

Rosnące zapotrzebowanie na energię elektryczną oraz wymagania dotyczące sposobów jej pozyskiwania jak i wpływu na środowisko naturalne, przyczyniły się do prężnego rozwoju tzw. „zielonych” magazynów energii. Wśród nich na szczególną uwagę zasługują **kondensatory elektrochemiczne**, komercyjne znane jako **superkondensatory**, które obok baterii i akumulatorów służą do magazynowania energii w postaci ładunku elektrycznego. Kondensatory elektrochemiczne swoją popularność zawdzięczają głównie **ultra-wysokiej mocy**, tj. szybkości z jaką zgromadzona energia może być przekazywana w czasie, która znacznie przekracza osiągi tradycyjnych baterii. W najprostszym ujęciu, ładunek bowiem magazynowany jest na drodze zjawisk czysto fizycznych w tzw. **podwójnej warstwie elektrycznej**, która powstaje na granicy faz elektroda/elektrolit na zasadzie wzajemnych elektrostatycznych oddziaływań ładunków dodatnich i ujemnych. W dobie transformacji energetycznej prognozuje się istotny wzrost znaczenia superkondensatorów ze względu na konieczność obniżenia emisyjności gazów spalinowych, jak również konieczność dywersyfikacji źródeł energii, co stanowi istotny element pakietów klimatycznych. Urządzenia te bowiem z powodzeniem mogłyby pełnić funkcje jednostek wspomagających odnawialne źródła energii w kontekście stabilizacji sieci energetycznych, czy tradycyjne akumulatory np. w pojazdach elektrycznych w reżimie zapotrzebowania na wysoką moc szczytową.

Szczególnym rodzajem superkondensatora jest tzw. **kondensator hybrydowy** będący, ze względu na mechanizm pracy, swoistą materiałową kombinacją baterii i klasycznego superkondensatora. Efektem jest znacznie **wyższa energia** urządzenia przy zachowaniu wysokiej dynamiki jej uwalniania. W tym kontekście na uwagę zasługują systemy, w których tradycyjny elektrolit, wzbogacony, bądź zastąpiony **jest substancją o własnościach redoks** rozpuszczoną w odpowiednim rozpuszczalniku (najczęściej w wodzie). Ładunek elektryczny gromadzony jest wówczas wskutek ładowania podwójnej warstwy elektrycznej, oraz dodatkowo, na drodze reakcji redoks (utleniania i redukcji) indywidualów obecnych w roztworze. Modelowym przykładem wpisującym się w trend eko-przyjaznej energetyki jest wodny **elektrolit na bazie związków jodu ( $I/I_3^-$ )**, jednakże fizykochemiczne i elektrochemiczne właściwości wody determinują ograniczony zakres temperatur pracy oraz stosunkowo niskie napięcie kondensatora. Niniejszy projekt poświęcony jest poszukiwaniom **alternatywnych „zielonych” i bezwodnych rozpuszczalników** dla tej grupy urządzeń celem wypełnienia luki powstałej przez dotychczas proponowane rozwiązania. Wśród potencjalnych mediów dla potrzeb magazynów energii ogromny potencjał niosą **rozpuszczalniki głęboko eutektyczne, DES** (z ang. *Deep Eutectic Solvents*). Mieszanki te charakteryzują się znacznie obniżoną temperaturą topnienia w stosunku do czystych składników, z jakich powstały, wysoką temperaturą wrzenia, a jedynym kryterium ich tworzenia jest dobór odpowiedniego molowego stosunku reagentów i temperatury reakcji. Tworzenie mieszaniny eutektycznej możliwe jest dzięki tworzeniu specyficznych słabych **oddziaływań wodorowych** między **donorem (dawcą, HBD)** a **akceptorem (biorcą, HBA) wiązania wodorowego**, które przekładając się na skalę makroskopową, nadają mieszaninie unikalnych właściwości. DES, pozyskiwane najczęściej z tanich i szeroko dostępnych komponentów, cieszą się obecnie dynamicznie rosnącą popularnością, również w technologii urządzeń do magazynowania energii. Projektowanie, synteza i zastosowanie DES o właściwościach redoks dla celów hybrydowych kondensatorów w praktyce nie zostało jednak dotąd wnikliwie zbadane i stanowi cel naukowy niniejszego projektu. W ramach planowanych badań, syntezy i charakteryzacji poddane będą **DES** zbudowane z **organicznych i nieorganicznych soli jodu (HBA)** oraz **alkoholi polihydroksylowych (HBD)** różniących się długością łańcucha alifatycznego oraz miejscem podstawienia grupy hydroksylowej ( $C_3-C_6$ ). Ocenie poddane zostaną podstawowe **parametry fizykochemiczne** (przewodnictwo, lepkość, temperatury przemian fazowych) oraz **parametry pracy kondensatora** zdiagnozowane w **szerokim zakresie temperatur** (0–100°C). Na podstawie uzyskanych wyników dokonana zostanie selekcja elektrolitu o najlepszych właściwościach, tj. **konkurencyjnego pod kątem pojemności i energii** w stosunku do konwencjonalnych układów elektrycznej warstwy podwójnej oraz o **szerszym napięciu pracy** w odniesieniu do analogów wodnych. Ważnym celem badawczym będzie również poszukiwanie sposobów ograniczenia wysokiej dynamiki **samowyladowania** charakterystycznej dla układów z elektrolitem redoks, a precyzyjniej zjawiska znanego jako „**transport wahadłowy**” powodującego, że zgromadzony w wyniku reakcji redoks elektrolitu ładunek samoistnie „ucieka” z urządzenia na skutek dyfuzji indywidualów redoks do elektrody przeciwnej. W tym celu zaproponowana zostanie strategia zakotwiczenia DES w odpowiednio wyselekcjonowanych matrycach polimerowych, tj. tworzenie tzw. **eutektożeli**, wykorzystując zarówno korzyści z ograniczonej szybkości dyfuzji w żelu, jak i zdolność jodu do tworzenia kompleksów z przeniesieniem ładunku w bogatą w elektrony sieć polimerową. Przewiduje się, że opracowane rozpuszczalniki mogą spotkać się z zainteresowaniem naukowców również w innych, pokrewnych dziedzin, m.in. związanych z fotowoltaiką (ogniwa barwnikowe), czy akumulatorami przepływowymi.