

**Ciekłe kryształy (CK)** są fascynującym stanem materii o szerokim zastosowaniu w wytwarzaniu displejów i optoelektronice, szczególnie ważnym w rozwijaniu nowych funkcjonalnych materiałów, nanolitografii, inżynierii komórki, sensorów i biosensorów, ale także dostarczającym fundamentalnych modeli biologicznej samoorganizacji materii. Wynika to z dwoistej natury CK, wynikającej z połączenia atrybutów kryształów stałych i cieczy izotropowych, pozwalającej by ta „miętko” zorganizowana i uporządkowana struktura mogła być stymulowana przez zewnętrzne pola, ale także dysponującej zdolnością samo-naprawy powstałych defektów. Materiały ciekłokrystaliczne reagując na bodźce zewnętrzne takie jak: pole elektryczne/magnetyczne, światło, naprężenia, ciśnienie, oddziaływanie z powierzchnią, czynniki chemiczne, istotnie zmieniają swoje właściwości. Mogą, więc pełnić funkcję sensora i urządzenia przekazującego uzyskany efekt, ale również wykazują też cechy sprzężenia zwrotnego, dlatego zasługują na miano **funkcjonalnych materiałów inteligentnych**. W ostatnich latach, w kręgu zainteresowań badaczy znalazły się superstruktury chiralne oraz uporządkowanie polarne w fazach ciekłokrystalicznych (CK) niechiralnych molekuł w kształcie litery V, których mezogeny mają wygięty kształt lub są wygiętymi dimerami z nieparzystą liczbą węgli w łączniku.

Projekt dotyczy grupy materiałów LC, w których dyrektor może spontanicznie ulegać deformacji ugięcia, co prowadzi do powstania nowego nematycznego porządku, w którym dyrektor tworzy helisę. Ta nowa faza, „**twist bent**” ( $N_{TB}$  lub „**splay-bent**”  $N_{SB}$ ) jest strukturalnym połączeniem pomiędzy dobrze znanymi nematykami jednoosiowymi (N) i nematykami chiralnymi ( $N^*$ ). Wywołane działaniem pola deformacje w fazie  $N_{TB}$  mogą być niezwykle użyteczne w zastosowaniach technologicznych, ponieważ są one podobne do efektu elektroklinowego. Okres helikoidy jest w zakresie nanometrowym, a zatem spodziewany czas odpowiedzi elektrooptycznej jest bardzo krótki i wynosi około **1 $\mu$ s** a więc wielokrotnie krótszy w porównaniu z czasem odpowiedzi dla konwencjonalnych materiałów nematycznych.

Projekt prezentuje innowacyjne podejście do kompleksowego opisu makroskopowych właściwości materiału w oparciu o jego właściwości molekularne. **Głównym celem projektu będzie określenie zależności między strukturą molekularną a wynikającymi z niej właściwościami makroskopowymi materiału**. Aby to osiągnąć, konieczne jest określenie orientacji i porządku polarnego dla grupy ciekłych kryształów (LC) o różnej strukturze cząsteczkowej: różnych strukturach centralnej części rdzenia mezogenu i zmieniającej się struktury łańcuchów w ogonach, a ostatecznie określenia związków między strukturą cząsteczek a ich uporządkowaniem i właściwościami makroskopowymi fazy ciekłokrystalicznej.

**Bezpośrednim rezultatem badań przewidzianych w projekcie będzie określenie szeregu makroskopowych parametrów opisujących właściwości termodynamiczne i charakteryzujących anizotropowe właściwości fizyczne grupy nowo syntetyzowanych materiałów LC o różnej strukturze cząsteczkowej**. Wyniki badań zostaną przeanalizowane w ramach jednego modelu fenomenologicznego (teoria Landaua), w wyniku którego można określić niemal wszystkie właściwości materiałowe materiału z uwagi na jego wykorzystanie, występujące jako parametry w w modelu. Jednym z ważnych zadań projektu jest uzyskanie możliwości modelowania efektu elektrooptycznego (EO): tj. Wpływu czasu elektroklinicznego i przełączania oraz modelowania zmian strukturalnych w funkcji temperatury i pola elektrycznego.

Połączenie szybkiego czasu reakcji elektrooptycznej (EO) z właściwościami analogowymi oznacza, że materiały ciekłokrystaliczne EC są niezwykle atrakcyjne dla szerokiego zakresu zastosowań. Materiały, które będziemy badać, są LC zbudowanych z achiralnych cząsteczek z wygiętym rdzeniem (wygięty rdzeń BC). Ta grupa materiałów jest dla nas szczególnie interesująca ze względu na ich wzajemną zależność między polaryzacją a dwuosiowością. Inaczej niż w przypadku kalamitycznego LC, wygięte rdzenie, nawet niechiralne, mogą wykazywać dużą spontaniczną polaryzację i dwuosiowość w fazach ortogonalnych (SmA-podobnych) i smektycznych (SmC-podobnych). Materiały te pokazują szybkie przełączanie EO, wysoki kontrast między stanami ON-OFF, dając możliwość ich zastosowania w szybko przełączających się urządzeniach elektro-optycznych.

Wykorzystując mikroskopię polaryzacyjną, spektroskopię w podczerwieni i Ramana, pomiary anizotropii współczynnika załamania i anizotropii przenikalności dielektrycznej, wyznaczone zostaną temperatury przejść odpowiednich mezofaz oraz odpowiednie wartości anizotropii. Planowane badania obejmują badanie struktury tj. lokalnego uporządkowania cząsteczek, makroskopowego uporządkowania faz oraz dynamiki procesów molekularnych i kolektywnych. Zakres korelacji lokalnego uporządkowania wyznaczony zostanie z pomiarów niskiego kąтового rozpraszania rentgenowskiego, który zostanie porównany z zakresem korelacji porządku polarnego wyznaczonego z pomiarów dielektrycznych i polaryzacji. Przybliżona funkcja rozkładu ODF i odpowiadające im parametry porządku zostaną określone przy użyciu pomiarów dwójłomności i Ramana.