

Agnieszka MIRKOWSKA<sup>1</sup>, Piotr RYTLEWSKI<sup>2</sup>,  
Natalia PUSZCZYKOWSKA<sup>2</sup>, Michał SOŁOGUB<sup>1</sup>

Politechnika Wrocławska, Wydział Elektryczny, Katedra Podstaw Elektrotechniki i Elektrotechnologii (1)  
Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, Katedra Inżynierii Materiałowej (2)

## Przetwornik piezoelektryczny wykonany z materiałów biodegradowalnych – konstrukcja i właściwości

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono konstrukcję oraz właściwości biodegradowalnego przetwornika piezoelektrycznego. Jako warstwę elektretową zastosowano folię z poliaktydu PLA. Warstwę elastyczną wykonano z kauczuku naturalnego, a warstwę bazową wydrukowano z PLA w technologii druku 3D. W pracy przedstawiono model oraz wyniki pomiarów właściwości elektro-mechanicznych przetwornika. Zmierzona wartość statycznego współczynnika  $d_{33}$  jest na poziomie 500 pC/N. Wartość  $d_{33}$  wyznaczona z modelu wynosi ok. 540 pC/N, dla folii PLA o grubości 20  $\mu\text{m}$  elektryzowanej metodą ulotową o zmierzonej efektywnej gęstości ładunku na poziomie 2,0 mC/m<sup>2</sup>, a maksymalna wartość współczynnika możliwa do uzyskania przy optymalnej elektryzacji wynosi  $d_{33\text{max}} = 2,4$  nC/N.

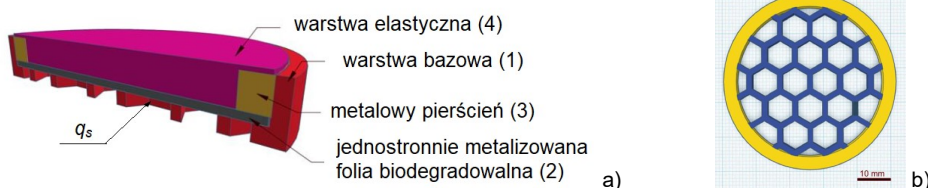
**Słowa kluczowe:** biodegradowalność, folia biodegradowalna, elektret, folia elektretowa, przetwornik piezoelektryczny

### Wstęp

W wyniku rosnącej świadomości społecznej dotyczącej zielonej transformacji szuka się rozwiązań mających na celu zastąpienie materiałów polimerowych ropopochodnych na materiały biodegradowalne. Dotyczy to również materiałów elektretowych, gdzie tradycyjnie stosowane folie polipropylenowe, czy politetrafluoroetylenowe próbuje się zastąpić m.in. poliaktydem (PLA) i jego kompozytami [1]. W niniejszej pracy zaproponowano konstrukcję warstwowego przetwornika piezoelektrycznego, którego warstwy stanowią materiały biodegradowalne, takie jak kompozyt PLA (poliaktyd) oraz kauczuk naturalny (NR).

### Konstrukcja i właściwości przetwornika

Na Rys. 1a) przedstawiono przekrój skonstruowanego przetwornika wraz z jego poszczególnymi warstwami, a na Rys. 1b) rzut z dołu. Na skutek przyłożonego naprężenia zewnętrznego z góry, warstwa elastomeru zapada się wraz z naelektryzowaną folią w pustki gazowe w kształcie sześciokątów, na skutek czego pojawia się napięcie między elektrodą pierścieniową, a elektrodą dolną.



Rys.1. a) Przekrój przez strukturę, gdzie 1 – warstwa bazowa wykonana z PLA metodą druku 3D, 2 – jednostronnie metalizowana folia biodegradowalna z naniesionym ulotowo ładunkiem o efektywnej gęstości  $q_s$ , 3 – metalowy pierścień stanowiący jedną z elektrod, 4 – warstwa elastyczna wykonana z kauczuku naturalnego, b) rzut z dołu pokazujący wymiary sześciokątnych pustek gazowych

Folię biodegradowalną naelektryzowano z wykorzystaniem metody koronowej o napięciu -12 kV w czasie 30 s. Zmierzona wartość napięcia zastępczego  $U_z$  15 minut po elektryzacji wynosiła 2300 V. Wyznaczona na podstawie modelu [2] wartość teoretycznego współczynnika piezoelektrycznego wynosi  $d_{33} = 540$  pC/N i pokrywa się z wartością zmierzoną metodą statyczną współczynnika piezoelektrycznego o wartości 500 pC/N. Wyznaczona teoretycznie maksymalna gęstość ładunku wynosi  $q_{\text{smax}} = 7,89$  mC/m<sup>2</sup>, co odpowiada maksymalnej wartości współczynnika piezoelektrycznego  $d_{33\text{max}} = 2,4$  nC/N.

### Wnioski

W pracy przedstawiono konstrukcję i właściwości przetwornika piezoelektrycznego zbudowanego w oparciu o materiały biodegradowalne. Zasadność wykorzystania opracowanego modelu jest potwierdzona badaniami eksperymentalnymi. Zaproponowane rozwiązanie poszerza możliwość konstruowania przetworników piezoelektrycznych warstwowych o materiały biodegradowalne.

### Literatura

1. X. Ma, S. Zhukov, H. von Seggern, G. M. Sessler, O. Ben Dali, M. Kupnik, Y. Dai, P. He, X. Zhang, "Biodegradable and Bioabsorbable Poly(lactic Acid) Ferroelectrets with Prominent Piezoelectric Activity", Adv. Electron. Mater. 2023, 9, 2201070. doi: 10.1002/aelm.202201070
2. A. Mirkowska, R. Kacprzyk and K. Rozmaryniwicz, "Piezoelectric Structure With a 3-D Printed Mesh Layer", in IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation 2022, vol. 29, no. 3, pp. 823-828, doi: 10.1109/TDEI.2022.3168366.

**Autorzy:** dr inż. Agnieszka Mirkowska, Politechnika Wrocławska, Katedra Podstaw Elektrotechniki i Elektrotechnologii, [agnieszka.mirkowska@pwr.edu.pl](mailto:agnieszka.mirkowska@pwr.edu.pl); Piotr Rytlewski, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, Katedra Inżynierii Materiałowej, [prytlewski@ukw.edu.pl](mailto:prytlewski@ukw.edu.pl); Natalia Puszczkowska, Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy, Katedra Inżynierii Materiałowej, [nat@ukw.edu.pl](mailto:nat@ukw.edu.pl); Michał Sologub, Wydział Elektryczny, Politechnika Wrocławska [266063@student.pwr.edu.pl](mailto:266063@student.pwr.edu.pl)