

# Z WKŁĘSŁEGO, WYPUKŁĘ

---

O ZMIENIAJĄCYM KSZTAŁT KOMPOZYCIE OPOWIADA  
**DR INŻ. PIOTR BARTKOWSKI**



**Wydział Samochodów  
i Maszyn Roboczych**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

**Na sam początek poprosiłabym Pana, żeby określił Pan dyscyplinę, w ramach której Pan działa. Czy prowadzi Pan aktywność w ramach któregoś z priorytetowych obszarów badawczych?**

Dyscyplina, do której jestem przypisany naukowo, to inżynieria mechaniczna. Jest ona trochę powiązana z materiałami, więc składałem wnioski na konkursy w ramach POBu Technologie materiałowe. Działam w obszarze inżynierii mechanicznej, ale bardzo mi blisko do inżynierii materiałowej czy robotyki.

**Rozumiem. Czy chciałby Pan może powiedzieć parę słów o osiągnięciu właśnie z tego obszaru, z którego jest Pan najbardziej dumny w swojej karierze naukowej?**

Jestem dumny z tego, że udało mi się zbudować laboratorium. Jak zaczynałem wyposażenie naszego wydziału w tym obszarze było nieco wybrakowane - nie mieliśmy nic za bardzo. Więc jestem bardzo dumny z tego,

że uzyskując różne projekty - na początku Preludium, które dostałem jako pierwszy student na Wydziale, później kolejne, w tym te w ramach POBów - udało mi się wyposażyć laboratorium, w którym mogę teraz robić już niezależnie bardzo zróżnicowane i fajne badania. Jestem też dość dumny z patentu, który udało mi się uzyskać czy też z niektórych publikacji naukowych.

### **Jakie technologie, jakie wyniki badań sprawiają, że odczuwa Pan dumę?**

Takie, które wnoszą powiew nowości i które są dość spójne z ogólnym rozwojem dyscypliny na świecie. Kiedy uzyskuje ciekawe wyniki badań i widzę, że moje prace są wysoko publikowalne, to jest miłe uczucie. Dużą przyjemność i satysfakcję sprawia mi też łączenie różnych efektów fizycznych - interdyscyplinarność prowadzonych działań. Z bardziej konkretnych rozwiązań, tym, co napawa mnie dumą, mogę wskazać zupełnie nową strukturę, którą udało mi się stworzyć - teraz dostałem dzięki temu projekt z POBu Technologii materiałowych.

### **Proszę opowiedzieć coś więcej o tym rozwiązaniu.**

Zawsze zajmowałem się czymś, co się nazywa materiałami inteligentnymi a w szczególności pakowanymi próżniowo granulatami Zbudowałem na tym cały doktorat. A czytając dużo

„Wykorzystując ten mój materiał można byłoby dopasować dany element do kształtu człowieka i, zmieniając jego sztywność, można byłoby wpływać na to, jak konkretne ćwiczenie byłoby wykonywane; można byłoby odpowiednio dostosowywać obciążenie i opór”.

artykułów zauważyłem, że inni naukowcy prowadzą badania z nieco innych obszarów - na przykład wykorzystania efektów magnetycznych - które w ciekawy sposób uzupełniają to, czym się zajmuję. Więc dodałem ten ich kawałek do swojego i dzięki temu otrzymałem zupełnie nową strukturę - dało mi to dużo satysfakcji.

### **Nie dziwię się! Mógłby Pan wytłumaczyć, jaka to struktura i do czego może zostać wykorzystana?**

Chyba najbardziej to co teraz mi się podoba i z czego najbardziej się cieszę naukowo to taki sterowalny kompozyt. Tak na przykładzie z życia - mamy przed sobą płaski talerz, a żeby zjeść obiad potrzebujemy głębszego naczynia. Dzięki rozwiązaniu, nad którym pracuję, moglibyśmy przesterować kształt i dopasować go do naszych potrzeb.

### **To brzmi naprawdę interesująco!**

To prawda. Póki co jesteśmy jeszcze na bardzo wstępnym stadium prac, ale generalnie będę dążył do

tego, żeby umożliwić zmianę kształtu obiektu i jego przesterowywanie z jednej formy do drugiej przy wykorzystaniu jakiegoś małego bodźca zewnętrznego.

### **W jakich dziedzinach będzie można wykorzystać taki kompozyt? Jakie materiały będzie można w ten sposób zmieniać?**

Kompozyt, nad którym pracuję wygląda w ten sposób, że w środku jest jakiś granulowany materiał, a zewnętrzna warstwa jest zazwyczaj zrobiona z silikonu, ale generalnie możliwe są różne rozwiązania. Ten kompozyt mógłby mieć bardzo szerokie zastosowanie. Nawet właśnie taki kubek, czy talerz, jak mówiłem wcześniej, dałoby się pewnie stworzyć z jego wykorzystaniem – nie przepuszcza wody i dałoby się osiągnąć odpowiednią sztywność materiału.

### **I właśnie na takich zastosowaniach się Pan skupia?**

Nie za bardzo – to taki przykład, żeby w łatwy sposób pokazać, jak to działa. Obecnie pracuję nad tym, by wyko-

rzystać ten kompozyt przy tworzeniu różnego rodzaju robotów. Złożyłem teraz wniosek w Programie Lider na projekt, w którym opracowywałbym robota służącego do wyciągania różnych obiektów z wody. Ta maszyna miałaby jeden kształt, który przybierałaby na czas pływania (mogłaby np. przypominać ośmiornicę), a później, dopływając do obiektu docelowego, mógłby się przetransformować, żeby jak najdelikatniej go chwycić i móc go bezpiecznie wyciągnąć.

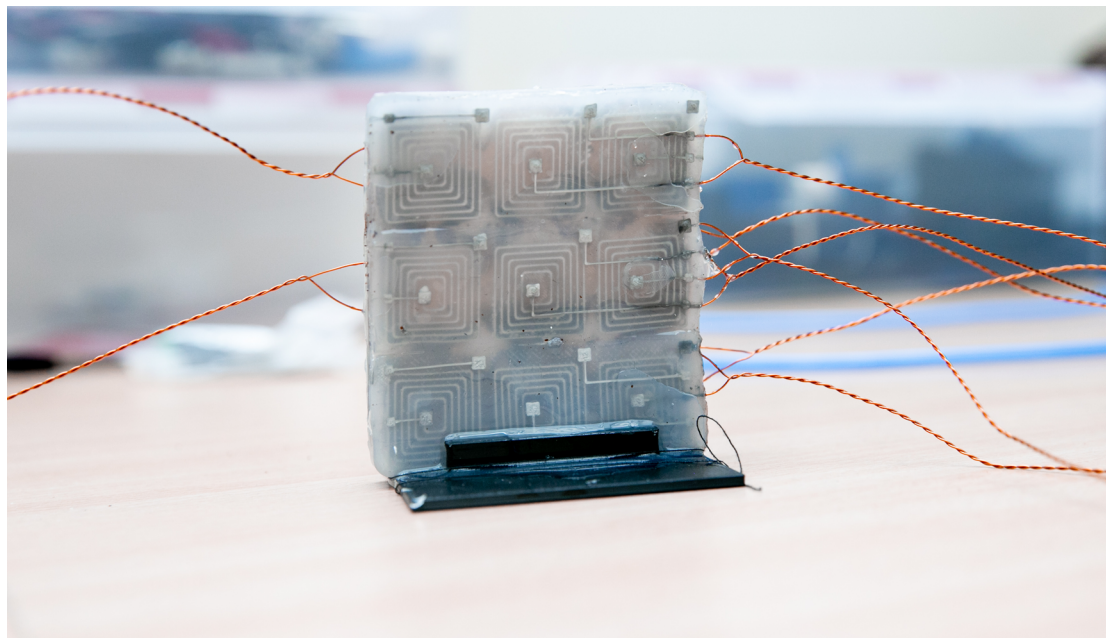
### **Brzmi naprawdę ciekawie. Czyli poza tym, że zwykły człowiek miałby do czynienia z Pana technologią korzystając np. ze zmieniających kształt naczyń, kompozyt miałby również zastosowanie mocno specjalistyczne.**

Z naciskiem na to drugie – o tych naczyniach wspominałem, bo akurat patrzyłem na kubek. Tak myślę, że fajnie byłoby mieć w domu takie obiekty, którym można byłoby samodzielnie zmieniać kształt. Pewnie można by się było zastanowić też nad tym, czy dałoby radę stworzyć zabawki dla dzieci, które miałyby takie właściwości – to mogłoby się cieszyć zainteresowaniem.

### **Na pewno. Czyli jeśli chodzi o grupę odbiorców, rozmawiamy o bardzo szerokim i zróżnicowanym gronie?**

Na chwilę obecną myślę, że widzę większą przestrzeń do komercyjnego wykorzystania kompo-

„Granulki same w sobie nie są aktywne – potrafią zachować kształt, gdy go im nadamy i wyciągniemy podciśnienie, natomiast nie są w stanie samodzielnie przyjąć tego kształtu. I to właśnie przestrzeń, w której możliwy jest rozwój badań – połączenie ich z aktywatorem”.



zytu, ale dla indywidualnego odbiorcy też na pewno da się coś wymyślić. Ciężko mi na tym etapie określić konkretną grupę odbiorców. Wiem natomiast, że w porównaniu z dostępnymi obecnie na rynku materiałami inteligentnymi, mój byłby relatywnie tani – możliwe byłoby pozyskanie go w konkurencyjnej cenie.

**Czy przychodzą Panu do głowy jeszcze jakieś zastosowania opracowanej przez Pana technologii? Czy można byłoby ją wykorzystać do rozwiązania jakichś problemów społecznych?**

Na pewno – kompozyty można by wykorzystywać do rehabilitacji. Wykorzystując ten mój materiał można byłoby dopasować dany element do kształtu człowieka i, zmieniając jego sztywność, można byłoby wpływać na to, jak konkretne ćwiczenie byłoby wykonywane; można byłoby odpowiednio dostosowywać obciążenie i opór. Te granulki,

które wykorzystuję w swojej pracy na samym początku wykorzystywane były jako wypełnianie materacy służących do transportu rannych z gór. Po raz pierwszy wykorzystano je około 20 lat temu. Chodziło o to, że taki sztywny worek łatwo było przetransportować na odpowiednią wysokość, a później takiego rannego delikwenta się na nim kładło, wyciągało się podciśnienie tak, że worek dopasowywał się do jego kształtu i usztywniał te części ciała, które powinny być usztywnione.

U nas na Wydziale robiono też próby, żeby wykorzystać ten materiał jako ortezy – tutaj też widzę ogromny potencjał. Ta możliwość zmiany kształtu naprawdę daje szansę na rozwój pewnych rozwiązań. Warto jeszcze wspomnieć, tak może na marginesie, że materiał, który wykorzystujemy mógłby przyczynić się do zwiększenia

efektywności gospodarowania odpadami – moje kompozyty można by było wykonywać chociażby ze starych butelek.

### **Czy przychodzą Panu do głowy jeszcze jakieś zastosowania tego rozwiązania?**

Tak, we wniosku o projekt w programie Lider opisałem jeszcze jeden pomysł, taki bardziej przyszłościowy. Nawiązuje trochę do robotyki, o czym już wspominałem wcześniej. Dużym problemem, z którym się mierzymy są chemikalia i odpadu z czasów II Wojny światowej zalegające na dnie Bałtyku – jest tam dużo potopionych rzeczy. Teraz te wszystkie beczki rdzewieją, rozszczelniają się – raz na jakiś czas jakaś wypływa. Trzeba jakoś usunąć te obiekty i zrobić to bardzo delikatnie ze względu na ich stan. Taki chwytak zrobiony z granulatu, na którym pracuję, mógłby otoczyć te przedmioty, dopasować się do ich kształtu i bezpiecznie wyciągnąć je na powierzchnię. To na razie tylko idea, ale myślę, że warto się nad nią pochylić.

**Na pewno! To może teraz poruszając już kwestię możliwych przyszłych działań, mógłby Pan powiedzieć więcej na temat tego, co sprawia, że technologia, nad którą Pan pracuje jest innowacyjna; co ją wyróżnia. Mówił Pan wcześniej, że łączy ze sobą takie elementy, które do tej pory nie były łączone, stara się szukać inspiracji w pokrewnych dziedzinach - może Pan to rozwinąć? Czy jakieś badania lub odkrycia z innych dziedzin umożliwiły Panu pracę nad Pana rozwiązaniem?**

Granulki, o których rozmawiamy są badana dość intensywnie od ok. 20 lat, ale oczywiście nadal pojawia się dużo barier i trudności. Podobnie sytuacja prezentuje się w przypadku materiałów inteligentnych, czyli takich, które potrafią zmieniać pewne swoje właściwości pod wpływem bodźca zewnętrznego – są badane od wielu lat, ale niestety cały czas jest problem z ich aplikowalnością ze względu na ich niektóre wady. Wydaje mi się, że te granulki same w sobie już na tym etapie opracowania wyróżniają się na tle tych innych materiałów – nie są jeszcze w pełni dopracowane, ale mają ogromny potencjał. Szczególnie obiecującym obszarem jest możliwość ich aktywizacji. Granulki same w sobie nie są aktywne – potrafią zachować kształt, gdy go im nadamy i wyciągniemy podciśnienie, natomiast nie są w stanie samodzielnie przyjąć tego kształtu. I to właśnie przestrzeń, w której możliwy jest rozwój badań – połączenie ich z aktywatorem. W kompozycie mógłby być wtopiony ciekły metal i dzięki temu, po przyłożeniu zewnętrznego pola magnetycznego i puszczeniu prądu, można by było dopasować go do kształtu. Wstępne badania, które przeprowadziłem, pokazują, że to ma szansę działać.

**W jaki sposób wpadł Pan na pomysł, żeby w swoich badaniach poruszyć ten aspekt?**

Czytając artykuły i śledząc to, co robią inni – zastanawiałem się, w jaki sposób mogę połączyć to z tym, co

już wiem i co badam. Znałem zalety i wady mojego rozwiązania, badałem je od pięciu lat. Śledziłem na bieżąco literaturę powiązaną z tematem, aż znalazłem pomysł, inspirację zaczerpniętą z badań osób zajmujących się innym zagadnieniem – w pewnym sensie zbliżonym, ale dotyczącym innego materiału.

**Czyli cegiełka do cegiełki i udało się stworzyć coś innowacyjnego. Rozumiem, że w przyszłości, to właśnie na tym skupią się Pana prace?**

Tak, planuję dalej badać jeszcze podstawowe zagadnienia związane z właściwościami tych granulek i cały czas poszukiwać jakiś fajnych możliwości aplikacyjnych dla nich. Jakiegoś przełomu jeszcze nie znalazłem, ale z drugiej strony, zajmuję się tym tylko pięć lat – czasem przełomu szuka się całe życie, prawda?

**Teraz przenieśmy się nieco w przyszłość – opracował Pan już technologię, o której rozmawiamy. Wszystko się udaje i idzie po Pana myśli – co dalej chciałby Pan zrobić z tym rozwiązaniem? Na jakich zastosowaniach zależałoby Panu najbardziej?**

Jakbym miał wskazać jeden obszar, to chyba w takiej dziedzinie, która nazywa się robotyka miękka, z angielskiego soft robotics. Rzeczywistość wygląda tak, że jest coraz mniej

„Cała dziedzina materiałów inteligentnych to w pewnym sensie łączenie różnych efektów fizycznych, które pozwolą nadawać obiektom nowe, określone właściwości. I tutaj odkrycia i postępy prac chemików, np. opracowanie materiału zmieniającego charakterystykę pod wpływem światła, mogą silnie wpłynąć na dynamikę rozwoju dziedziny”.

ludzi do pracy i roboty nam coraz częściej będą towarzyszyć. Od paru lat, mniej więcej od dziesięciu, jest bardzo duży nacisk na to, żeby roboty miękkie, czyli takie bardziej kompatybilne, zdolne do współpracy ludźmi i z otaczającym środowiskiem. Chyba właśnie w tę stronę chciałbym iść, bo widzę tutaj duży potencjał. Moje materiały z założenia są właśnie miękkie i dobrze by tutaj pasowały. Tutaj znowu przywołam ten projekt, który złożyłem w programie Lider – pływającego robota. Jedną z jego zalet byłoby to, że swoim kształtem wtapiałby się w środowisko naturalne, czyli np. w ryby czy inne organizmy wodne. Jednocześnie będąc w kontakcie z nim, nie zrobiłby krzywdy żadnemu organizmowi dzięki temu, że będziemy mieli możliwość kontrolowania, kiedy będzie on miękki. Jeśli miałbym określić jedną dziedzinę, w którą najbardziej bym chciał iść i w której najbardziej chciałbym znaleźć zastosowanie dla mojego rozwiązania, to zdecydowanie wskazałbym tę.

## **Życzę Panu w takim razie, by to się udało. Jaka jest Pana zdaniem rola naukowca?**

Poszukiwanie nowych rozwiązań zmieniających świat.

## **A co oznacza dla Pana społeczną odpowiedzialność nauki?**

Oczywiście można to na różny sposób interpretować. Natomiast w moim odczuciu to przede wszystkim prowadzenie takich badań, które będą komuś służyły i wpływały na poprawę jakości naszego życia. Jednocześnie to też oczywiście obowiązek zachowania zasad etyki i trzymania się pewnych standardów w osiąganiu celów badawczych.

## **Rozumiem. Teraz pytanie na wyobraźnię - jak przewiduje Pan rozwój Pana dyscypliny naukowej w ciągu najbliższych 10 lat?**

Oczywiście liczę na dynamiczny rozwój, natomiast będąc realistą, mam świadomość tego, że inżynieria mechaniczna jako dyscyplina nie jest obszarem, w której można spodziewać się nagle przełomu. Natomiast spodziewam się, że robotyka miękka będzie dziedziną, która będzie bardzo szybko się rozwijać i zyskiwać na popularności, będzie coraz więcej obiektów, które się będą komercjalizować.

Jest jeszcze jeden obszar, w którym liczę na przełom. Jak mówiłem, cała dziedzina materiałów inteligentnych to w pewnym sensie łączenie różnych efektów fizycznych, które pozwolą

nadawać obiektom nowe, określone właściwości. I tutaj odkrycia i postępy prac chemików, np. opracowanie materiału zmieniającego charakterystykę pod wpływem światła, może silnie wpłynąć na dynamikę rozwoju dziedziny. Czerpiemy inspiracje z różnych źródeł, więc nowe wyniki badań mogą nam dużo dać. Wszystko ma swoje ograniczenia - to rozwiązanie, o którym wspomniałem, wykorzystujące magnetyzm, obecnie wymagałoby wykorzystania ciężkiego magnezu, przez co nie jest szczególnie atrakcyjne. Gdyby jednak wymyślić sposób, by ten sam efekt osiągnąć na przykład przy użyciu prądu, dałoby się lepiej dopracować to rozwiązanie. To czego potrzeba to interdyscyplinarna współpraca.

## **Rozmowę przeprowadziła:**

Gabriela Hołdanowicz  
(DBA CZLiTT PW)