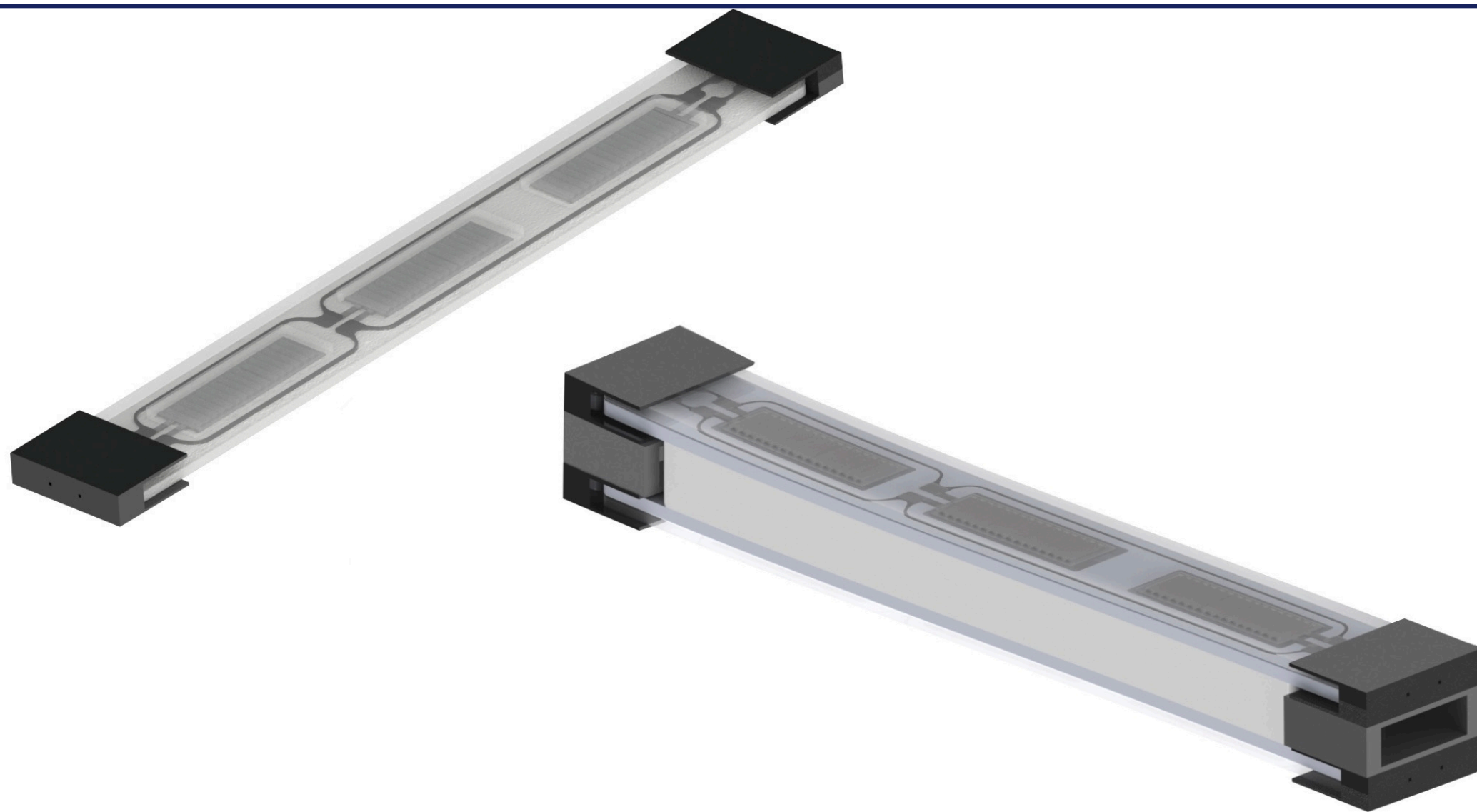


# XXVIII EDYCJA KONKURSU IM. DRA INŻ. MARKA PONCYLIUSZA NA NAJLEPSZĄ PRACĘ DYPLOMOWĄ OBRONIONĄ NA WYDZIALE SAMOCHODÓW I MASZYN ROBOCZYCH



## Opracowanie procesu wytwarzania oraz badania empiryczne elastycznych magazynów energii elektrycznej



### Tematyka pracy

Elektronika noszona, mająca potencjał do dalszego rozwoju wymaga innowacyjnych rozwiązań materiałowych. Połączenie tej dziedziny z miękką robotyką stanowi fascynujące rozwiązanie, gdzie właściwości i konstrukcja miękkich robotów istotnie przyczyniają się do poprawy wygody użytkownika elektroniki noszonej. Zważywszy na fakt, że większość urządzeń tego typu wymaga zasilania elektrycznego, rozwój elastycznych magazynów energii staje się priorytetem. Rozwiązanie zaproponowane w niniejszej pracy łączy te dwie dziedziny, prezentując projekt miękkiego magazynu energii elektrycznej, zaprojektowanego z użyciem elastycznych ogniw, silikonowej osnowy oraz mikrokontrolera wypełnionych ciekłym metalem.

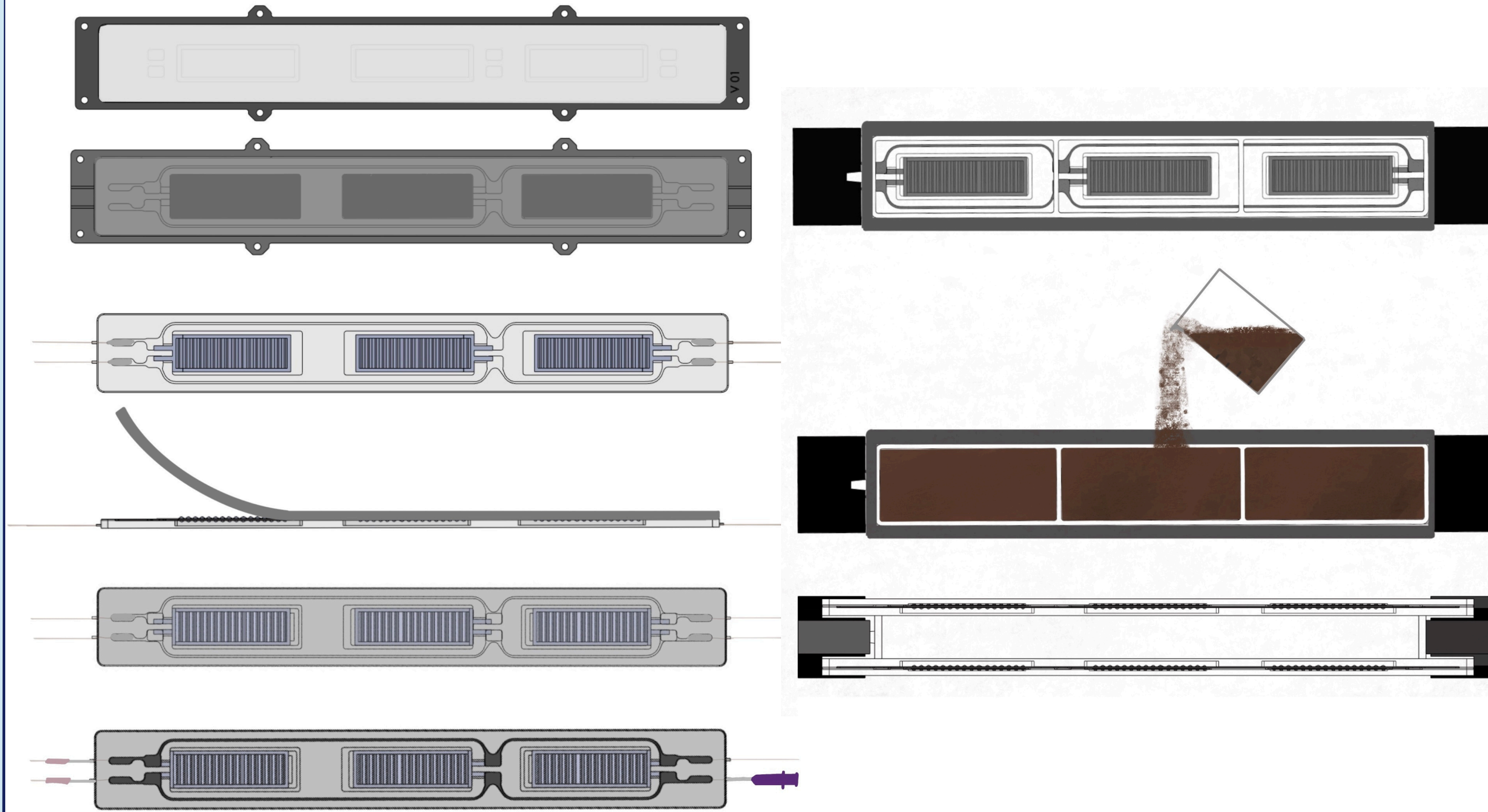
### Technologia wytwarzania

Proces wytwarzania elastycznego magazynu energii elektrycznej obejmuje kilka kluczowych etapów. Rozpoczyna się od zaprojektowania i wydrukowania form 3D metodą FDM z filamentu PLA.

Po przygotowaniu form następuje odlewanie silikonowych okładek. Po wyschnięciu, do odpowiednich miejsc umieszczone są miedziane elektrody i ogniwa, a następnie całość jest sklejana i zalana silikonem.

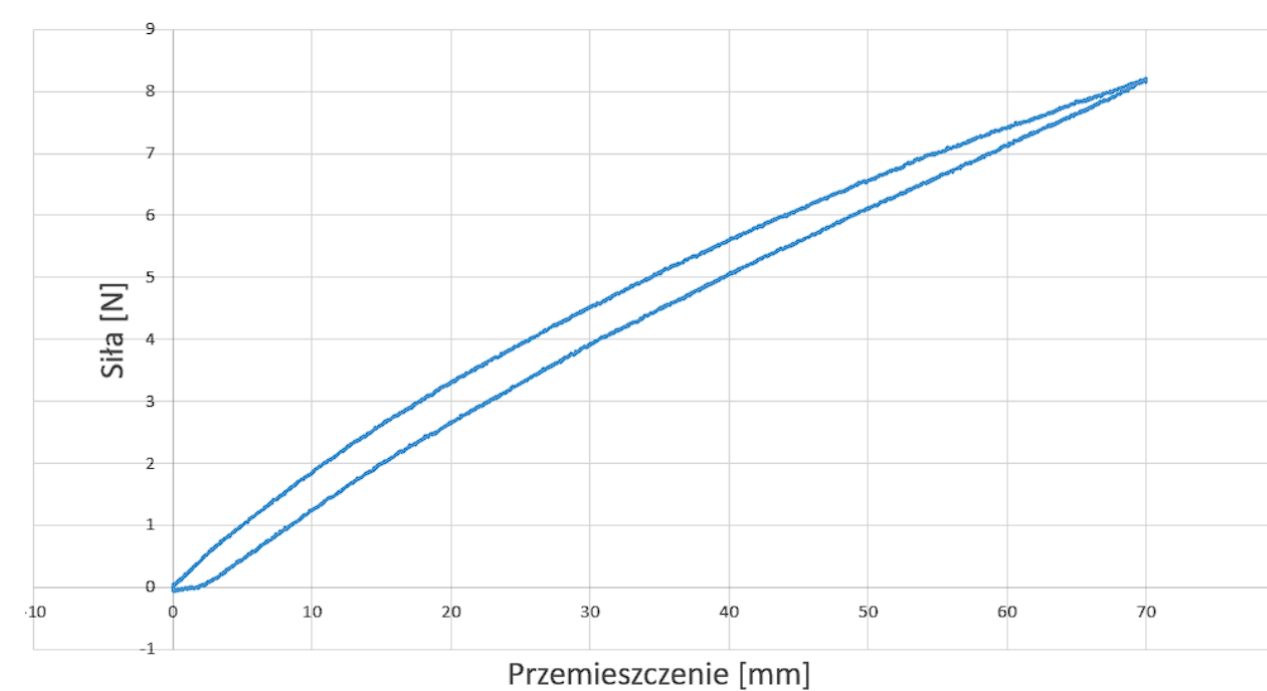
Kolejnym etapem jest napełnianie próbek galą za pomocą specjalnej strzykawki. Proces ten wymaga precyzji, aby uniknąć powstawania przerw w ścieżce przewodzącej.

W przypadku struktury z regulowaną sztywnością, próbki są łączone w belkę zawierającą dodatkową kieszeń z granulatem (kawą mieloną). Proces ten obejmuje odlanie kieszeni, wykonanie otworów łączących komory oraz montaż silikonowej ramki, która zostaje wypełniona granulatem.

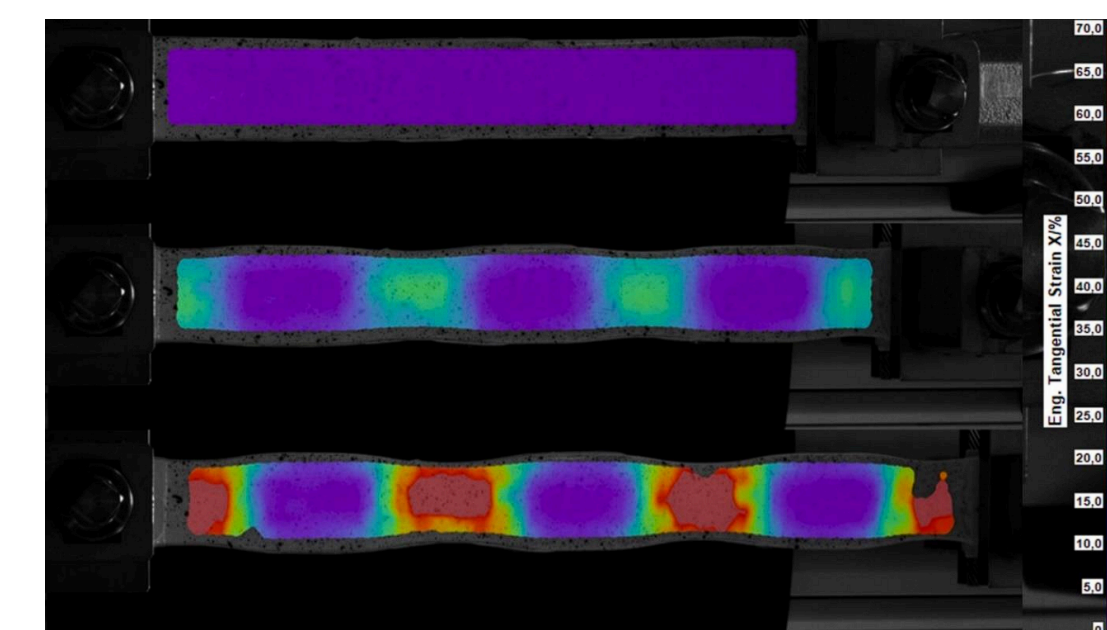


### Badania empiryczne

W celu określenia dokładnych właściwości elastycznego magazynu energii elektrycznej, przeprowadzono podstawowe badania empiryczne, które polegały na rozciąganiu próbki przy użyciu maszyny wytrzymałościowej i rejestrowaniu odkształceń metodą cyfrowej korelacji obrazu (DIC - Digital Image Correlation). Próbkę przygotowano poprzez pokrycie jej powierzchni wzorem punktowym, co umożliwiło precyzyjne śledzenie deformacji. Następnie przeprowadzono testy rozciągania do wartości 70 mm przemieszczenia, rejestrując symetryczne odkształcenia próbki zgodne z założeniami konstrukcyjnymi. Analiza wyników wykazała, że próbka zachowała swoją strukturę i nie uległa uszkodzeniom, co potwierdziło jej mechaniczne właściwości, a największe odkształcenia wystąpiły w obszarach między ogniwami magazynu energii. Siła rozciągająca rosła niemal liniowo wraz z przemieszczeniem, a maksymalna wartość osiągnęła ponad 8 N.



Zależność między daną siłą a przemieszczeniem



Rozciąganie próbki zarejestrowane za pomocą DIC

### Budowa elastycznego magazynu energii elektrycznej i zasada działania

Elastyczny magazyn energii elektrycznej składa się z silikonowej osnowy, trzech ogniw LiBEST o napięciu nominalnym 3.85 V oraz mikrokanałów wypełnionych ciekłym metalem (gal). Struktura może ulegać deformacjom takim jak rozciąganie, zginanie, skręcanie. Istnieją dwie wersje magazynu: pojedyncza okładka jako osobne urządzenie oraz dwie okładki połączone miękką kieszenią wypełnioną granulatem, co służy zmianie sztywności całego urządzenia. Mikrokanały stanowiące połączenia między bateriami wypełnione są galą w stanie ciekłym, ze względu na jego dobre właściwości przewodzące.

### Zastosowanie elastycznego magazynu energii w elektronice noszonej

Elastyczny magazyn energii elektrycznej, dzięki swoim właściwościom mechanicznym, znajduje zastosowanie w elektronice noszonej. Urządzenie zaprojektowano tak, aby mogło być łatwo przymocowane do odzieży i funkcjonować jako „wygodny” magazyn energii. Jednym z kluczowych zastosowań jest opaska energetyczna, która może być przypinana do rękawa ubrania za pomocą rzepów lub gumowych opasek. Dzięki elastyczności, nie ogranicza ruchów użytkownika i dopasowuje się do ruchów ciała.

