

## POPULARYZATORSKI OPIS PROJEKTU

Wykrywanie szkodliwych substancji w celach zapewnienia bezpieczeństwa pracy jak i bezpieczeństwa ich transportu staje coraz ważniejszym zagadnieniem w ostatnich latach ze względu na szeroko rozumianą ochronę środowiska. Najbardziej pożądanym sposobem takiego monitoringu jest obecnie optyczna detekcja wykorzystująca źródła laserowe emitujące w zakresie średniej podczerwieni. W takim systemie, laser jest używany jako przestrajalne źródło promieniowania, tak aby dokonać pomiaru absorpcji w pobliżu charakterystycznej dla danej substancji linii spektralnej. W celu detekcji pojedynczych linii absorpcyjnych, konieczne jest źródło laserowe emitujące w trybie jednomodowym, jednocześnie posiadające odpowiedni zakres strojenia długości fali emisji.

Obecnie emisja w zakresie mikrometrowym jest dostępna przy użyciu międzypasmowych laserów kaskadowych i kwantowych laserów kaskadowych emitujących w zakresie 2 – 100  $\mu\text{m}$ . Te lasery oparte są głównie o geometrię emisji krawędziowej z powodu generacji ciepła, lub z powodu fundamentalnych wymagań kwantomechanicznych. Taka geometria nie jest preferowana do emisji jednomodowej, oraz dokładnego strojenia długości fali. Natomiast w zakresie krótszych fal, wykorzystywane do tych zastosowań są lasery z pionową wnęką emitujące powierzchniowo (VCSEL ang. Vertical Cavity Surface Emitting Lasers) z powodu samoistnego działania jednomodowego, dobrej termicznej przestrajalności, jak również niewielkiej rozbieżności wiązki i niskiego poboru mocy. Jednak na dzień dzisiejszy, najdłuższa fala emisji systemów VCSEL opartych o międzypasmowe kaskady wynosi 4  $\mu\text{m}$ , co jest niewystarczające do licznych zastosowań w średniej podczerwieni. W tym projekcie wykazane zostanie, iż możliwe jest wykorzystanie struktury lasera kaskadowego (z dostępnością przestrajania długości fali emisji powyżej 4  $\mu\text{m}$ ) w laserze z pionową wnęką rezonansową (QVCSEL), w którym emisja wymuszona zachodzi dzięki nowatorskiemu zastosowaniu monolitycznych wysokokontrastowych siatek (MHCG ang. Monolithic High Contrast Grating).

Niezależnie od głównego bardzo ambitnego celu projektu, wszystkie kroki w kierunku wytworzenia QVCSEL będą przedstawiać wysoką wartość naukową: wytworzenie i pomiary zwierciadeł Bragga (DBR ang. Distributed Bragg Reflector) oraz siatek MHCG, celem uzyskania wnęki optycznej o wysokim współczynniku dobroci, która pozwoli uzyskać emisję wymuszoną z umieszczonego wewnątrz lasera kaskadowego. Wszystkie te cele będą osiągnięte i zweryfikowane poprzez użycie rozmaitych technik spektroskopowych realizowanych w średniej podczerwieni, takich jak polaryzacyjnie zależne pomiary współczynnika odbicia oraz detekcja przejść wewnątrz poziomów elektronowych.

Przedstawiony projekt będzie realizowany w intensywnej współpracy pomiędzy teorią, technologią i eksperymentem. Wszystkie wyzwania technologiczno-pomiarowe związane z realizacją projektu będą skoncentrowane na wysiłkach, które w przyszłości mogą doprowadzić do maksymalizacji mocy wyjściowej i wydajności kwantowej, przy jednoczesnej minimalizacji zużycia energii i kosztów dzięki produkcji wydajnych laserów QVCSEL pracujących w zakresie średniej podczerwieni.