

Celem naukowym projektu jest synteza nowego typu hydrożelowych materiałów nanokompozytowych o zadanych właściwościach: elektroaktywnych, wrażliwych na wybrane parametry środowiska i mechanicznie trwałych. Ważne jest, by wprowadzone do sieci hydrożelowej grupy funkcyjne zdolne były do odwracalnych reakcji redoks. Stopień utlenienia wprowadzonych grup redoks powinien istotnie wpływać na właściwości hydrożeli (zmianę ich stopnia napęcznienia).

Hydrożelowe kompozyty są materiałami, które zyskują na popularności. Z materiałami tego typu można się spotkać zarówno w laboratorium jak i również stanowią artykuły użytku codziennego. Jest to spowodowane ich właściwościami. Żele polimerowe to trójwymiarowe sieci polimerowe zawierające duże ilości rozpuszczalnika. Najczęściej rozpuszczalnikiem wypełniającym sieć jest woda, a wtedy układy takie nazywane są hydrożelami. Obecność wody w sieci i ich elastyczność upodabnia te materiały do tkanek. Unikalną właściwością wielu żeli polimerowych jest uleganie objętościowemu przejściu fazowemu pod wpływem działania bodźców zewnętrznych. W trakcie takiej przemiany fazowej żel przechodzi z fazy napęczniałej do skurczonej (lub odwrotnie) i jest to związane z pochłanianiem lub usuwaniem z sieci polimerowej wody. Opisana zmiana stopnia napęcznienia (zmiana zawartości rozpuszczalnika w sieci) odbywa się w wyniku zmiany zachodzącej w środowisku; może być to zmiana temperatury, pH lub siły jonowej. Dodatkowa modyfikacja struktury żeli, np. nanocząstkami nieorganicznymi, może nadać im nowe właściwości takie jak biodegradowalność, elektroaktywność czy antybakteryjność.

Projekt będzie skupiony na otrzymaniu żeli o rozmiarze makro oraz cienkich warstwach osadzonych na powierzchni elektrod. Makrożele będą otrzymywane metodą polimeryzacji wolnorodnikowej. Metoda ta pozwala na otrzymywanie żeli polimerowych o różnym składzie oraz pozwala na wprowadzanie dodatkowych komponentów na etapie syntezy. W ten sposób do matrycy hydrożelowej wprowadzone zostaną nanostruktury nieorganiczne. Otrzymane hydrożelowe nanokompozyty/materiały hybrydowe będą charakteryzowały się polepszonym przewodnictwem elektrycznym oraz polepszonymi właściwościami mechanicznymi. Następnie do sieci żelu wprowadzone zostaną związki redoks. W przypadku cienkich warstw na powierzchniach elektrod do ich otrzymywania zastosowana zostanie elektrochemicznie indukowana polimeryzacja wolnorodnikowa, która pozwala jednocześnie syntezować i trwale unieruchamiać cienkie warstwy żelowe na powierzchniach elektrod o rozmiarach klasycznych jak również na powierzchniach mikroelektrod.

Sfunkcjonalizowanie sieci polimerowej dodatkowymi związkami, które ulegają reakcjom utleniania i redukcji tworzy elektroaktywne żele polimerowe. Właściwości tych hydrożeli będą zależały od stopnia utlenienia grup redoks. Dla otrzymanych hydrożelowych elektroaktywnych nanokompozytów zbadane zostanie jak wprowadzone grupy wpływają na stopień napęcznienia żeli, temperaturę przejściową fazowego i przewodnictwo w zależności od ich stopnia utlenienia. Wykonana zostanie również charakterystyka elektrochemiczna i fizyko-chemiczna tych hydrożeli. Otrzymanie hydrożeli z odwracalnymi, stabilnymi układami redoks, które zmieniają stopień napęcznienia żelu umożliwi otrzymanie przełączników sterowanych zarówno chemicznie jak i poprzez zmianą potencjału. Istotne jest, aby możliwe było szybkie i efektywne utlenianie centrów redoks, aby proces kurczenia/pęcznienia żelu zachodził szybko. Kluczowe dla zastosowań jest, aby proces ten był odwracalny. Wytworzone materiały hydrożelowe zbadane zostaną również pod względem ich właściwości samo-naprawiających się. Sprawdzone zostanie jak zależą właściwości samoregenerujące od stopnia napęcznienia makrożelu oraz czy istnieje możliwość łączenia dwóch substratów pokrytych cienkimi warstwami tych żeli.

Połączenie takich właściwości hydrożeli jak elektroaktywność, elastyczność, wytrzymałość mechaniczna, biogodność i penetrowalność przez molekuly pozwala na wykorzystanie ich do budowy sztucznych mięśni/tkanek, przełączalnych biocujników, elektrod typu ON-OFF i tworzenia systemów kontrolowanego uwalniania substancji. Ta wielofunkcyjność jaką będą posiadały nanokompozytowe hydrożele redoks uzasadnia badania zaproponowane w niniejszym projekcie.