

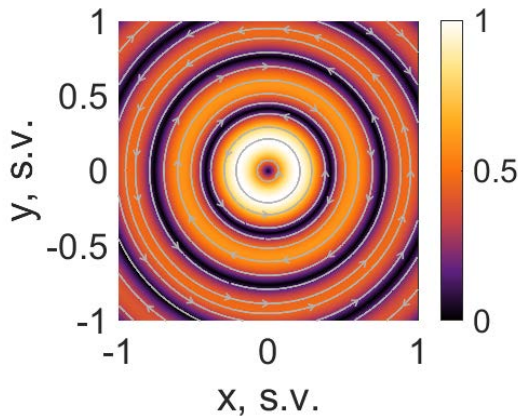
# Azimutinės ir radialinės poliarizacijos vektorinių Beselio X impulsų tyrimas

## Investigation of Azimuthally and Radially polarized pulsed Bessel-X vortices

Klemensas Laurinavičius<sup>1</sup>, Sergejus Orlovas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fizinių ir technologijos mokslų centras, Saulėtekio al. 3, 10257 Vilnius  
[klemensas.laurinavicius@ftmc.lt](mailto:klemensas.laurinavicius@ftmc.lt)

Invariantiniai bangų paketai pritraukia vis daugiau dėmesio dėl jų unikalių ir naudingų savybių, tokių kaip atsparumas difrakcijai ir dispersijai, pluošto struktūros atsistatymas už kliūtis ir kt. Šios savybės tampa dar įdomesnės nagrinėjant kartu su optiniais sūkuriais, trumpomis impulso trukmėmis, didelėmis galiomis ir nehomogenine poliarizacija. Poliarizacija tampa svarbi, kai naudojamos sistemos su didelėmis skaitinėmis apertūromis (NA). X-bangų modelis [1] yra vienas iš analitinių metodų kuriant sklaidai atsparius impulsinius pluoštus, žinomas dėl savo asimetrinio spektrinio skirstinio, kuris kelia problemų pritaikymui lazerinėse taikymo srityse. Kitas pusiau analitinis modelis tokioms bangoms yra Bessel-X bangų modelis [2, 3], kuris turi simetrinį spektrinį skirstinį ir yra dažnai naudojamas eksperimentuose. Tačiau šis modelis tinkamas tik vidutiniams sklaidimo kampams ir trukmei. Be to, difrakcijai atsparūs pluoštai turi topologinius krūvius, kurie siejami su optiniais sūkuriais, kurie sklinda pluošto centre. Šie sūkuriai yra faziniai singularumai ir gali būti stebimi kaip tamsūs taškai ir matuojami naudojant interferometriją. Didinant skaitinę apertūrą, šie sūkuriai kinta į įvairius poliarizacinius singularumus ir sudėtingesnes topologines struktūras.

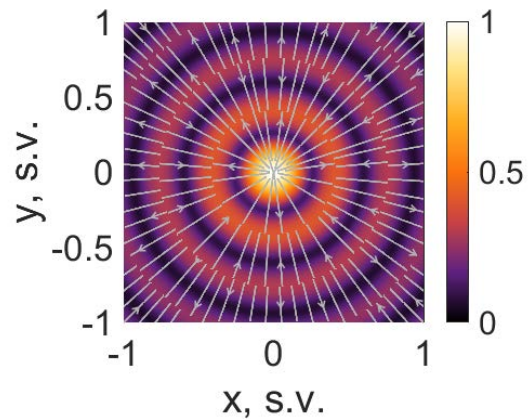


1 pav. Intensyvumo pasiskirstymas azimutinės poliarizacijos Bessel-X atveju. Baltos rodyklės atvaizduoja poliarizacijos kryptį. Topologinis krūvis  $m=0$ .

Šiame tyrime naudojame analitines išraiškas vektoriniams sūkuriniams Bessel-X pluoštams. Pirmiausia išnagrinėjame tiesines poliarizacijas ir tada pereiname prie nehomogeniškai poliarizuotų vektorinių Bessel-X pluoštų, kurie turi azimutinės (žr. pav. 1) ir radialinės (žr. pav. 2) poliarizacijas.

Mes tiriamo Bessel-X bangų vektorinių savybių

poveikį elektromagnetinės bangos erdviniam profiliui ir impulso trukmei. Be to, mes nagrinėjame Bessel-X bangų plitimo (kūgio) kampo poveikį erdvinei struktūrai ir tiriamo vektorinius Bessel-X impulsus su įvairiais topologiniais krūviais.



2 pav. Intensyvumo pasiskirstymas radialinės poliarizacijos Bessel-X atveju. Baltos rodyklės atvaizduoja poliarizacijos kryptį. Topologinis krūvis  $m=0$ .

Tiesinės poliarizacijos Bessel-X impulso pagrindinė komponentė turi topologinį singularumą, tuo tarpu radialinės ir azimutinės poliarizacijos Bessel-X sūkuriai ( $m=1$ ) turi topologinių singularumų perėjimą nuo fazinio singularumo į poliarizacinį singularumą. Tiesinės ir radialinės/azimutinės poliarizacijos Bessel-X impulsų vektorinė struktūra keičia FWHM trukmes [4]. Šis efektas tampa ryškesnis, kai situacija tampa neparaksialinė didėjant kūgio kampui  $\theta$ . Šios priklausomybės dinamika yra sudėtinga ir skirtinga tiesinėms bei radialinėms/azimutinėms poliarizacijoms.

*Reikšminiai žodžiai:* Azimutinė, radialinė poliarizacija, vektoriniai pluoštai, Bessel-X

### Literatūra

- [1] JY. Lu, J. F. Greenleaf. "Nondiffracting X waves-exact solutions to free-space scalar wave equation and their finite aperture realizations." IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control 39.1 (1992): 19-31
- [2] P. Saari, H. Sönajalg. "Pulsed bessel beams." Laser Physics 7.1 (1997): 32-39.
- [3] H. Sönajalg, M. Rätsep, P. Saari. "Demonstration of the Bessel-X pulse propagating with strong lateral and longitudinal localization in a dispersive medium." Optics letters 22.5 (1997): 310-312.
- [4] K. Laurinavičius, S. Orlov, A. Gajauskaitė. "Azimuthally and Radially polarized pulsed Bessel-X vortices." Optik 270 (2022): 169998.