

**Diody elektroluminescencyjne (LED)** oparte na związkach półprzewodnikowych z grup II-VI i III-V (np. GaN) zostały z powodzeniem wdrożone jako elementy oświetlenia i wyświetlaczy. Diody LED charakteryzują się wyższą skutecznością świetlną, dłuższą żywotnością oraz mniejszymi efektami elektrotermicznymi w porównaniu z konwencjonalnymi źródłami światła. Ze względu na szybki rozwój technologii kluczowe znaczenie mają badania nowych materiałów o unikalnych i różnorodnych właściwościach optoelektronicznych. **Dwuwymiarowe (2D) materiały warstwowe van der Waalsa (vdW) będące przedmiotem dużego zainteresowania naukowców** składają się z kilku podgrup, takich jak np.: **dichalkogenki metali przejściowych (TMDC)**, **monochalkogenki metali (MMC)**, **trihalogenki chromu (CrTH)** i **trichalkogenki metaliczno-fosforowe (MPTC)**. W związku z tym, że ultracienkie TMDC i MMC posiadają unikalne fotoelektryczne właściwości półprzewodnikowe, w tym oddziaływania spin-orbita, nieliniowe właściwości optyczne, emisję pojedynczych fotonów i zależną od warstwy przerwę wzbronioną, stanowią one idealną platformę do eksploracji urządzeń elektroluminescencyjnych nowej generacji przy najwyższym limicie materiału luminescencyjnego o grubości pojedynczej warstwy atomowej. Z drugiej strony, magnetyczne materiały 2D, takie jak CrTH i MPTC, posiadają zarówno przerwę wzbronioną, jak również uporządkowanie magnetyczne, co czyni je atrakcyjnymi ze względu na potencjalne zastosowania w przyszłych urządzeniach spintronicznych.

W ramach tego projektu będziemy badać **właściwości optyczne i elektroniczne architektur LED składających się ze stosów ultracienkich materiałów warstwowych**, które łączą wiele funkcji w jedno urządzenie, np. poprzez łączenie (pół)metalicznych elektrod, izolujących barier tunelowych i luminescencyjnych materiałów półprzewodnikowych. Planowane jest badanie widm EL określonych materiałów, m.in. MoSe<sub>2</sub> oraz sztucznie wytworzonych heterostruktur vdW, m.in. WSe<sub>2</sub>/CrBr<sub>3</sub>. **Innowacyjny aspekt projektu** polega na badaniu odpowiedzi EL nowatorskich konstrukcji, m.in. **z różnymi typami (I lub II) ułożenia pasma**. Stworzymy również nowatorskie kontrolowane regulatory, opracowując nową generację diód LED o **wbudowanych właściwościach magnetycznych (ferromagnetycznych lub antyferromagnetycznych)**. Wybór materiałów podyktowany jest aktualnym stanem wiedzy w zakresie badań materiałów 2D vdW, co pozwala nam na przemyślane przewidywanie potencjalnych wyników. Przewidujemy tworzenie nowatorskich urządzeń łączących funkcjonalności wykraczające poza tradycyjne źródła światła. Dzięki sztuczemu połączeniu materiałów za pomocą technologii van der Waalsa nasze urządzenia będą mogły jednocześnie działać jako detektory światła, optycznie sterowane jednostki pamięci, czujniki pola magnetycznego i/lub elektrycznie sterowane kubity.

Główną techniką eksperymentalną stosowaną w projekcie będzie **EL**, która zostanie wykorzystana do badania właściwości optycznych i elektronicznych struktur **w szerokim zakresie temperatur i półmagnetycznych**. W celu obserwacji sygnału EL zostaną wytworzone wysokiej jakości próbki umożliwiające elektryczne wstrzykiwanie nośników, tj. elektronów i dziur, w ich obszar aktywny. Inne techniki eksperymentalne, takie jak fotoluminescencja (PL), wzbudzenie PL i kontrast odbicia, zostaną wykorzystane do scharakteryzowania właściwości optycznych badanych struktur w celu głębszego zrozumienia wyników pomiarów EL.

Badania właściwości optycznych i elektronicznych nowych typów sztucznie tworzonych struktur będą miały **istotny wpływ na rozwój fizyki ciała stałego oraz nauk o materiałach**. Wiąże się to ze znacznym zainteresowaniem społeczności naukowej materiałami warstwowymi 2D i powstającą potrzebą zrozumienia nowej fizyki kryjącej się za nowymi funkcjonalnościami, zjawiskami i właściwościami materiałów „na żądanie”.