

Zrozumienie natury przejścia do stanu szkła jest zaliczane do największych wyzwań nauki w 21 wieku [Kennedy, D. *125 outstanding problems in all of science: what is the nature of the glassy state*. *Science* **309**, 83 (2005)]. Praktyczne znaczenie tego problem rozciąga się od nauki od materiałach, przemysłu farmaceutycznego, przemysłu spożywczego do geofizyki. Zatem osiągnięcie ostatecznego wglądu w ten problem może mieć niezwykle znaczenia także dla codziennego życia współczesnego społeczeństwa. Jedną z najbardziej uderzających cech tego zjawiska są dalekie efekty przedszkliste własności dynamicznych, zaczynające się nawet 200 K powyżej temperatury szkła ( $T_g$ ) - pomimo faktu że nie temperatura szkła nie jest przejściem fazowym. Tym niemniej, wskazuje to że badania efektów przedszklistych mogą być kluczem do ujawnienia natury przejścia do stanu szkła. Niestety, choć badania tych fenomenów są prowadzone od dekad, wciąż niema ostatecznych wyników – zarówno eksperymentalnych jak i teoretycznych.

**Główną hipotezą tego Projektu jest przyjęcie, że przybliżenie przelomu w fizyce szkieł jest możliwe poprzez:**

- (i) Badania w materiałach o cechach eksperymentalnego układu modelowego, w którym zachodzi 'ekstrakcja' kluczowych artefaktów dla procesu wityfikacji/'szklenia'. Dla takiego układu eksperymentalnego możliwe będzie zbudowanie bliskiej analogii teoretycznej.
- (ii) Badania doświadczalna wykraczające poza obecne limity
- (iii) Innowacyjne metody analizy, ujawniające dotąd ukryte fundamentalne własności układów

**Ten Projekt realizuje powyższe założenia za pomocą:**

- (i) **Odpowiedniego wyboru układów eksperymentalnych:** Badana są planowane w ciekłych kryształach i plastycznych kryształach (orientacyjnie nieuporządkowanych kryształach - ODIC) gdzie wityfikacja jest ograniczona wyłącznie do translacyjnych i orientacyjnych procesów. Dla typowych materiałów szklistych, jak przechłodzone ciecze i polimery zachodzi złożona interakcja procesów translacyjnych i orientacyjnych.
- (ii) **Eksperyment:** Spójny wgląd na płaszczyźnie ciśnienie-temperatura (P-T) za pomocą różnych metod fizycznych, poza obecne ograniczenia. Jest to oparte o nowe urządzenia w Parku Innowacyjno Technologicznym IWC PAN w Celestynowie pod Warszawą. Możliwe tam są badania od  $-60$  °C do nawet  $+1600$  °C, w ciśnieniach do 10 GPa, przy znacząco dużych ciśnieniowych objętościach. Możliwe jest monitorowanie własności *in situ* za pomocą szerokopasmowej spektroskopii dielektrycznej (BDS), nieliniowej spektroskopii dielektrycznej (NDS), własności termodynamicznych (DTA/DSC, gęstość), badań strukturalnych (XRD). *Ekstremalne ciśnienia są szczególnie ważne dla ODIC-ów ze względu na ich mniejszą ściśliwość niż w przypadku cieczy.* Tylko monitorowanie własności w przestrzeni P-T może dać ostateczną postać wielu zjawiskom, pozwolić na budowę jednoznacznych równań stanu, ujawnić istnienie ukrytych i nieznanymi zjawisk i stanów. Wreszcie, możliwa staje się analiza ciśnieniowych zależności ważnych temperatur procesowych (np .temp. szkła).
- (iii) **Analiza danych i modelowanie:** innowacyjna metoda *model-free route* będzie rozwijana i stosowana. Została ona wprowadzona w pracach Autorów Projektu.: [*Nature Communications* **4**, 1823 (2013); *Scientific Reports* **4**, 5160 (2014) and **5**, 8314 (2015)]. Zamiast analizować bezpośrednio dane doświadczalne (czas relaksacji, temperatura) przeprowadzana jest ich transformacja do postaci indeksu energii aktywacji. Jest to związane ze wstępnym jednoznacznym określeniem wartości energii aktywacji dla poszczególnych temperatur. Tak uzyskane fundamentalne dane doświadczalne będą dalej jakościowo nową referencją dla weryfikacji i rozwoju modeli teoretycznych. Szczególna uwaga zostanie poświęcona wpływowi symetrii i nowej ogólnej zależności dla entropii strukturalnej. Badanie będą uwzględniały 'sprzężenie zwrotne' eksperyment – teoria w całym czasie trwania Projektu.