

# UV-VIS šviesos generacijos fotoninių kristalų šviesolaidyje tyrimas

## Investigation of UV-VIS light generation in the photonic crystal fiber

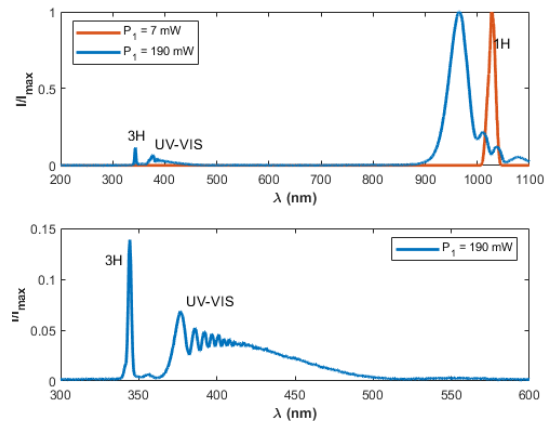
Miglė Kuliešaitė, Vygandas Jarutis, Jokūbas Pimpė, Julius Vengelis  
Vilniaus Universitetas, Lazerinių tyrimų centras, Saulėtekio al. 10, LT-10223 Vilnius  
[migle.kuliesaitė@ff.vu.lt](mailto:migle.kuliesaitė@ff.vu.lt)

Fotoninių kristalų šviesolaidžiai (FKŠ) nuo paprastų šviesolaidžių skiriasi tuo, kad jų centre yra periodinių mikrostruktūrų sritis, kurios centre ir sklinda šviesa. Šie šviesolaidžiai yra puiki netiesinė terpė, kurioje vyksta kubinio netiesiškumo  $\chi^{(3)}$  sąlygojami reiškiniai, kurie lemia superkontinuumo generaciją [1]. Superkontinuumo generacija FKŠ yra vienas iš svarbiausių ir labiausiai tiriama netiesinės optikos reiškinų, kuris yra taikomas spektroskopijoje, dažnių metrologijoje, kompiuterinėje koherentinėje tomografijoje, [2]. Yra atlikta nemažai tyrimų, kurie parodė, kad kaupinant femtosekundiniais impulsais, kurių bangos ilgis yra anomalioje grupinių greičių dispersijos srityje (GGD), superkontinuumo generacija vyksta, kai susiformavę solitonai skyla į fundamentinius solitonus ir dispersines bangas. Šioje stadijoje spektras išplinta labai greitai ir visi superkontinuumą sudarantys dažnių komponentai atsiranda pirmuosiuose FKŠ centimetruose. Platus spektro generavimo metu laikinės spinduliuotės savybės yra labai stipriai iškraipomos, todėl labai sumažėja laikinis koherentiškumas [3]. Kadangi šios savybės yra svarbios praktiniams pritaikymams, yra labai svarbu nuodugniai iširti pradinius superkontinuumo generacijos etapus ir išsiaiškinti tuo metu vykstančias visas netiesines sąveikas.

Šiame pranešime bus pristatyti trečiosios harmonikos ir ultravioletinės – regimosios (UV-VIS) srities spinduliuotės, generuotos trumpo ilgio šviesolaidyje, savybių tyrimo eksperimentiniai ir skaitinio modeliavimo rezultatai. Kaupinimo spinduliuotei buvo naudojamas Yb:KGV lazerinis osciliatorius „Flint“ generuojantis 1028 nm centrinio bangos ilgio 110 fs trukmės impulsus, kurių pasikartojimo dažnis 75,2 MHz. Atliekant eksperimentą kaupinimo spinduliuotė buvo įvedama į 2,6 cm ilgio poliarizaciją išlaikantį pirmo tipo FKŠ, kurio šerdies diametras yra 4,8  $\mu\text{m}$ , o atstumas tarp mikrostruktūrų – 3,5  $\mu\text{m}$ . Šio šviesolaidžio dispersijos nulį atitinkantis bangos ilgis yra 1087,4 nm. Atliekant eksperimentą buvo matuojami iš FKŠ išėjusios spinduliuotės spektrai keičiant kaupinimo impulsų galią.

Iš FKŠ išėjime išmatuotų spektrų matyti, kad pirmoje superkontinuumo generacijos stadijoje vyksta trys nepriklausomi netiesiniai procesai: fazės moduliavimasis, trečios harmonikos generacija (343,7 nm) ir ultravioletinės - regimosios spektro srities (UV-VIS) šviesos generacija, apimanti 375 – 500 nm bangos ilgių diapazoną (1 pav.). Skaitmeninis modeliavimas parodė, kad UV – VIS šviesa generuojasi, relaksuojant lokalizuotiems eksitonams, kurie sužadunami daugiafotonės sugerties metu. Buvo parodyta, kad eksitonai yra generuojami FKŠ pirmuose 4 mm. Šios

srities spektre taip pat yra matomos slopančios osciliacijos, kurios atsiranda dėl skirtingose FKŠ srityse generuojamos UV-VIS šviesos interferencijos (1 pav. apačia). Iš skaitmeninio modeliavimo rezultatų matyti, kad FKŠ išėjime turime nekoherentinę trečios harmonikos generaciją, kurios atsiradimui turi būti tenkinamos šios sąlygos: (a) trečiajai harmonikai turi būti tenkinama fazinio synchronizmo sąlyga, (b) pirmosios harmonikos impulsas patiria fazės moduliavimąsi ir (c) tarp pirmos ir trečios harmonikų pasireiškia erdvinis pluoštų nunešimas.



1 pav. Viršuje – mėlyna kreivė vaizduoja FKŠ išėjime registruotą spektrą, o raudona kreivė – kaupinimo impulsų spektrą. Apačioje – priartintas FKŠ išėjime užregistruotas spektras taip, kad apimtų UV - VIS šviesos ir trečios harmonikos sritį.

Projektas bendrai finansuotas iš Europos regioninės plėtros fondo lėšų (projekto Nr. 1.2.2-LMT-K-718-03-0004) pagal dotacijos sutartį Lietuvos mokslo taryba (LMTLT).

*Reikšminiai žodžiai: Superkontinuumo generacija, fotoninių kristalų šviesolaidis, femtosekundiniai lazerio impulsai.*

### Literatūra

- [1] P. S. J. Russell, Photonic-Crystal Fibers, J. Lightwave Technol. **24**(12), 4729–4749 (2006).
- [2] G. Humbert, W. Wadsworth, S. L. Saval, J. Knight, T. Birks, P. S. J. Russell, M. Lederer, D. Kopf, K. Wiesauer, E. Breuer, D. Stifter, Supercontinuum generation system for optical coherence tomography based on tapered photonic crystal fiber, Opt. Express **14**, 1596 (2006).
- [3] J. M. Dudley, G. Genty, S. Coen, Supercontinuum generation in photonic crystal fiber, Rev. Mod. Phys. **78**, 1135 (2006).