

**Nr projektu:** 20129/03/X/ST3/00035

**Tytuł:** Wykorzystanie lasera rentgenowskiego w badaniach fotoindukowanych procesów elektronowych w układach dyspersyjnych

### **Cel projektu**

Konwersja energii słonecznej na energię chemiczną (fotokataliza) czy elektryczną (fotowoltaika), jest najbardziej obiecującym sposobem na zaspokojenie potrzeb energetycznych świata. Proces fotokatalityczny zachodzi w wyniku absorpcji fotonów o energii przewyższającej przerwę energetyczną danego materiału, czyli różnicę energii pomiędzy pasmem walencyjnym i przewodzącym. Następuje wzbudzenie elektronu do pasma przewodnictwa, z równoczesnym wytworzeniem dziury o ładunku dodatnim w paśmie walencyjnym. Tak wytworzone nośniki ładunku migrują na powierzchnię, gdzie inicjują reakcje utleniania-redukcji. Jednym z potencjalnych materiałów półprzewodnikowych do tego typu zastosowań jest tlenek wolframu (VI), ze względu na wartość przerwy energetycznej znajdującej się w zakresie długości światła widzialnego. Pomimo wielu osiągnięć naukowych w badaniach fotokatalizatorów, wciąż dużym wyzwaniem pozostaje zrozumienie ultraszybkiej dynamiki fotogenerowanych nośników ładunku (pary elektron-dziura) zachodzącej w czasach femtosekundowych.

Dzięki rozwojowi źródeł promieniowania typu FEL, czyli laserów na swobodnych elektronach (ang. Free Electron Laser) naukowcy uzyskali możliwość stosowania w badaniach ultrakrótkich (od kilku do kilku set femtosekund) i niezwykle intensywnych impulsów promieniowania w szerokim zakresie długości fali. Lasery XFEL, generujące promieniowania w zakresie rentgenowskim, stanowią przedmiot szczególnego zainteresowania, gdyż umożliwiają badanie materii na poziomie atomowym. Ponadto, zastosowane technik spektroskopowych (tj. XAS, XES, RXES) selektywnych na dany pierwiastek i jego otoczenie chemiczne, oraz metody pump and probe, umożliwia śledzenie ewolucji czasowej bardzo szybkich przejść fotogenerowanych nośników ładunku wzbudzonych w materiale półprzewodnikowym pod wpływem promieniowania słonecznego. Kluczem do sukcesu wyżej wymienionych pomiarów jest odpowiednie dobranie warunków eksperymentalnych oraz opracowanie układu dostarczania próbki, umożliwiającego odpowiednio szybkie odświeżanie badanego materiału w trakcie trwania pomiarów. Wynika to z faktu, iż krótkie i niezwykle intensywne impulsy lasera XFEL powodują destrukcję badanego materiału w czasie rzędu pikosekund.

Celem projektu jest opracowanie koncepcji układu dostarczania próbki pozwalającego na pomiary z wykorzystaniem femtosekundowych impulsów lasera rentgenowskiego na swobodnych elektronach X-FEL. Układ pozwoli na badanie dynamiki elektronowej w tlenku wolframu (VI) wywołanej femtosekundowym impulsem optycznym i monitorowanej laserem XFEL (eksperymenty typu pump „laser optyczny” and probe „laser rentgenowski”). Badania

wstępne są niezbędne do określenia optymalnych parametrów dla nanocząstek oraz parametrów technicznych dla układu dostarczania próbki, który w przyszłości będzie wykorzystywany nie tylko na źródłach X-FEL ale także w nowo wybudowanym układzie absorpcyjnej i emisyjnej spektroskopii rentgenowskiej w laboratorium IFJ PAN.