Znaczne ograniczenie emisji zanieczyszczeń jest niezbędne w celu zminimalizowania niekorzystnych zmian klimatycznych. Zastąpienie paliw kopalnych przyjaznymi dla środowiska i przystępnymi cenowo źródłami energii, jest jednym z najpilniejszych wyzwań. Elektrochemiczne magazynowanie i konwersja energii jest jedną z ważniejszych technologii umożliwiająca ten cel. Kluczowymi materiałami dla tej technologii są polimerowe elektrolity membranowe, które umożliwiają selektywne przewodzenie protonów lub jonów wodorotlenkowych odpowiednio w środowisku kwaśnym lub zasadowym. Ogniwa paliwowe (FC) odgrywają ważną rolę w transformacji w kierunku przyszłej gospodarki niskoemisyjnej, będąc ważnym filarem strategicznego planu w dziedzinie technologii energetycznych (SET), przyjętego przez Radę Europejską. Membranowe ogniwa paliwowe z wymianą protonów (PEMFC) wykazują już dojrzałość technologiczną, jednak pomimo wysiłków badawczych PEMFC nadal wymagają użycia drogich i rzadkich metali szlachetnych, takich jak Pt, Pd, Ru. Ogniwa paliwowe z membraną anionowymienną (AEMFC) to prężnie rozwijająca się technologia ogniw paliwowych, umożliwiająca wykorzystanie takich materiałów niezawierających metali szlachetnych. Aby jednak ogniwa AEMFC stały się komercyjnie opłacalne, należy pokonać pewne wyzwania. Jednym z najważniejszych z nich jest trwałość ogniwa, wynikająca z wciąż ograniczonej długoterminowej stabilności jonomerów przewodzących jony wodorotlenowe, szczególnie podczas pracy w wyższych temperaturach (>80 °C). Degradacja jonomerów może prowadzić do degradacji membrany anionowymiennej (AEM), a także warstwy gazodyfuzyjnej zbudowanej z materiałów węglowych. Może to prowadzić do aglomeracji nanocząstek użytego katalizatora, zmniejszając w ten sposób aktywność katalityczną, a tym samym wpływając na wydajność całego zespołu membranowo-elektrodowego (MEA). Nowatorstwo tego projektu polega na kompleksowych badaniach procesów degradacji membran anionowymiennych i poszczególnych elementów MEA działających w środowisku alkalicznym, które wciąż nie są dobrze poznane. Degradacja rodnikowa MEA indukowana przez rodniki jest dobrze zbadana w przypadku membran protonowymiennych (środowiska kwaśne), ale nie w środowiskach alkalicznych.

W związku z tym proponowany projekt badawczy ma na celu zbadanie degradacji MEA stosowanych w alkalicznych FC, indukowanej przez rodniki powstające podczas pracy ogniwa, a także znalezienie sposobów ograniczenia takiej degradacji. Cel ten będzie osiągnięty poprzez kompleksowe badania, poświęcone wyjaśnieniu roli rodników, określeniu synergistycznego efektu innych czynników przyspieszających degradacje (takich jak aniony OH i temperatura), ocenie roli każdego ze składników MEA, jak również MEA jako całości, w procesach degradacji. Na koniec ocenione zostaną możliwości przedłużenia żywotności FC poprzez zapobieganie degradacji spowodowanej przez rodniki. Głównym celem naukowym projektu jest wyjaśnieni roli rodników (•H, •OH, •OOH) w degradacji MEA zbudowanych z jonomerów przewodzących jony hydroksylowe pracujących w środowisku alkalicznym. Jako hipotezę badawczą przyjęto założenie, że rodniki odgrywają ważną rolę w degradacji MEA nie tylko w środowisku kwaśnym, ale także zasadowym oraz że zastosowanie zmiataczy wolnych rodników może znacznie wydłużyć żywotność AEM FC.

Ogólny cel projektu obejmuje: (1) określenie roli rodników wykrytych za pomocą pomiarów spektroskopii operando EPR i EPR Imaging, (2) ocenę skuteczności zmiataczy rodników, takich jak tlenek ceru (i inne) w ograniczaniu degradacji indukowanej rodnikami; (3) określenie roli zastosowanych typów węgla i spoiw, a także katalizatorów zawierających metale przejściowe w degradacji właściwości MEA.

Dodatkowym celem badań jest scharakteryzowanie interakcji między rozważanymi rodnikami i jonomerami, a także określenie prawdopodobnych mechanizmów i produktów degradacji jonomerów spowodowanych przez rodniki, z wykorzystaniem obliczeń teoretycznych (DFT).