

## Popularno-naukowe streszczenie projektu

Projekt dotyczy oryginalnego rozwinięcia i zastosowania plazmoniki ograniczonych elektrolitów (soft-plazmoniki) w analogii do odnoszącej w ostatnich latach ogromne sukcesy plazmoniki nanostruktur metalicznych. Poza sformułowaniem opisu plazmonów jonowych i jonowych plazmono-polarytonów, czyli falowych kolektywnych wzbudzeń plazmonowych na granicy przewodnika i dielektryka zhybrydowanych z falą elektromagnetyczną i dobrze znanych wcześniej w strukturach metalicznych, w projekcie planuje się nowatorskie wykorzystanie jonowych plazmono-polarytonów do wyjaśnienia niezwykle i wciąż niezrozumiałego tzw. przewodnictwa skokowego (*saltatory conduction*) w aksonach neuronów pokrytych periodycznie mielinową – lipidową otoczką. Kluczowa rola tej otoczki w sygnalizacji neuronowej jest znana z obserwacji stanów chorobowych stwardnienia rozsianego (*multiple sclerosis*, MS), kiedy właśnie ubytki w grubości otoczki mielinowej (ciągle jednak spełniającej rolę izolacyjną) powodują spowolnienie sygnału i upośledzenie motoryki organizmu. *Saltatory conduction* nie udaje się wytłumaczyć ‘zwykłym’ dyfuzyjnym i powolnym przewodnictwem obserwowanym w dendrytach i niemielinowanych aksonach wg ogólnie akceptowanego modelu kabla. Model kabla (kabla podmorskiego, pochodzący oryginalnie jeszcze od Williama Thomsona) dobrze opisuje dyfuzyjny charakter kinetyki potencjału czynnościowego w dendrytach i w niemielinowanych aksonach (w substancji szarej centralnego układu nerwowego). Prędkość tego sygnału zależy od oporu omowego elektrolitu wnętrza dendrytu (aksonu) i pojemności elektrycznej poprzez błonę komórkową do elektrolitu międzykomórkowego, prędkość ta jest ograniczona i wynosi kilka m/s. Jest to zbyt mała prędkość dla przesyłania sygnałów czynnościowych na duże odległości, zwłaszcza w układzie obwodowym. Zauważono, że dla transmisji potencjałów czynnościowych w aksonach neuronów, które są periodycznie owijane grubymi mielinowymi (lipidowymi) otoczkami (produkowanymi w układzie obwodowym przez tzw. komórki Schwanna, a w układzie ośrodkowym, w białej substancji, z powodu białej barwy mielinowej, przez oligodendrocyty), prędkość sygnałów wzrasta około 100-krotnie i nieznanym jest mechanizm tego przyspieszenia. Mielinowe otoczki mają długość rzędu 100 mikrometrów i oddzielane są krótkimi nieosłoniętymi mieliną fragmentami (tzw. przerwy Ranviera). Uznano, że sygnał czynnościowy przeskakuje między kolejnymi przerwami Ranviera i przez to przyspiesza, jednak mechanizm przeskoku nie jest znany i nazywany jest tylko *saltatory conduction*.

Proponowana w projekcie zupełnie nowa koncepcja jonowego plazmono-polarytonowego mechanizmu skokowego przewodnictwa w mielinowanych aksonach wykorzystuje zadziwiające własności plazmono-polarytonów badane ostatnio w metalach, umożliwiające nisko-stratną daleko zasięgową kinetykę w periodycznych metalicznych nanostrukturach. Tysiące razy większe masy jonów i znacznie mniejsze ich koncentracje w porównaniu ze swobodnymi elektronami w metalu powodują, że wysokoenergetyczne charakterystyki metalicznych plazmonów dramatycznie zmniejszają energię (częstotliwość) dla jonowych plazmonów do skali organizacji na poziomie komórkowym. Wstępne wyniki i oszacowania potwierdzają realność proponowanej koncepcji, a zwłaszcza jej możliwości wyjaśnienia charakterystycznych obserwowanych własności transmisji sygnału potencjału czynnościowego przez akson. Mechanizm plazmono-polarytonowy oferuje zupełnie inną rolę mielinowej otoczki w stosunku do zwykle przyjmowanej powszechnie jej roli elektrycznej izolacji, co może mieć znaczenie dla postępu zrozumienia roli uszkodzeń mielinowej otoczki w MS (stwardnienie rozsiane). Plazmono-polarytonowy mechanizm *saltatory conduction* byłby także znaczącym odkryciem w obszarze elektro-fizjologii sygnalizacji neuronowej.