

W 2011 roku tweet o treści: *"It would take an elephant, balanced on a pencil, to break through a sheet of graphene the thickness of cling film"* odbił się szerokim echem w społeczności naukowej. Od 2007 roku grafen wszedł do zbiorowej świadomości jako cudowny i supertrwały i zapoczątkował on szeroko zakrojone badania nad materiałami van der Waalsa (vdW). Obecnie, w środowisku naukowym, jest oczywiste, że materiały 2D zrewolucjonizują naszą technologię. Pytanie brzmi nie "czy?" a „kiedy?” to nastąpi. Jednakże, z biegiem lat zaczynamy rozumieć, że mechaniczna kruchość materiałów 2D vdW pozostaje wąskim gardłem dla ich masowej produkcji i zastosowania w trwałych urządzeniach codziennego użytku.

Biorąc pod uwagę najnowocześniejsze i prognozowane pionierskie badania nad materiałami vdW, nasuwa się pytanie: **Czy możemy stworzyć jednoznaczną i kompleksową wiedzę empiryczną, aby osiągnąć poziom technologiczny, który umożliwi predykcyjne projektowanie i produkcję mechanicznie wytrzymałych dwuwymiarowych struktur z materiałów vdW?** Możemy też zapytać: **Co powoduje rozbieżność między wielokrotnie ogłaszanymi lepszymi właściwościami mechanicznymi materiałów vdW w obliczu dzisiejszych skromnych możliwości masowej produkcji trwałych struktur?**

Dostępne prace eksperymentalne na temat właściwości mechanicznych vdW pokazują ogromną dysproporcję między liczbą badań poświęconych nanomateriałom vdW i ich wielkoskalowym prekursorom. Wiedza o materiałach makroskopowych, która powinna być podstawą dalszych badań, jest szczątkowa. Obecnie możliwe jest składanie warstw molekularnych w podejściu podobnym do LEGO i tworzenie układających się w stosy optycznie i elektronicznie wielofunkcyjnych struktur vdW. Jednocześnie jest wysoce pożądane, aby podobny, atomowo precyzyjny stopień manipulacji był możliwy w odniesieniu do właściwości mechanicznych. Powstaje zatem kolejne pytanie: **Czy dysponujemy narzędziami eksperymentalnymi do jednoznacznej i kompletnej oceny mechanicznej materiałów vdW od masowych do pojedynczej warstwy molekularnej i ich złożonych nanostruktur?**

Projekt ma na celu podjęcie wyzwania eksperymentalnego i zbadanie właściwości nanomechanicznych materiałów vdW zaczynając od kryształów makroskopowych a kończąc na pojedynczej warstwie molekularnej przy użyciu najnowocześniejszych narzędzi optycznych. W szczególności skupimy się na grupie materiałów takich jak dichalkogenki metali przejściowych (TMDC) i przeprowadzimy kompleksowe badania wpływu ograniczenia przestrzennego, skrętu warstw molekularnych i naprężenia na wewnętrzną elastyczność wolnostojących struktur materiałów vdW.

Aby sprostać tym wyzwaniom, opracujemy nową bezkontaktową platformę eksperymentalną wykorzystującą całkowicie optyczne metody bazujące na nieelastycznym rozpraszaniu światła na termicznych i nietermicznych fononach/falach akustycznych. W ten sposób uzyskamy fundamentalną wiedzę o wewnętrznych anizotropowych właściwościach elastycznych pojedynczych warstw molekularnych TMDC oraz ich złożonych heterostruktur ułożonych w stosy (wielowarstwy). Rezultatem tego projektu będzie podstawowa wiedza niezbędna do przewidywalnej produkcji wytrzymałych warstw molekularnych i heterostruktur vdW. Przełomowy charakter projektu wynika z nowatorskiej metody eksperymentalnej wykorzystującej bezkontaktowe i nieniszczące podejście oparte na rozpraszaniu światła Brillouina, które udoskonalimy do poziomu wyznaczonego przez granice technologiczne i fizyczne.