

Rekrutacja do Szkoły Doktorskiej w Uniwersytecie Śląskim w Katowicach na rok akademicki 2026/2027

Admission to the Doctoral School at the University of Silesia in Katowice for academic year 2026/2027

Inżynieria biomedyczna temat nr 1	Biomedical engineering topic No. 1
Auxetyczne tuleje i „rękawy” medyczne o regulowanej średnicy	Auxetic sleeves and medical sleeves with adjustable diameter
PhD supervisor: prof. dr hab. inż. Robert Koprowski	
<p>Krótką charakterystyka założeń i celów badawczych</p> <p>Założeniem tematu jest zaprojektowanie i zbadanie wygodnych w użyciu, cylindrycznych „rękawów” kompresyjnych opartych na strukturach auxetycznych. Dzięki ujemnemu współczynnikowi Poissona takie tuleje nie tylko zwężają się lub rozszerzają, ale równocześnie zmieniają swoją grubość, co pozwala uzyskać bardziej równomierny i przewidywalny ucisk na tkanki niż w klasycznych opaskach kompresyjnych. Pomysł polega na tym, aby z płaskiego metamateriału auxetycznego (np. zbudowanego z odpowiednio połączonych prostokątnych komórek) „zwinąć” tuleję, której zachowanie można świadomie kształtować: kontrolować, jak zmiana średnicy przekłada się na nacisk i jak duże odkształcenia są jeszcze bezpieczne dla konstrukcji i użytkownika.</p> <p>Głównym celem badawczym będzie opracowanie modeli geometrycznych i numerycznych takich rękawów – tak dobranie wielkości komórek, grubości ścianek i materiału, aby uzyskać pożądane przedziały ucisku w typowych sytuacjach klinicznych, np. w terapii obrzęków, profilaktyce zakrzepicy czy stabilizacji stawów. Ważną częścią pracy będzie też budowa prototypów (np. z użyciem druku 3D lub wycinania laserowego) i ich praktyczne testy: pomiar tego, jak zmienia się średnica tulei, jakie siły działają okrężnie oraz jaki nacisk odczuwa „sztuczna tkanka” przy różnych stopniach rozciągnięcia lub skrócenia rękawa.</p>	<p>Brief description of research assumptions and goals</p> <p>The aim of this project is to design and investigate convenient, cylindrical compression "sleeves" based on auxetic structures. Thanks to their negative Poisson's ratio, such sleeves not only contract or expand but also change their thickness, allowing for more uniform and predictable compression on tissues than in traditional compression sleeves. The idea is to "roll" a sleeve from a flat auxetic metamaterial (e.g., composed of appropriately connected rectangular cells) into a sleeve whose behavior can be consciously manipulated: controlling how changes in diameter translate into pressure and how large deformations are still safe for the structure and the user.</p> <p>The main research goal will be to develop geometric and numerical models of such sleeves – selecting the cell size, wall thickness, and material to achieve the desired compression ranges in typical clinical situations, such as edema therapy, thrombosis prevention, or joint stabilization. An important part of the work will also be the construction of prototypes (e.g. using 3D printing or laser cutting) and their practical testing: measuring how the sleeve diameter changes, what forces act circularly, and what pressure the "artificial tissue" experiences at different degrees of sleeve stretching or shortening.</p>





<p>Planowany wkład w rozwój dyscypliny</p> <p>Planowany wkład tej pracy w rozwój inżynierii biomedycznej polega na pokazaniu, że o skuteczności wyrobu kompresyjnego może decydować przede wszystkim jego geometria, a nie tylko rodzaj zastosowanego materiału. Projektowane auxetyczne „rękawy” mają pozwolić tworzyć bardziej świadomie kształtowane profile nacisku, lepiej dopasowane do leczenia obrzęków, profilaktyki zakrzepicy czy stabilizacji stawów. Praca ma dostarczyć konkretne modele obliczeniowe i zweryfikowane eksperymentalnie zasady projektowania cylindrycznych struktur auxetycznych z myślą o zastosowaniach medycznych. Opracowana metodyka – od doboru parametrów komórki, przez przewidywanie poziomu kompresji, aż po sprawdzenie trwałości prototypów – może stać się praktycznym punktem wyjścia dla kolejnych konstrukcji metamateriałów w kompresjoterapii, ortotyce i rehabilitacji.</p>	<p>Planned contribution to the development of the discipline</p> <p>The intended contribution of this work to the advancement of biomedical engineering is to demonstrate that the effectiveness of a compression device can be determined primarily by its geometry, not just the type of material used. The designed auxetic "sleeves" are intended to enable the creation of more consciously shaped pressure profiles, better suited to the treatment of edema, thrombosis prevention, and joint stabilization.</p> <p>The work aims to provide specific computational models and experimentally verified principles for the design of cylindrical auxetic structures for medical applications. The developed methodology—from selecting cell parameters, through predicting compression levels, to verifying the durability of prototypes—could become a practical starting point for further metamaterial designs in compression therapy, orthotics, and rehabilitation.</p>
<p>Opis wymagań – wiedza, umiejętności i kompetencje społeczne kandydata</p>	<p>Description of requirements – knowledge, skills and social competences of the candidate</p>

