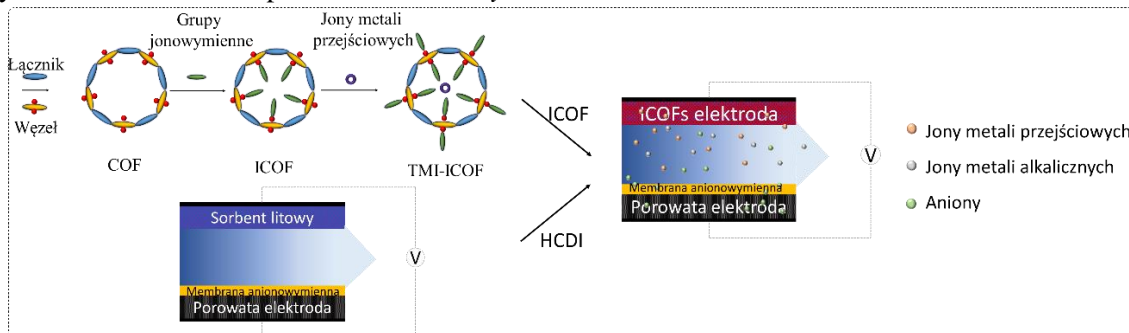


**Cel badań.** Celem projektu jest znalezienie sorbentów do selektywnego wychwytywania jonów metali przejściowych, takich jak kobalt, nikiel i mangan. Po raz pierwszy do budowy selektywnych elektrod do systemów odsalania pojemnościowego (CDI) zastosowano jonowe kowalencyjne struktury organiczne (ang. Ionic Covalent Organic Frameworks - ICOFs).

**Dlaczego musimy to zrobić?** Problem frakcjonowania Li, Co, Ni i Mn związany jest z ich podobnymi wielkościami promieni jonowych i podobnymi warunkami wytrącania, co uniemożliwia jednoetapowe oddzielenie wybranego jonu metalu. Konwencjonalne rozdzielanie TMI (ang. Transition metal ions – TMI), takie jak ekstrakcja ciecz-ciecz i żywice jonowymienne, wymagają długotrwałych operacji i obecności kwasów o wysokim stężeniu. Dlatego poszukiwanie innowacyjnych materiałów do odzyskiwania metali przejściowych jest krytycznym punktem projektowania nowej metody separacji. Takimi perspektywicznymi materiałami są ICOFs.

**Jak naprawić ten problem?** Nowe podejście do oddzielania jonów metali przejściowych łączy hybrydową pojemnościową dejonizację z dedykowanymi ICOFs, które selektywnie separują wodne mieszaniny TMI. Układy komórek ICOF-CDI przedstawiono na *rysunku 1*.



*Rysunek 1.* Innowacyjne jonowe kowalencyjno-organiczne struktury w pojemnościowej dejonizacji do wychwytywania i uwalniania jonów metali przejściowych

**Braki w wiedzy.** ICOFs posiadają cztery cechy: krystaliczności, stabilności, funkcjonalności i selektywności, które odgrywają znaczącą rolę w opracowaniu najlepszego sorbentu przeznaczonego do odzyskiwania TMI. Istnieje kilka strategii, począwszy od wyboru protokołu syntezy, substratów reakcji po metody modyfikacji. Zrozumienie wpływu powyższych parametrów na właściwości kompleksowania jonów oraz stabilności sorbentów odbywa kluczową rolę. Stąd zgłębienie wyżej wymienionych skutków kompleksowania jonów, stabilności sorbentu i wpływu potencjału elektrycznego pozwala na kontrolowanie separacji jonów metali.

**Istota projektu.** Projekt dotyczy znalezienia najlepszej konfiguracji i protokołu syntezy ICOFs. Należy zauważyć, że istotnym etapem podczas syntezy ICOF jest ich koncepcja projektowa, którą można osiągnąć za pomocą pewnych dowodów, takich jak prawdopodobny kierunek i szczególna orientacja wiązań kowalencyjnych między grupami funkcyjnymi bloków budulcowych (węzeł i łącznik), typów wiązań, typów topologii w wyniku różnych symetrii bloków konstrukcyjnych oraz wielkość porów. Dlatego głównym celem jest zrozumienie zasad tworzenia, które rządzą syntezą złożonego, uporządkowanego, stabilnego i selektywnego materiału ICOF.

**Jakiego rodzaju prowadzimy badania?** Plan pracy i metodologia badań są podzielone na trzy główne sekcje: 1. Projektowanie i synteza ICOF; 2. Analiza fizykochemiczna i elektrochemiczna, 3. Badanie ICOF w CDI. Projektowanie ICOF są ograniczone do hydrotermalnych, solwotermalnych oraz mikrofalowych protokołów syntezy z wybranymi reagentami, takimi jak aminy, iminy, imidazole, zasady Schiffa, chinoliny i wymiennicze jonowe. Następnie planowane jest zastosowanie analizy fizykochemicznej i elektrochemicznej przy użyciu SEM z EDS, TEM, XPS, XRD, FTIR, <sup>1</sup>H NMR, <sup>13</sup>C NMR, goniometru, EIS i CV. Ostatnim krokiem jest utworzenie ICOF-CDI i ocena możliwości separacji TMI w zewnętrznym polu elektrycznym. Zastosowanie techniki detekcji jonów HR CS AAS pozwala nam zrozumieć procesy sorpcji TMI w strukturze ICOF.

**Co odkrywamy?** Założenia projektu odpowiadają na pytania: dlaczego ICOF działają w zewnętrznym polu elektrycznym i co sprawia, że są selektywne względem wybranych jonów metali przejściowych? Wyniki projektu pozwalają udzielić odpowiedzi na to pytanie i skorelować właściwości ICOF z selektywnym wychwytywaniem TMI.

**Wpływ na dziedzinę nauki i społeczeństwo.** Wyniki dają podstawy do opracowania przyjaznych dla środowiska, bezodpadowych, pozbawionych emisji dwutlenku węgla oraz atrakcyjnych energetycznie metod postępowania ze ściekami pochodzących ze zużytych baterii. Rezultaty korzystnie wpłyną na zahamowanie zanieczyszczenia środowiska i zapewnią nową metodę racjonalnego gospodarowania odpadami. Podjęcie problematycznej separacji Li, Co, Ni i Mn przy użyciu nowego rodzaju materiałów przynosi korzyści w postaci innowacyjnej metody frakcjonowania TMI, wzbogaca inżynierię materiałową oraz określa nowy trend w separacji z wykorzystywaniem zewnętrznego pola elektrycznego.