

# Nanoplazmonikus Lézeres Fúzió Kutatólaboratórium

A szervezeti oldal

**T.S. Biró** – NAPLIFE kollaboráció<sup>1,2,3,4,5,6</sup>

<sup>1</sup>ELKH  Fizikai Kutatóközpont, Budapest

<sup>2</sup>University of Bergen, <sup>3</sup>Szegedi Egyetem, Kvantumoptika Tsz. <sup>4</sup>Budapesti  
Műszaki Egyetem, Elektrotechnika Tsz. <sup>5</sup>Debreceni Egyetem, Fogorvosi Kar,

<sup>6</sup>ELKH Energiakutató Központ, Budapest

## Céljaink

- Lézeres femtoszekundumos egyszerre begyűjtással instabilitás elkerülése
- Nanotechnológia céltárgy készítés egyidejű begyűjtáshoz
- Lézeres energiaközlés rövid impulzussal, 2 nyalábbal
- Spektroszkópia, termék-kimutatás
- Elméleti számolások: energiaátadás, hozam, időzítés

# 1. technika: Mágneses bezárás

Forró plazma: 150 M K;

Mágneses terek: tórusz (tokamak), csavart (sztellarátor)

Stabilizálás: szupergyors videó felügyelet

Lawson kritérium: elérve 2000-ben 10-20 másodpercre

Instabilitások: önmagát lefojtja jó esetben

## 2. Technika: Tehetelenségi fúzió a NIF-nél

Rövid pulzus mód (10-20 ns tömörítés, 5 ns begyújtás)

Lézeres begyújtás a target legközepén (10 kJ ért oda, 14 kJ-t termelt)

Gömbszerű, soklézeres (NIF: 192 lézer á 1.8 MJ, csúcs 500 TW ps)

Raleigh-Taylor instabilitás

Lawson kritérium: a target közepén teljesül, de az égés lassan terjed kifelé, a tágulás a nagy nyomás miatt gyors, így a target nagy része nem gyullad meg

## 3. Technika: ötleteink

### Tervezett rétegek egyidejű begyűjtással

- Vékony ( $20 \mu$ ) 2D rétegre: egymással szemben két szinkronizált nyaláb.
- Fém nanogömbök vagy rudacskák: a target közepén növelni az abszorpciót.
- $n$ -termelés  $\gamma$  nélkül, proton - plazmonból.
- Hőmérséklet helyett wake-field gyorsítás.

# A projekt beadott mérföldkövei

## Első lépés: a két alapelv igazolása nem fúziós targeten.

- 1 Nanorészecskék: sűrűség, alak, méret optimalizálása
- 2 Lézer: egy- és kétoldali lövések, pulzushossz, intenzitás
- 3 Spektroszkópia: SERS, CH és CD vonal vizsgálata, LIBS
- 4 keletkezik-e neutron a céltárgyban

## Második lépés: fúziós target az ELI-ALPS-nál.

# A csapat (kb. 30 fő)

2021 január

- Projekt felelős (Biró Tamás), asszisztens (Szeledi Anett), pénzügyes (Szeledi Anett), könyvelő (Dömötör Antónia)
- Tudományos tanácsadók (Kroó Norbert<sup>1</sup>, Csernai László<sup>1</sup>)
- Lézeres csapat (Rácz Péter, Aladi Márk, Kedves Miklós, Dombi Péter<sup>2</sup>)
- Spektroszkópia (Veres Miklós, Rigó István, Holomb Román, Nagyné Szokol Ágnes, Galbács Gábor)
- Nanotechnológia (Bonyár Attila, Petrik Péter, Szalóki Melinda, Borók Alexandra)
- Numerika (Csete Mária, Tóth Emese, Fekete Olivér, Vass Dávid, Szenes András, Papp István<sup>1</sup>, Földi Péter, Bánhelyi Balázs, Czirják Attila )

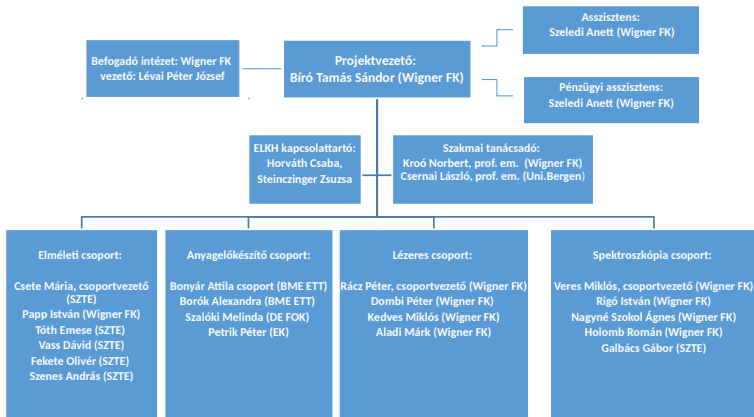
---

<sup>1</sup> szabadalmi bejegyzés,

<sup>2</sup> tanácsadó, ELI kapcsolat

# Lab Structure

## organogram





## Foglalkoztatási helyzet

- WFK teljes munkaidő: 3 fő, 2 postdoc állás hirdetve
- WFK részmunkaidő: 7 kutató, 2 pénzügyes
- Megbízás külsősöknek: SZTE 9, EK 1, BME 2, DE 1
- Érdeklődő, nem fizetett kollégák: 3
- ELKH segítők: 2, PIT: 5, SZTB: 2

# Külföldi partner intézetek

## és kollégák

- Frankfurt Institute for Advanced Studies, Frankfurt am Main, Germany (Prof. Dr. Horst Stoecker, Dr. Leonid Satarov, Dr. Anton Motorenko)
- Extreme Light Infrastructure, ELI-NP, Magurele, Romania (Dr. Etele Molnar)
- University of Oslo, Oslo, Norway (Prof. Dr. Larissa Bravina, Dr. Evgeny E. Zabrodin)
- University of Bergen, Bergen, Norway (Prof. Dr. Laszlo P. Csernai, Prof. Dr. Rolf K. Eckhoff)
- Natl. Res. Ctr., Kurchatov Inst., Moscow, Russia (Prof. Dr. Igor N. Mishustin)
- Fellow of Los Alamos National Laboratory, NM, USA (Prof. Dr. Daniel D. Strottman)
- Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA, USA (Dr. Csaba Toth)
- Purdue University, West Lafayette, IN, USA (Prof. Dr. Denes Molnar)

# A NAPLIFE szerzői kollaboráció

A legutóbbi cikk példáján

## Laser Wake Field Collider

I.Papp, L.Bravina, M.Csete, I.N.Mishustin, D.Molnar, A.  
Motornenko, L.M. Satarov, H. Stöcker, D.D. Strottman, A.  
Szenes, D. Vass, T.S. Biró, L.P. Csernai, N. Kroó

arxiv: 2009.03686 [v4: 2021. jan. 11. ]

accepted in *Physics Letters A*.

# Válogatott publikációk ebben a témakörben

a projektben résztvevő személyek társszerzőségével

- 1 Csernai, L.P., Kroó and Papp, I. (2017). Procedure to improve the stability and efficiency of laser-fusion by nano-plasmonics method. Patent Note # P1700278/3 at the Hungarian Intellectual Property Office.
- 2 L. P. Csernai, M. Csete, I. N. Mishustin, A. Motornenko, I. Papp, L. M. Satarov, H. Stöcker, N. Kroo, Radiation dominated implosion with flat target, arXiv:1903.10896v3 and Physics of Wave Phenomena 28 (3) 187-199 (2020).
- 3 L.P. Csernai, Detonation on a time-like front for relativistic systems, Zh. Eksp. Teor. Fiz. 92, 379- 386 (1987).
- 4 L.P. Csernai and D.D. Strottman, Volume ignition via time-like detonation in pellet fusion, Laser and Particle Beams 33, 279 (2015).
- 5 L.P. Csernai, N. Kroo, and I. Papp, Radiation dominated implosion with nano-plasmonics, Laser and Particle Beams 36, 171 (2018).
- 6 Lednický, Tomáš; Bonyár, Attila; Large Scale Fabrication of Ordered Gold Nanoparticle–Epoxy Surface Nanocomposites and Their Application as Label-Free Plasmonic DNA Biosensors; ACS APPLIED MATERIALS and INTERFACES 12 (4) 4804-4814 (2020).
- 7 Bonyár, A ; Csarnovics, I ; Veres, M ; Himics, L ; Csik, A ; Kámán, J ; Balázs, L ; Kökényesi, S; Investigation of the performance of thermally generated gold nanoislands for LSPR and SERS applications, SENSORS and ACTUATORS B-CHEMICAL 255, 433-439 (2018).
- 8 N. Kroó & P. Rácz, Plasmonics - The Interaction of Light with Metal Surface Electrons, Laser Physics 26, 084011 (2016).
- 9 L. P. Csernai, N. Kroó, I. Papp and D. D. Strottman, Nanoplasmonic laser fusion response to Földes and Pokol, Laser and Particle Beams 39, 123 (2020), <https://doi.org/10.1017/S0263034620000348>
- 10 István Papp, Larissa Bravina, Mária Csete, Igor N. Mishustin, Dénes Molnár, Anton Motornenko, Leonid M. Satarov, Horst Stöcker, Daniel D. Strottman, András Szenes, Dávid Vass, Tamás S. Biró, László P. Csernai, Norbert Kroó, (NAPLIFE Collaboration), Laser Wake Field Collider, arXiv-2009.0368

# Beadott terveink

plusz alprojektekkel

5 évre terveztünk (v 2.0):	1.600 M Ft; nem egyenletesen.
Vírus RNS és DNS detektálás Raman diagnosztikával:	100 M Ft
Wigner FK lézeres + elméleti + Raman + tanácsadók:	400 M Ft
BME + DE + EK nanotechnológiás céltárgy csapat:	200 M Ft
SZTE kvantumoptika elméleti csapat:	100 M Ft
Optika beruházás és dologi költség:	800 M Ft

# Történet sor

## Első év, feltételek, kilátások

NKFIH támogatás, nemzeti lab program, 2020 kezdete; döntés értesítés 09.28.

Státuszunk: "kutatólaboratórium"

A támogatás első részlete (115 MFt) 2021.06.30.-ig költhető

3 havonta szakmai és pénzügyi beszámolás, évente felülvizsgálati döntés

Projektirányító testület: Szabó Gábor (elnök), Varga Dezső (titkár), Szabó István (NKFIH delegált), Citrovszky Aladár, Nagy Imre

ELKH kapcsolattartók: Nikodémusz Antal, Horváth Csaba, Steinczinger Zsuzsa

# Előzetes munka

ELKH 2020 külön támogatások 20+10+10 MFt

- 1 Egyirányú belövés polimer targetre, Au nanorudak
- 2 Optikai asztal + vákumkamra setup a kétirányú belövéshez
- 3 UDMA + Au nanorudak, 7 x (2-3) mikron rétegek, össz. 20 mikron
- 4 Energia abszorpció szimulációk a kísérleti paraméterekkel
- 5 Elektromos és mágneses mező számítások közegben, relativisztikusan
- 6 Felületerősített Raman spektroszkópia, strukturális változás, CH és CD csúcsok

# Miért éri meg?

## kutatási perspektíva

- A fúziós energiatermelés egyik zavaró instabilitását megkerülhetjük az egész target egyidejű begyűjtésével.
- Ezt nanorészecske-sűrűségprofil kialakításával keressük.
- Nagyon kis mennyiségek detektálása felületerősített Raman spektroszkópiával, LIBS-szel és tömegspektrométerrel.