

# Aberacijų korekcija Besselio-Gauso pluošto fokusavimui į mažo diametro stiklinį cilindrą

## Aberration correction for focusing Bessel-Gauss beam into a small diameter glass cylinder

Justas Baltrukonis<sup>1</sup>, Sergej Orlov<sup>1</sup>, Vytautas Jukna<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Fizinių ir technologijos mokslų centras, Savanorių pr. 231, 02300 Vilnius

<sup>2</sup>Lazerinių tyrimų centras, Vilniaus universitetas, Fizikos fakultetas, Saulėtekio al. 10, LT-10223 Vilnius

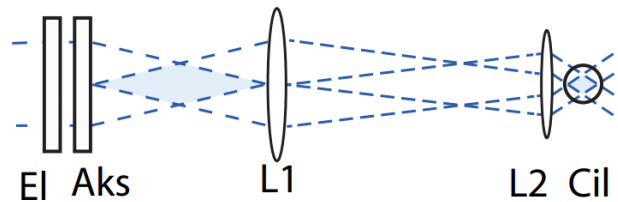
[justas.baltrukonis@ftmc.lt](mailto:justas.baltrukonis@ftmc.lt)

Lazerinis mikroapdirbimas ultra-trumpųjų impulsų lazeriais jau kurį laiką yra vienas iš pagrindinių metodų skaidrių medžiagų apdirbime. Dėl netiesinės (daugiafotonės, griūtinės) sugerties vienu ir tuo pačiu lazeriu galima apdirbti įvairias medžiagas bei išlaikyti gerą apdirbimo kokybę minimizuojant terminius efektus. Skaidrių medžiagų apdirbimo atveju, kai lazeriu fokusuojama į medžiagos turį naudojami tik ypač lygūs ir gerai poliruoti bandiniai, kitu atveju paviršius įneša stiprias pluošto aberacijas, sumenkinant apdirbimo kokybę, o kartais pluoštas taip sugadinamas, kad net neįmanoma atlikti lazerinio mikroapdirbimo.

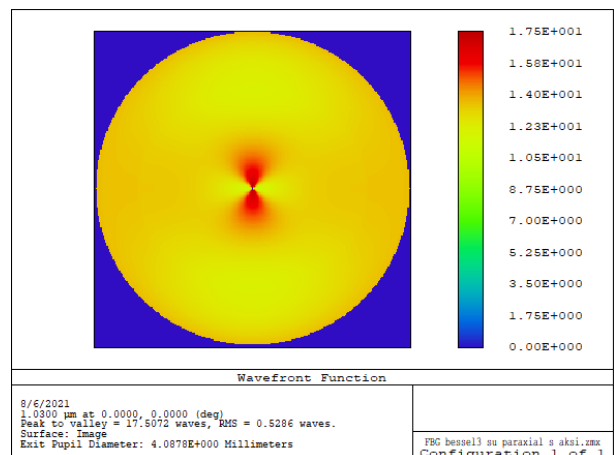
Viena iš sparčiai populiarėjančių skaidrių terpių mikroapdirbimo sričių yra specialaus lazerinio pluošto formavimas siekiant geresnių ar efektyvesnių procesų, pavyzdžiui, sferinių aberacijų korekcija tūriniam markiravimui [1], Beselio-Gauso pluošto sukūrimas medžiagų pjovimui [2]. Tiesa, universalus, beaberacinio pluošto nėra, net ir lygus paviršius ar jo pokrypis įneša aberacijas, kurios dažniausiai kompensuojamos specialiomis fazinėmis, ar amplitudinėmis kaukėmis modifikuojant krentantį bangos frontą pasitelkiant erdviniais šviesos modulatoriais ar kita specialia optika [3]. Toks manipuliavimas pluoštu leidžia lazerinį mikroapdirbimą pritaikyti vis platesniam užduočių kiekiui, tokių kaip anksčiau minėtas stiklo pjovimas, Brego gardelių įrašymas Beselio-Gauso pluoštais [4]. Tokiems taikymams korekcija bangos frontui (Beselio-Gauso pluošto formavimui, Sferinių aberacijų kompensavimui) dažniausiai skaičiuojama analitiškai. Tačiau cilindrinę ar kitų asimetrinių kūnų atveju skaičiavimai tampa sudėtingi, o rezultatai netrivialūs, todėl naudojami įvairūs iteraciniai ar optimizaciniai metodai. Šie metodai leidžia įskaityti ir naudojamų lęšių netobulumus, kurie gali turėti didelę įtaką ypatingai kuomet pluoštas fokusuojamas labai aštriai.

Šio darbo tikslas yra rasti bangos frontą formuojantį elementą Beselio-Gauso pluošto fokusavimui į mažo diametro skaidrų cilindrą. Principinė sistemos schema pateikta 1 pav., kur Beselio-Gauso pluoštas kuriamas aksikonu ir yra atvaizduojamas mažinančia 4f sistema į cilindrinį kūną. Bangos frontą formuojantis elementas El skaičiuotas optimizacine programa Zemax, o gautas bangos frontas, reikalingas aeracijų korekcijai pavaizduotas 2 pav. Vėlesniame darbe bus surinkta optinė schema gebanti valdyti pluošto fazę ir siekiama ją pritaikyti kompensuoti aberacijas atsirandančias fokusuojant pluoštą į cilindro vidų. Šia sistema bus

siekiami sukurti lūžio rodiklio pokyčius šviesolaidžio šerdyje taip įrašant norimo pralaidumo Brego gardeles.



1 pav. Principinė optinės sistemos schema. El – bangos frontą formuojantis elementas, Aks – aksikonas, L1 ir L2 – 4f sistemos lęšiai, Cil – cilindrinis kūnas. Mastelis neišlaikytas.



2 pav. Optimizacijos metu gautas bangos frontas reikalingas Beselio-Gauso pluošto fokusavimui į cilindrinį kūną naudojant realius eksperimente naudojamus optinius elementus.

*Reikšminiai žodžiai: Beselio-Gauso pluoštas, Zemax, aberacijų, korekcija, spindulinė optika, cilindrinis kūnas.*

### Literatūra

- [1] Richard D. Simmonds, Patrick S. Salter, Alexander Jesacher, and Martin J. Booth, Opt express 19.24 24122-24128 (2011).
- [2] M. Bhuyan, O. Jedrkiewicz, V. Sabonis, M. Mikutis, S. Recchia, A. Aprea, M. Bollani, P. Di Trapani, Appl. Phys. A 120(2), 443-446 (2015).
- [3] Jenne, M., Flamm, D., Ouaj, T., Hellstern, J., Kleiner, J., Grossmann, D., Koschig, M., Kaiser, M., Kumkar, M. and Nolte, S. Opt. 43(13), 3164-3167. (2018)
- [4] M. Mikutis, T. Kudrius, G. Šlekys, D. Paipulas, S. Juodkazis, Opt Mater Express 3 (11), 1862-1871 (2013).