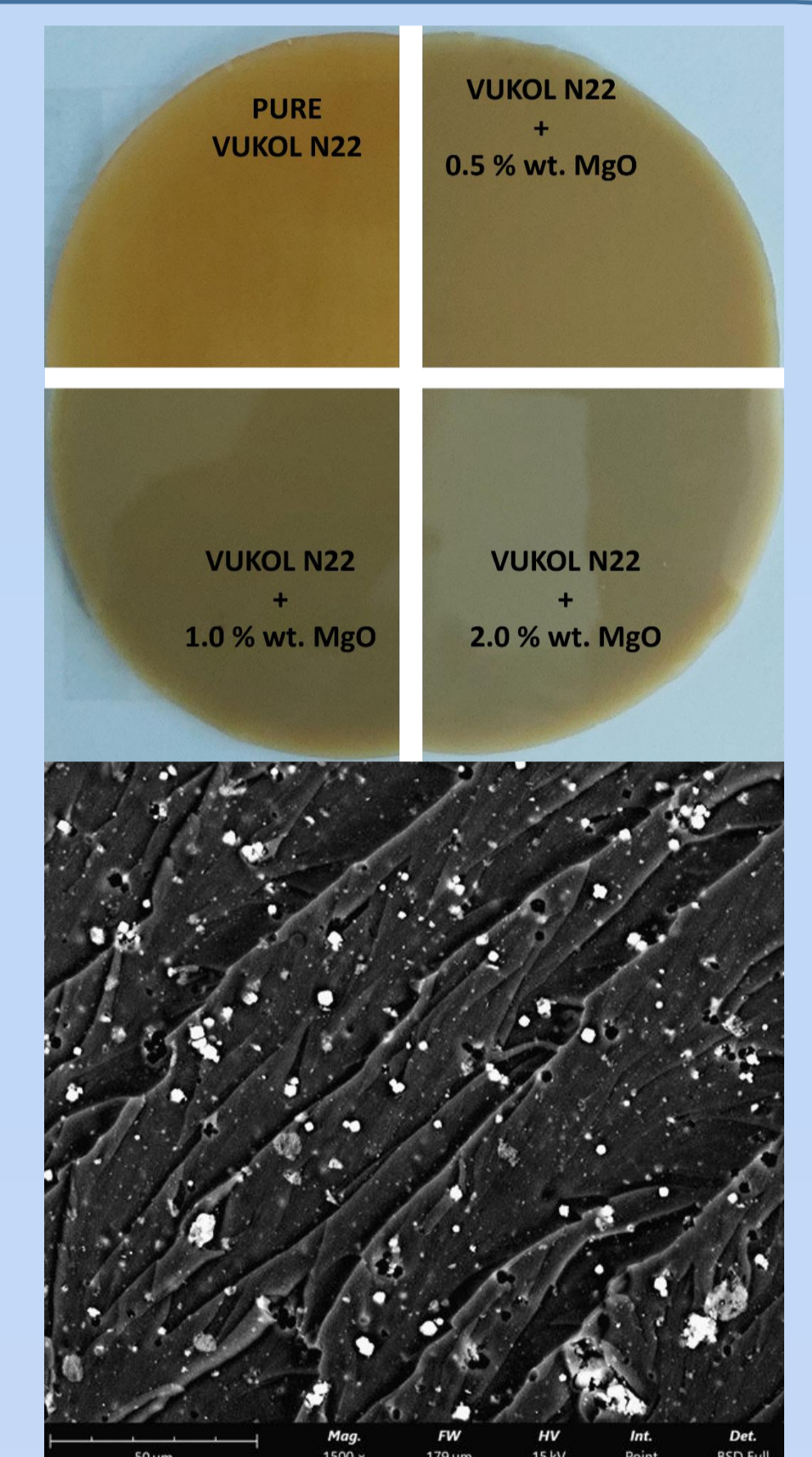
Vukol N22



Nanočastice

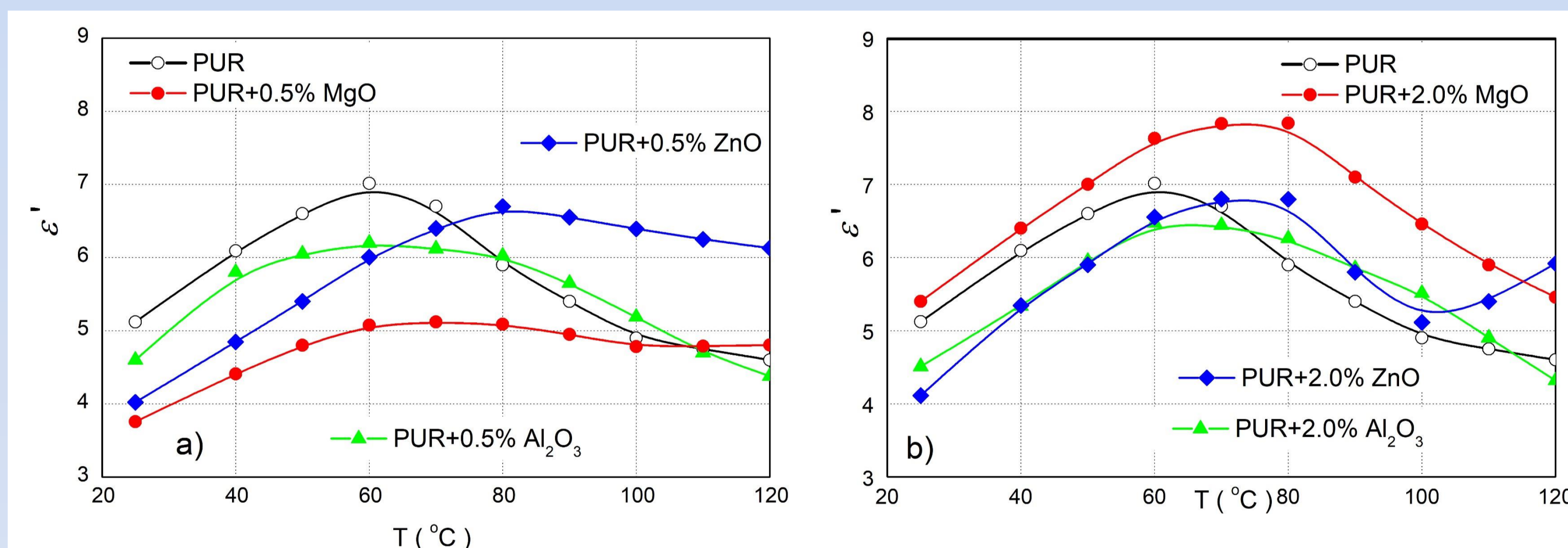
Nanočastice	Zinc Oxide (ZnO)	Aluminum Oxide (Al ₂ O ₃)
Čistota (%)	99+	99.97
Priemer nanočastíc (nm)	20	20
Povrchová plocha (m ² /g)	≥ 40	180
Objemová hustota (g / cm ³)	0.1- 0.2	3.95
Morfológia nanočastíc	spherical	spherical

Základné parametre použitých nanočastíc

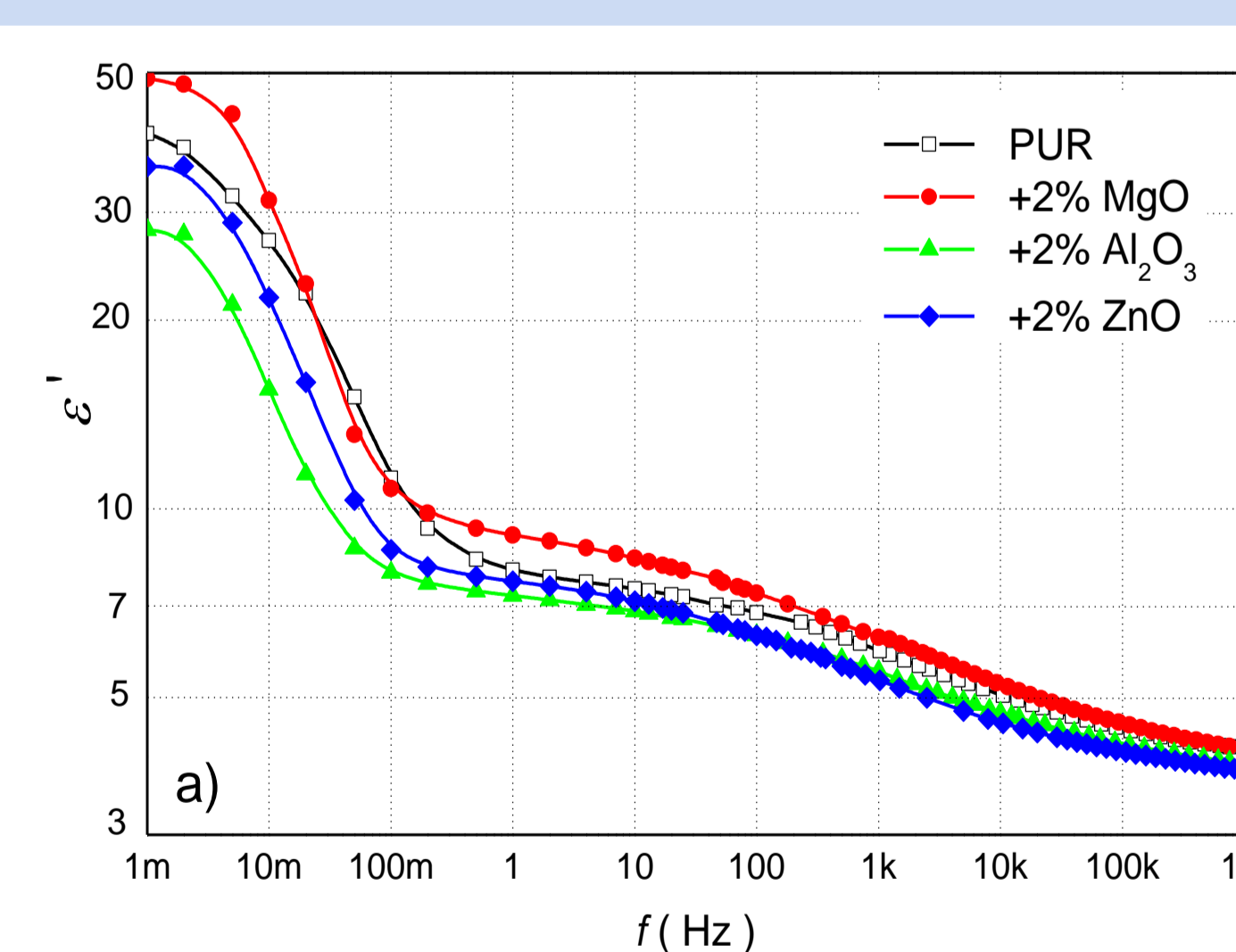
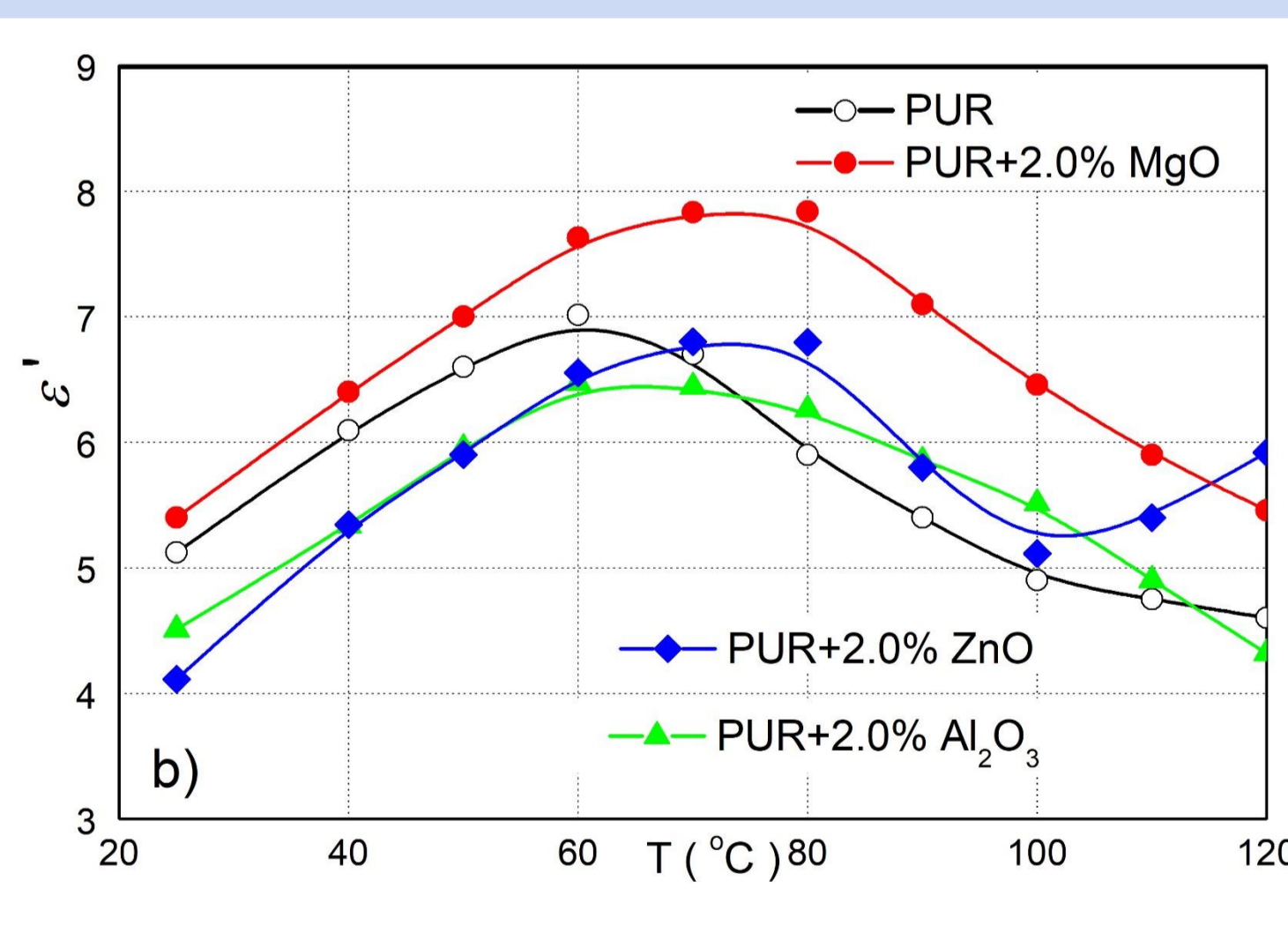


Analýza disperzie častíc PUR dopovaného 2,0 % hm. MgO zmena farby skúmaných PUR kompozitov s rôznymi koncentraciami MgO.

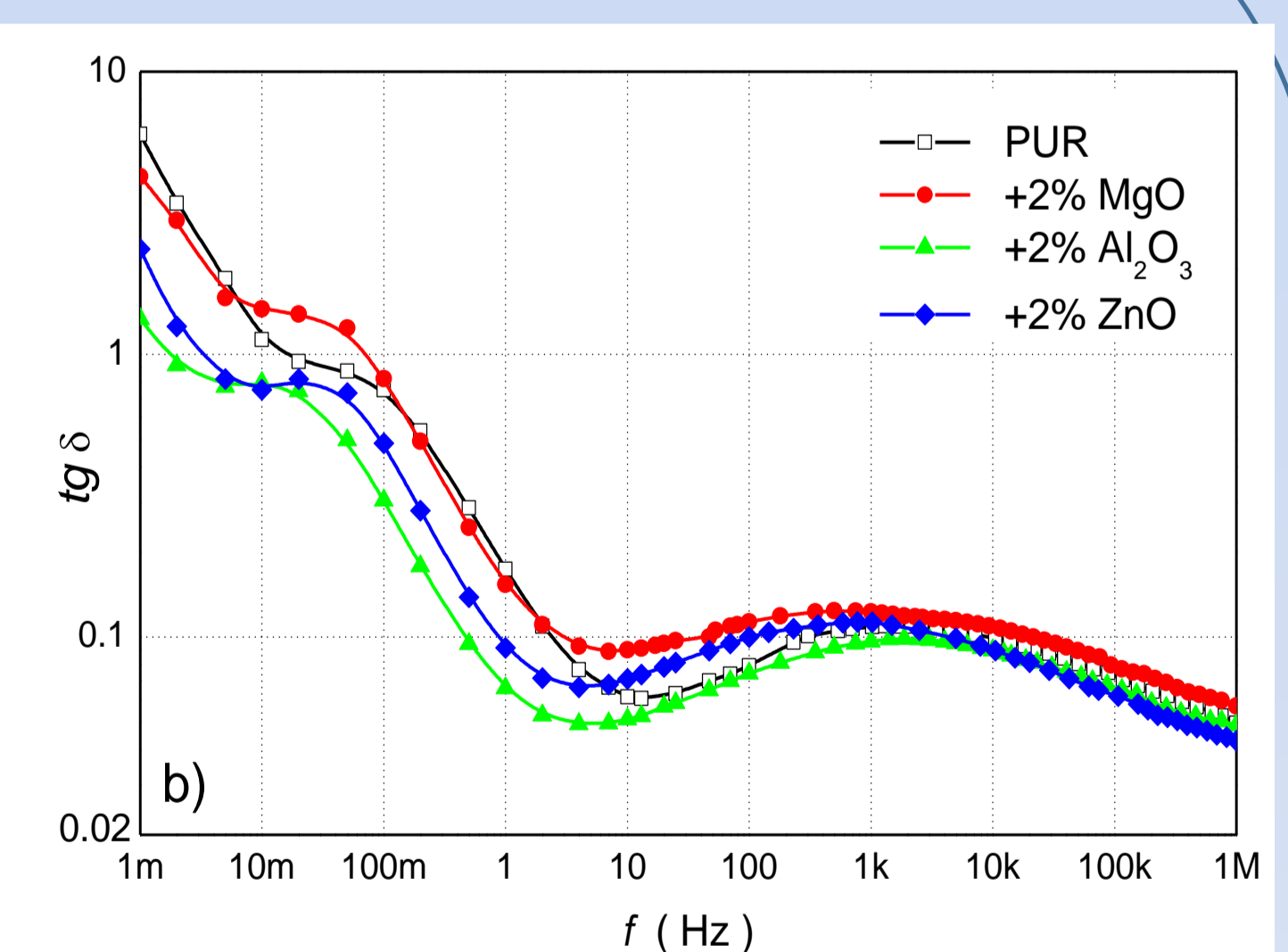
Dosiahnuté výsledky



Teplotná závislosť reálnej časti permitivity pre čistý PUR a jeho zmes s rôznymi koncentraciami nanočastíc pri frekvencii 50 Hz.



Frekvenčná závislosť reálnej časti komplexnej relatívnej permitivity (a) a stratového činiteľa (b) pre PUR s rôznymi koncentraciami nanočastíc MgO pri 60 °C.



Pre všetky nanočastice s 0,5 % hmotnostnou koncentraciou v PUR a pri teplotách pod 80 °C (obr. a) a 2 % hmotnostnou koncentraciou Al₂O₃ a ZnO pri teplotách pod 70 °C (obr. b) bola reálna permitivita menšia, čo bolo spôsobené nízkou koncentraciou nanočastíc a hlavne nižšou pohyblivosťou polymérneho reťazca a vyššími hodnotami teploty skleneného prechodu T_g .

Na tomto obr. je zreteľne vidieť vplyvy rôznych typov nanočastíc na reálnu časť permitivity. Pre MgO je pozorovaný nárast a pre Al₂O₃ a ZnO sme zaznamenali pokles vzhľadom na čistý PUR.

Pri príprave nanokompozitných vzoriek sú polymérne reťazce pripojené k nanočasticiam v niekoľkých vrstvách. Vplyvom týchto spojení sa výrazne mení ich pohyblivosť, čo sa prejaví na hodnotách reálnej permitivity a vývoji polarizačných mechanizmov (α , IDE). Nárast reálnej permitivity v celom teplotnom rozsahu bol pozorovaný len pri 2% koncentrácii MgO nanočastíc v PUR. Prítomnosť nanočastíc a imobilných polymérov bola spojená aj s posunom lokálnych maxim pri nízkej vlastnej frekvencii k nižším hodnotám frekvencií.