

## **X-fotonė 3D nanolitografija naudojant nefotojautrintus polimerus**

Prof. dr. Mangirdas Malinauskas

X-fotonų litografija (XPL) yra naujai atsirandanti technologija, kuri išnaudoja daugiafotonės sugerties ir kitus fotofizikinius mechanizmus, siekiant aukštos raiškos nanogamybos, pranokstančios tradicinės UV stereolitografijos erdvinę raišką ir suteikianti tikro 3D spausdinimo galimybę. Ši daktaro disertacija bus skirta XPL teoriniam modeliavimui, eksperimentiniam įgyvendinimui ir optimizavimui, siekiant pritaikyti ją naujos kartos ekologiškai tvarių fotoninių prietaisų, mikrooptikos ir biomedicinos taikymų priedinės gamybos technologijoms.

Ekperimentiškai bus tiriamos tiesinės ir netiesinės švieso-medžiagos sąveikos specializuotose fotodervose ir grynose dervose, įskaitant augalinės ir natūralios kilmės medžiagas. Tyrimo tikslas – pagerinti erdvinę skiriamąją raišką, našumą ir įvairių savybių medžiagų suderinamumą. Pagrindiniai iššūkiai apima fotonų sugerties efektyvumo valdymą, terminio poveikio optimizavimą ir naujų fotopolimerų kompozijų kūrimą, pritaikytų daugiafotoniams bei fototerminiams lazerinio 3D spausdinimo procesams. Skaitmeninis modeliavimas ir pažangios ultrasparčių derinamo bangos ilgio lazerių sistemos bus naudojamos ekspozicijos strategijoms tobulinti ir pasiekti mažesnius nei 100 nm darinius naudojant nefotojautrintas dervas bei hibridinius polimerus.

Šis tyrimas siekia peržengti dabartinės aukštos raiškos 3D formavimo ribas, tiriant naujus daugiafotonės ir kitus sugerties mechanizmus bei kuriant lanksčias, didelio našumo šviesa paremtas adityvios gamybos technologijas. Numatomi rezultatai turės teigiamą poveikį nanofotonikos, mikrooptikos ir biomedicininį karkasų gamybos sritims.

## **X-photon 3D nanolithography employing non-photosensitized polymers**

X-photon lithography (XPL) is an emerging technique that leverages multi-photon absorption processes to achieve high-resolution nanofabrication beyond the diffraction limit of conventional UV stereolithography and 3D capacity. This PhD research will focus on the theoretical modeling, experimental realization, and optimization of XPL for next-generation green-photonic additive manufacturing of photonic devices, micro-optics and biomedical applications.

The project will explore nonlinear optical interactions in specialized photoresists and pure resins, including biobased ones. The research aims to enhance resolution, efficiency, and material compatibility. Key challenges include controlling photon absorption efficiency, optimizing thermal effects, and developing novel resist chemistries tailored for multi-photon as well as photo-thermal printing processes. Advanced computational simulations and ultrafast laser systems will be employed to refine exposure strategies and achieve sub-100 nm feature sizes out of non-photosensitized resins. This research aims to push the boundaries of high-resolution patterning by investigating new multiphoton absorption pathways, enabling scalable, high-throughput fabrication techniques. The findings could have a great impact on nanophotonics and microoptics as well as biomedical scaffolds production.