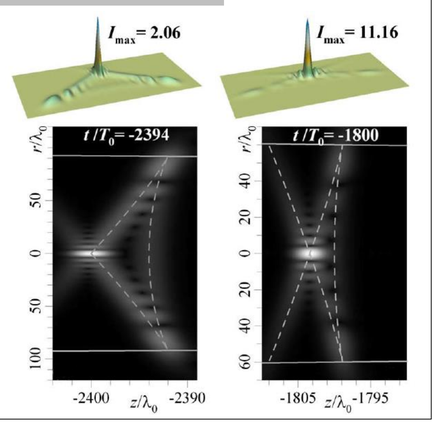
SZTE Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék

Femtoszekundumos impulzusok fókuszálása és elhajlása

Szférikus aberráció



Az ultrarövid lézerimpulzusokat alkalmazó kísérletek majdnem mindegyike igényli a fény fókuszálását, hiszen így érhető el a vizsgált fizikai folyamatokhoz szükséges fényintenzitás. A fókuszálás folyamata azonban jelentősen befolyásolhatja a fényintenzitás eloszlását a fókuszpont környezetében. Ennek forrása nem csak a fókuszáló elem esetleges hibája, hanem inherensen kapcsolódik a fény hullámtermészetéhez, annak elhajlásához, más néven diffrakciójához. A kutatások célja, hogy magyarázatot adjon a fókuszáláskor fellépő jelenségekre, ezek nemkívánatos hatásainak elkerülésére optimalizálási lehetőségeket keressen, vagy éppen új fizikai jelenségekre mutasson rá.

Az elméleti vizsgálatok mellett fontos a megjósolt folyamatok kísérleti igazolása is. Kutatásaink célja így a legtöbb esetben kísérleti oldalról is ellenőrizni a számolások eredményeit. Az általunk méréssel nem tanulmányozott, de numerikusan modellezett jelenséget sok esetben a világ más kutatócsoportjai igazoltak kísérletileg.

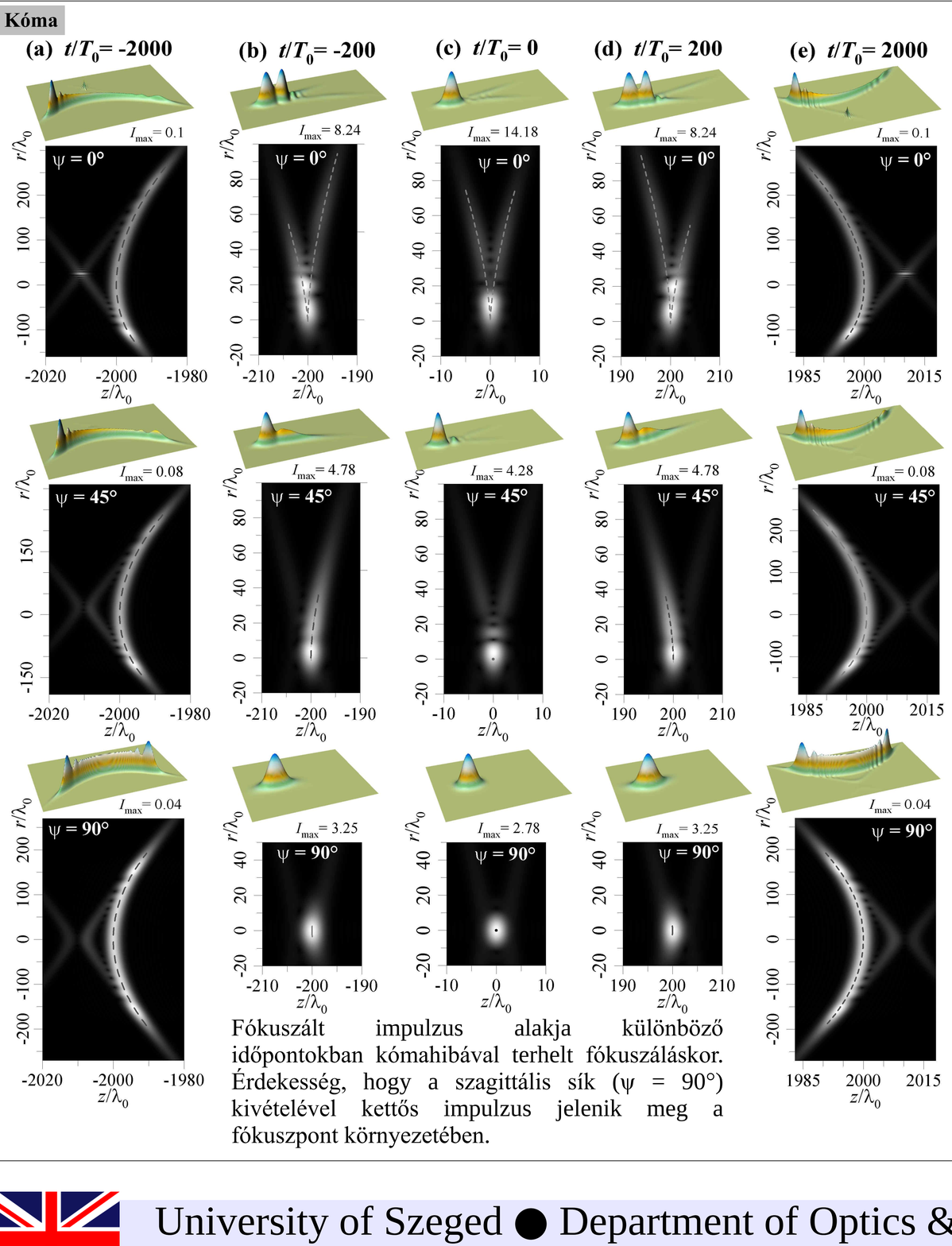
Kutatásaink jelenleg elsősorban a fókuszált ultrarövid lézerimpulzusok vivő-burkoló fázisának változásaira irányulnak. Ebben az esetben is célunk a kísérleti vizsgálat.

Kutatási módszerek, főbb kutatási területek

Kutatásaink alapja elméleti vizsgálataink nagy részében a fény skaláris diffrakcióelmélete, amellyel az alábbi jelenségeket vizsgáljuk:

- Monokromatikus leképezési hibák
- Szélihullám-impulzus
- Elsődleges aberrációk okozta impulzusfront-torzulás
- A kromatikus hiba hatása a fókuszált impulzus alakjára
- Fókuszált ultrarövid impulzusok vivő-burkoló fázisának változása a fókuszpont környezetében
- A vivő-burkoló fázis manipulálása

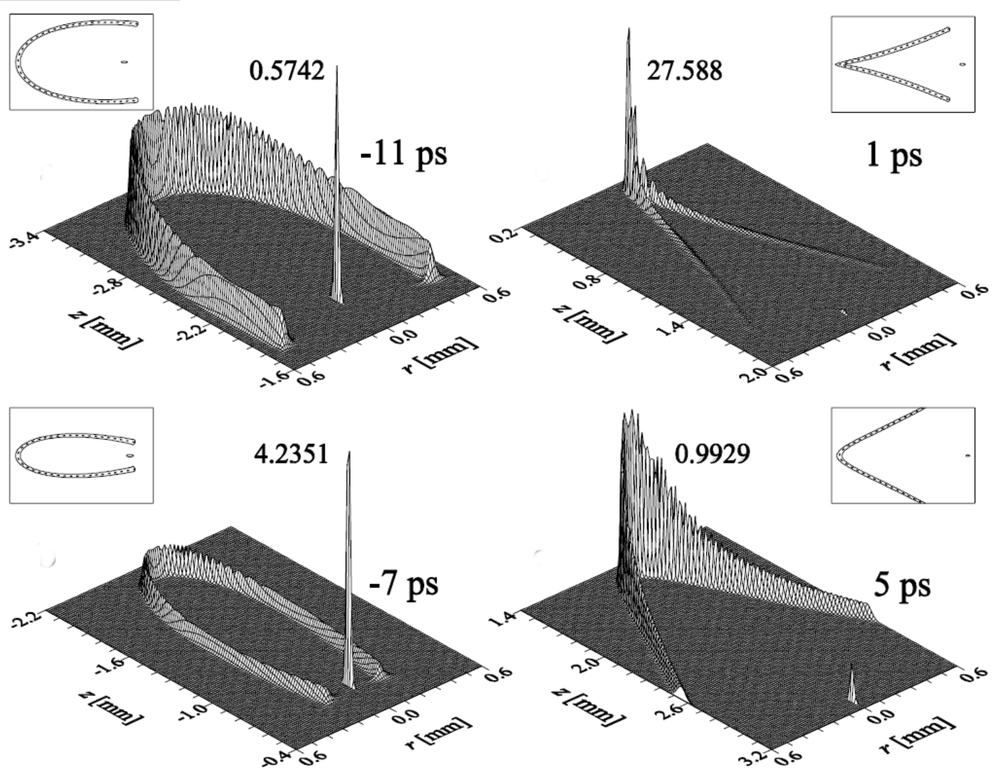
Kóma



Fókuszált impulzus alakja különböző időpontokban kómahibával terhelt fókuszáláskor. Érdekesség, hogy a szagittális sík (ψ = 90°) kivételével kettős impulzus jelenik meg a fókuszpont környezetében.

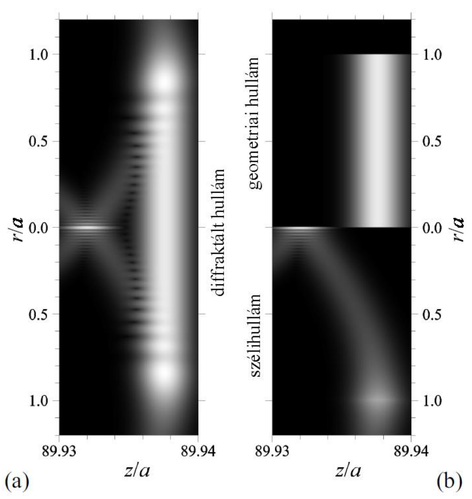
Eredmények, érdekességek

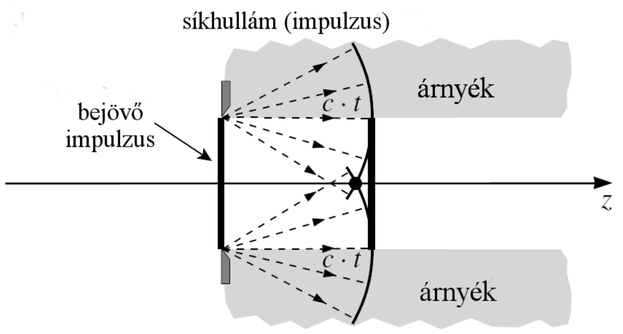
Kromatikus aberráció



Kromatikus aberrációval rendelkező lencsén áthaladó rövid fényimpulzus térbeli intenzitáseloszlása fókuszpont közelében homogén megvilágítás esetén. Jól látható a Young-elmélet által megjósolt szélihullám-impulzus megjelenése, valamint az impulzus kromatikus hiba okozta „befűződése” is.

Szélihullám





Síkhullám elhajlása kör alakú nyíláson. Az ábrán jól látható, hogy a nyílás mögött észlelhető intenzitáseloszlás a zavar nélkül továbbterjedő geometriai hullám és a nyílás szélén elhajló hullám (szélihullám) interferenciájaként jön létre.

Együttműködések, projektek

- Fókuszált ultrarövid impulzusok vivő-burkoló fázisának vizsgálata - Miguel A. Porras (Universidad Politécnica de Madrid).
- Fókuszált femtoszekundumos impulzusok alakjának mérése spektrális interferometriával - TeWaTi-laboratórium

University of Szeged ● Department of Optics & Quantum Electronics

Focusing and diffraction of femtosecond pulses

Main research projects of the group:

- Investigations on boundary wave pulse
- Pulse front distortions caused by primary aberrations
- The effect of chromatic aberration on focused ultrashort pulses
- Carrier-envelope phase shift of focused pulses
- Carrier-envelope phase shift manipulation in the focal region

Collaborations:

- Carrier-envelope phase studies in collaboration with Miguel A. Porras (Universidad Politécnica de Madrid).
- Pulse shape measurements using spectral interferometry with TeWaTi-laboratory

Our most important studies in the last years:

- Z. L. Horváth, B. Major, A. P. Kovács, Zs. Bor: “Pulse front distortions caused by primary aberrations”, Journal of the Optical Society of America B 30(7), 1853-1863 (2013)
- Miguel A. Porras, B. Major, Z. L. Horvath: „Carrier-envelope phase shift of few-cycle pulses along the focus of lenses and mirrors beyond the non-reshaping pulse approximation: the effect of pulse chirp”, Journal of the Optical Society of America B 29(12), 3271-3276 (2012)
- M. A. Porras, Z. L. Horvath, B. Major: “On the use of lenses to focus few-cycle pulses with controlled carrier-envelope phase”, Applied Physics B 108(3), 521-531 (2012)
- Z. L. Horváth, J. Klebniczki, G. Kurdi, A. Kovács: “Experimental investigation of the boundary wave pulse”, Optics Communications 239, 243-250 **(**2004**)**

Kutatócsoport-vezető:

Dr. Horváth Zoltán

Z.Horvath@physx.u-szeged.hu

http://www.staff.u-szeged.hu/~horvathz/

ÚJ SZÉCHENYI TERV

Nemzeti Fejlesztési Ügynökség www.ujszechenyiterv.gov.hu 06 40 638 638

MAGYARORSZÁG MEGÚJUL

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.