

## POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Od zarania dziejów ludzkości towarzyszy niezmierny pęd do odkrywania nieznanego. Wciąż odkrywane są nowe zjawiska i mechanizmy fizyczne rządzące światem, lecz niewiele spośród nich miało charakter faktycznie przełomowy. Niemniej jednak, do rzeczywiście przełomowych momentów należy zaliczyć odkrycie możliwości, jakie niosą ze sobą układy o rozmiarach w skali nano, czyli miliony razy mniejszych od metra. Potencjał ten był rozważany teoretycznie już w późnych latach 60 przez Richarda Feynmana, jednakże pierwsze prace eksperymentalne, ze względu na trudności technologiczne, zostały przeprowadzone dopiero u schyłku XX wieku.

Jednym z bardziej obiecujących nurtów badań prowadzonych w ostatnich latach są prace poświęcone właściwościom metamateriałów. Możliwe do uzyskania parametry takich struktur są nieosiągalne w konwencjonalnych ośrodkach objętościowych, gdzie sztandarowym przykładem jest zjawisko odwrotnego załamania światła. Szczególną klasę takich struktur stanowią metamateriały hiperboliczne (w skrócie HMM, od angielskiej nazwy Hyperbolic Metamaterials), które wykazują niezwykle właściwości, do których należy chociażby silna anizotropia, mająca dalekosiężne skutki dla zmiany właściwości optycznych materiału, włączając do nich dynamiczną modyfikację charakteru interakcji materiału z falą elektromagnetyczną z dielektrycznego na metaliczny, w zależności od kierunku padania fali świetlnej. Kolejnymi z ich niezwykle cech jest zwiększanie efektywności emiterów kwantowych znajdujących się w ich otoczeniu, co spowodowane jest dużą gęstością stanów pola elektromagnetycznego w ośrodku.

Niniejszy projekt jest poświęcony badaniom nowej klasy nanostruktur periodycznych bazujących na metamateriałach hiperbolicznych. W przeciwieństwie do konwencjonalnych struktur HMM, proponowane rozwiązanie posiada właściwości optyczne poddające się kontroli przy pomocy zewnętrznego pobudzenia, a także dzięki zastosowaniu warstwy aktywnej oferujące wzmocnienie optyczne. Takie struktury nazywamy aktywnymi przestrajalnymi metamateriałami hiperbolicznymi (ATHMM). Ich zastosowanie jest szczególnie obiecujące w zakresie wdrażania nowatorskich źródeł laserowych.

Mając na uwadze wszystkie zalety proponowanych struktur należy pamiętać, że znajdują się one wciąż na bardzo wczesnym stadium rozwoju. Wobec tego istnieje potrzeba stworzenia wyczerpującego przeglądu zjawisk zachodzących w tych strukturach. W tym celu, w ramach niniejszego projektu, proponujemy wnikliwą analizę teoretyczną oraz stworzenie zaawansowanych narzędzi numerycznych pozwalających na kompleksową charakteryzację właściwości struktur ATHMM.