

Lasery światłowodowe, powstałe w wyniku przełomowych wynalazków lasera i światłowodu jednomodowego, przewyższają inne źródła światła dzięki wysokiej jasności, wysokiej wydajności konwersji, skutecznemu pompowaniu ośrodka, dobremu chłodzeniu, wysokiej jakości generowanej wiązki świetlnej, a także możliwości skalowania mocy wyjściowej i stosunkowo prostej konstrukcji. Dlatego znajdują zastosowanie w wielu dziedzinach działalności człowieka, od zastosowań metrologicznych, diagnostyki i terapii biomedycznej po rozwiązania bardzo dużej mocy do obróbki materiałów i zastosowań obronnych. Stanowią one rodzaj „zielonej energii” - zgodnie z najnowszymi trendami ekologicznymi i oszczędnością energii.

Boom w nano-technologii przyniósł ostatnio nowe możliwości w sposobach wytwarzania światłowodów. Domieszkowanie rdzenia światłowodu nanocząstkami metalicznymi, a później ceramicznymi, pozwoliło na powstanie wysoko domieszkowanych aktywnych materiałów szklanych. W ostatnich latach zaprezentowano również całkowicie nowatorskie podejście do nanostrukturyzacji włókna światłowodowego jako materiału złożonego ze szklanych nanopretów tworzących rodzaj mozaiki. Technologia nanostrukturyzacji pozwoliła na rozwój możliwości wytwarzania elementów optycznych, typu tzw. free-form, które potwierdziły, że materiały nanostrukturyzowane mogą stanowić medium odpowiedzialne za propagację światła i precyzyjne kształtowanie wiązki. Nanostrukturyzacja otworzyła nowe możliwości w koncepcjach i rozwoju światłowodów o kształtowanym profilu współczynnika załamania, rozwoju włókien aktywnych czy też światłowodów o dużym polu modowym do zastosowań w laserach o dużej mocy.

Celem projektu są teoretyczne i eksperymentalne badania podstawowe dotyczące metod wytwarzania nowego rodzaju nanostrukturyzowanych włókien aktywnych odpowiednich do laserów światłowodowych działających jednocześnie na dwóch długościach fal. Przebadane i wykorzystane zostaną dwie uzupełniające się metody: metoda nanostrukturyzacji, która pozwala na dowolne dopasowanie współczynnika załamania światła i profilu wzmocnienia włókien, oraz metoda domieszkowania preform nanocząsteczkami, która pozwala na lepsze właściwości spektroskopowe jonów metali ziem rzadkich. Rezultatami projektu będą opisane teoretycznie i scharakteryzowane eksperymentalnie nowe aktywne włókna światłowodowe do generacji na dwóch długościach fali i opublikowane w wysokiej jakości czasopismach naukowych. W ramach projektu oczekuje się oryginalnych odkryć w dziedzinie laserów światłowodowych dzięki efektom synergii wynikającym ze współpracy między naukowcami zajmującymi się badaniami materiałowymi i fizykami laserowymi w zespołach badawczych Instytutu Fotoniki i Elektroniki, Czeskiej Akademii Nauk (ÚFE) i Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Mikroelektroniki i Fotoniki (Ł-IMIF). Prace w ramach projektu koncentrują się szczególnie na modelowaniu teoretycznym i numerycznym, technologii światłowodów oraz charakterystyce eksperymentalnej światłowodów i laserów.

Projekt dotyczy badań podstawowych. Widzimy potencjalne perspektywy zastosowania wyników w wydajnych laserach światłowodowych („zielonej energii”), źródłach laserowych i wzmacniaczach w telekomunikacji, czujnikach światłowodowych, spektroskopii laserowej, zastosowaniach przemysłowych, medycznych i bezpieczeństwa. Jednym z bezpośrednich zastosowań jest opracowanie metody synchronizacji impulsów o dwóch długościach fal w laserze światłowodowym z synchronizacją modów. Synchronizacja impulsowa dwóch długości fali jest poszukiwana w wielu aplikacjach, takich jak nieliniowa konwersja częstotliwości, wielokolorowa spektroskopia lub spektroskopia rozpraszania Ramana.

Otwarcie nowych kierunków współpracy międzynarodowej może również zostać uznane za jedną z korzyści projektu. W ramach budżetu projektu planujemy dwustronną wymianę doktorantów i pracowników naukowych zaangażowanych w projekt. Młodzi badacze będą mieli okazję zdobyć doświadczenie w technologii nanostrukturyzowanych włókien światłowodowych w Ł-IMIF lub w technologii przygotowywania preform w ÚFE. Wymiana wiedzy dotycząca badań numerycznych i eksperymentalnych części projektu wpłynie na rozwój naukowy obu grup. Współpraca między ÚFE i Ł-IMIF, która została ustanowiona dzięki temu projektowi, ma duże znaczenie dla dalszej współpracy, wymiany studentów i dalszych badań w dziedzinie laserów światłowodowych