



Az ELI-ALPS lézerei és kutatási infrastruktúrája

Osvay Károly

Kutatási Technológiai Igazgató
ELI-ALPS, ELI-HU Non-Profit Ltd.
2018. március 14.
Szeged



Európai Unió
Európai Regionális
Fejlesztési Alap



BEFÉKTETÉS A JÖVŐBE

Fotonika – - az EU egyik kulcstechnológiája

PHOTONICS –
Our Vision for a
Key Enabling Technology
of Europe

 PHOTONICS²¹

Globális fotonikai piac~ 500 milliárd euró

Európa:
teljes részesedés 20%, kulcsszektorokban
akár 55%-ra is emelkedik
(ipari és kutatási lézerek)

~300 000 munkahely (főleg közép- és
kisvállalkozások)

Becsült éves növekedés > 6.5%,
ez 2-3-szorosa az európai GDP-növeke-
désnek, és magasabb, mint a világpiac
növekedése.

30 000 új munkahely létesült 2008 és
2011 között

Európában: a lézeres kutatóhelyek 60%-a (!)

Mi az ELI?



- A világ első olyan **nemzetközi lézeres kutatóberendezése**, amely egyedülálló tudományos és kutatási lehetőségeket biztosít nemzetközi felhasználóknak

“A lézeres kutatás CERN-je”



- három (csehországi, magyarországi és romániai) egységből álló, **megosztott kutatóberendezés**

- az első olyan ESFRI-projekt, amely **az új EU-államokban** épül



- új, kombinált finanszírozási modell **úttörője**: az implementációs szakaszban strukturális alapok (ERDF), a működési szakaszban ERIC-hozzájárulások

AZ ELI pillérei

ELI-DC Brüsszel

A három kutatóközpont megvalósításának koordinálásáért felelős konzorcium

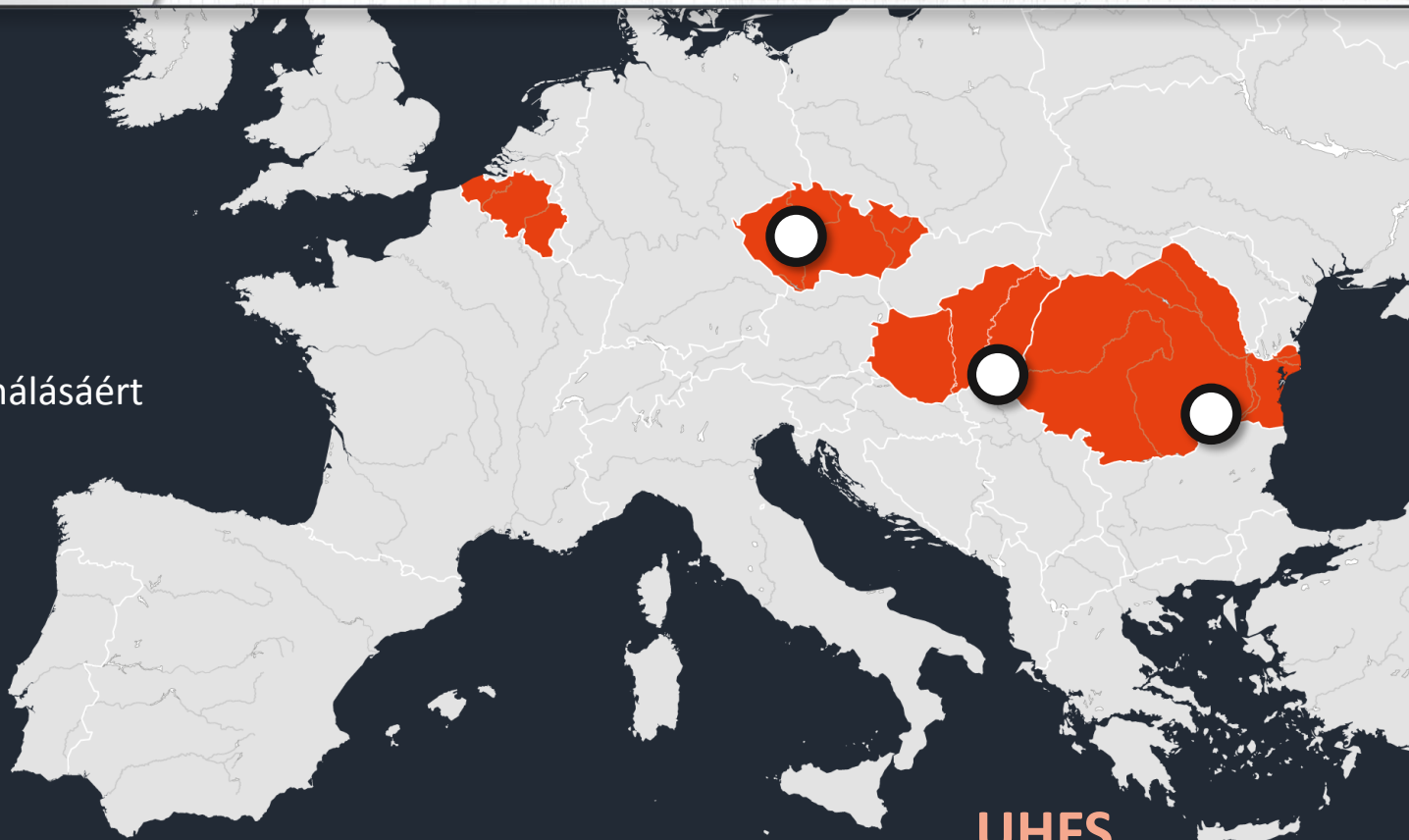
ELI-ALPS Szeged
Magyarország
Nagy ismétlési
frekvenciájú ultragyors
lézerimpulzusok

ELI-BL Dolny Brezany
Cseh Köztársaság
Ultrarövid röntgen-
impulzusok előállítása,
részecskegyorsítás

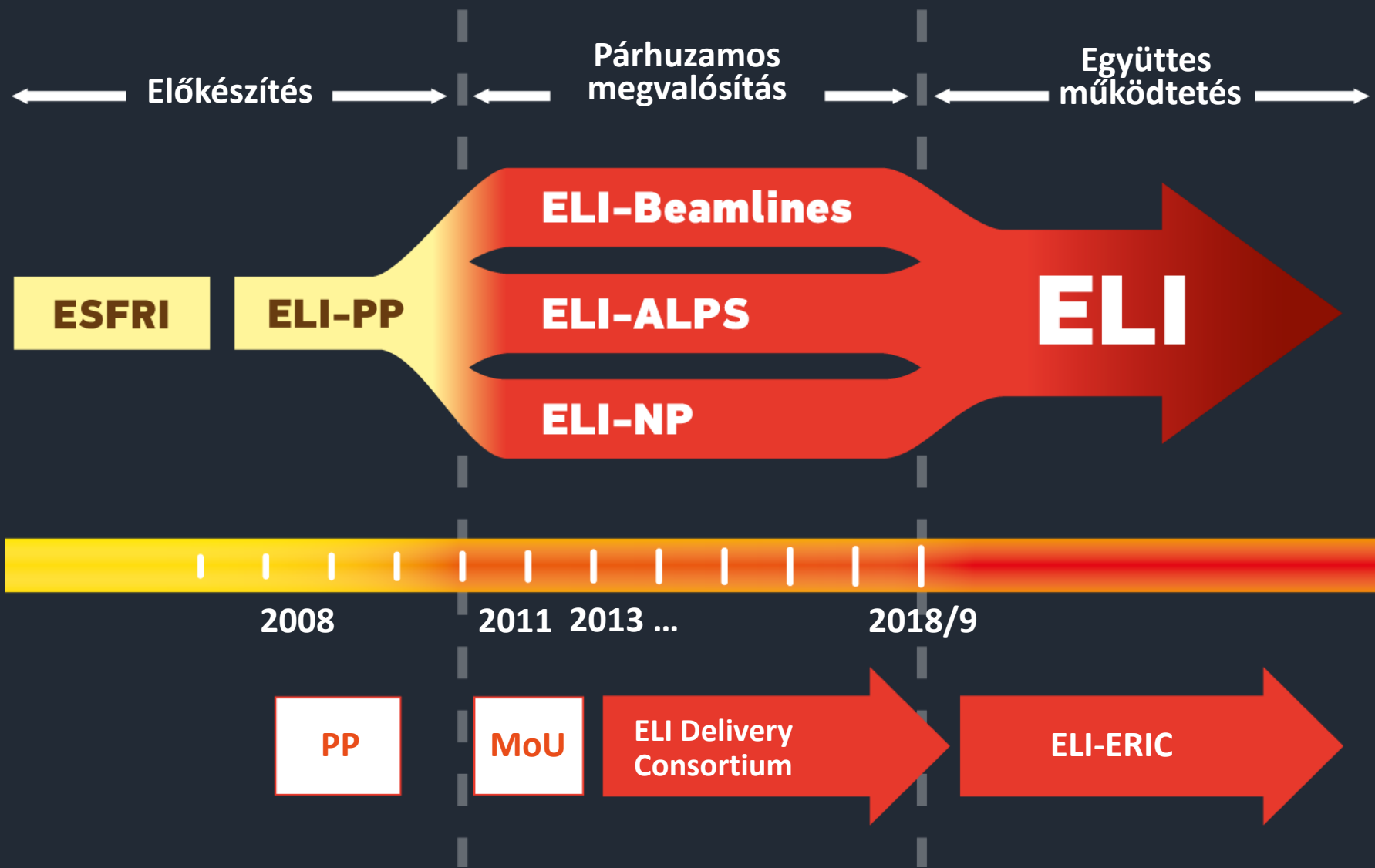
ELI-NP Magurele
Románia
Ultraerős optikai és
gamma-impulzusok

UHFS

Ultragyors energiájú
terek tudománya,
minden eddiginél
erősebb lézertér
(a helyszínről később
döntenek)

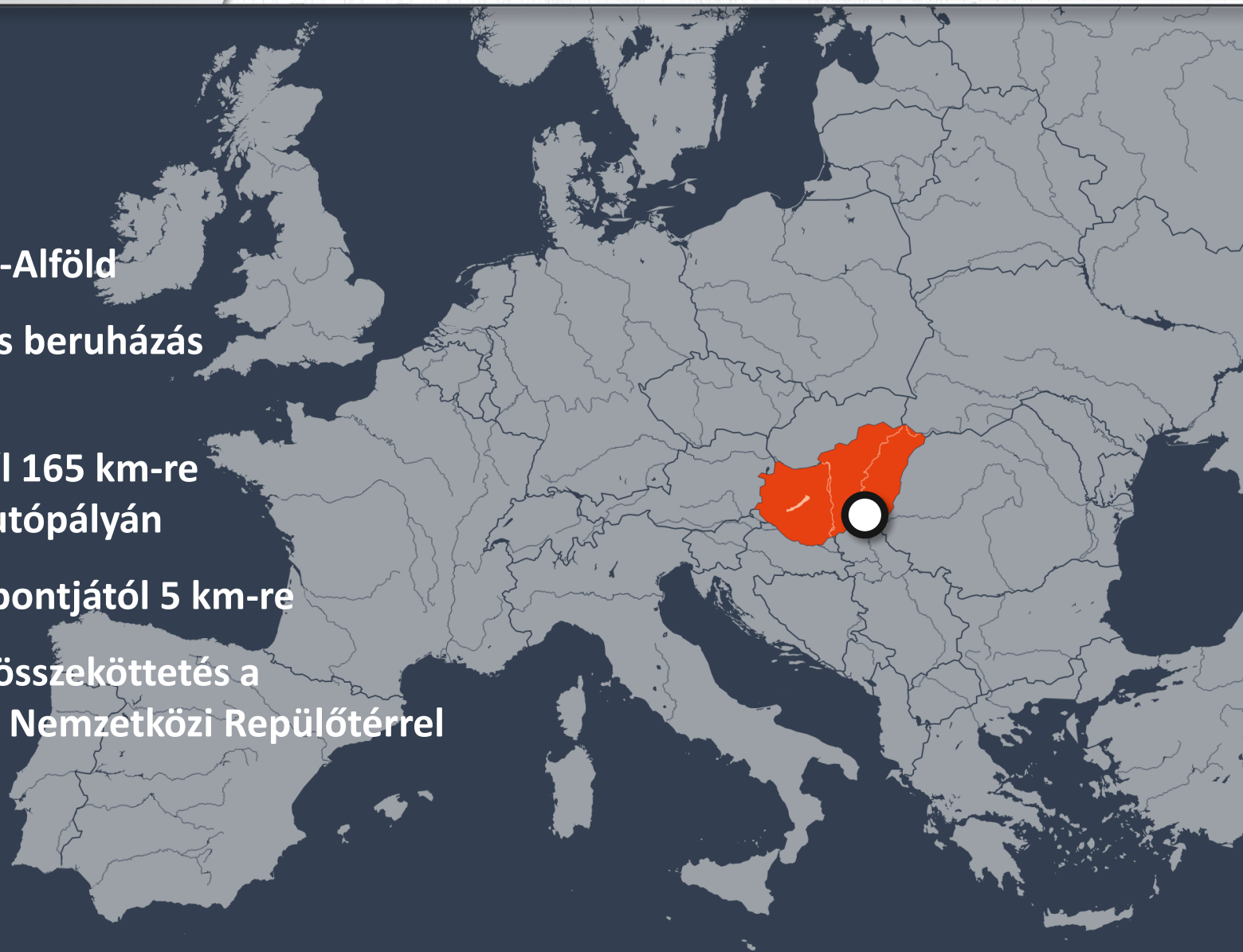


Az ELI-ütemterv



Szeged

- Szeged, Dél-Alföld
- Barnamezős beruházás
100 / 10 ha
- Budapesttől 165 km-re
az M5-ös autópályán
- Szeged központjától 5 km-re
- Autópálya-összeköttetés a
Liszt Ferenc Nemzetközi Repülőtérrel





ELI-ALPS TERÜLETE



A projekt előrehaladása

Mérföldkövek

Előkészítési
fázis

8,4 milló euró



Nagyprojektek
I. és II. fázis

231,3 milló euró

Az első
„user”-ek
fogadása

Scientific Case
v1.0

Kutatási
technológia
megvalósíthatósági
tanulmánya

2. sz.
Előkészítési projekt

Scientific Case
v2.0

Nagyprojekt 2. fázisa
Megvalósítás

Nagyprojekt 1. fázisa
Megvalósítás

2011
1. sz.
Előkészítési Projekt

Magyarország Kormánya
kötelezettséget vállal a
projekt megvalósításáért

Építkezés kezdete

Az Európai Bizottság jóváhagyja a Nagyprojektet

2. fázis kormányzati jóváhagyása,
EU-hoz benyújtás

Részleges működés
kezdete

2018

2017

2016

2015

2014

2013

2012

- 1) Extrém-ultraibolya és röntgen tartományban **femto- és attoszekundumos impulzusok** előállítása elektronok dinamikájának atomokban, molekulákban, plazmákban és szilárd anyagokban attoszekundumos időskálán történő vizsgálatához.

ATTOSZEKUNDUMOS Nyalábok és Felhasználói Létesítmény

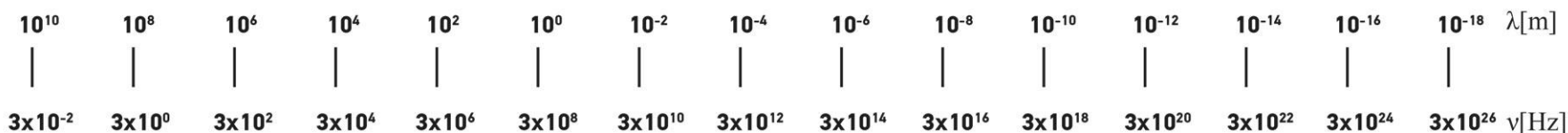
- 2) A nagy átlagteljesítményű, nagy intenzitású lézerek kifejlesztésében való részvétel

E **Extreme**
L **Light**
I **Infrastructure**

Extrém
Fény
Berendezés

A **Attosecond**
L **Light**
P **Pulse**
S **Source**

0, 000 000 000 000 000 001 s
 fény
 impulzus
 forrás



Hosszúhullám

AM
Rádióhullám

FM

Mikrohullám

IR

Röntgen-
sugárzás

UV

Gamma-
sugárzás

Kozmikus
sugárzás



1. Lézerek fejlesztése
2. Másodlagos források kutatása, fejlesztése
3. Atom, molekula-, nanofizikai kutatások
4. Alkalmazott kutatások: biomedicina, anyagtudomány
5. Ipari alkalmazások

Az idő rövid története

Attofizika



as 10^{-18} s

fs 10^{-15} s

ps 10^{-12} s

ns 10^{-9} s

ms 10^{-6} s

ms 10^{-3} s

10^0 s

10^3 s

10^6 s

10^9 s

10^{12} s

10^{15} s

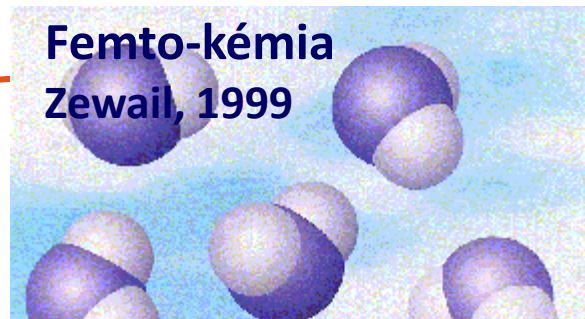
10^{18} s

Szem

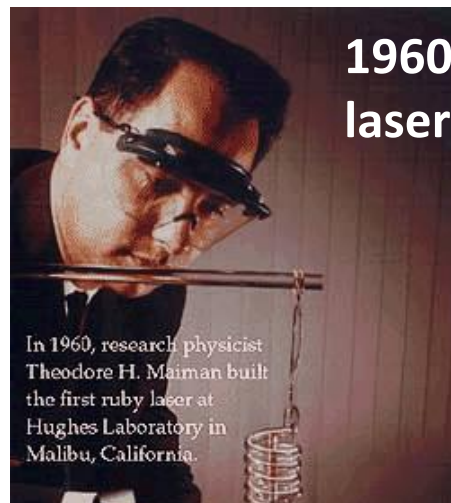
Ember

Univerzum

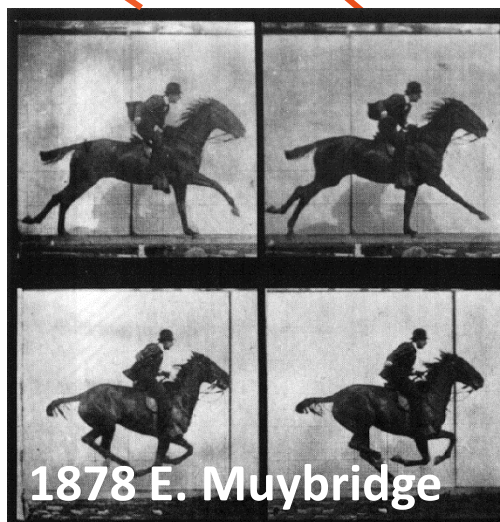
Femto-kémia
Zewail, 1999



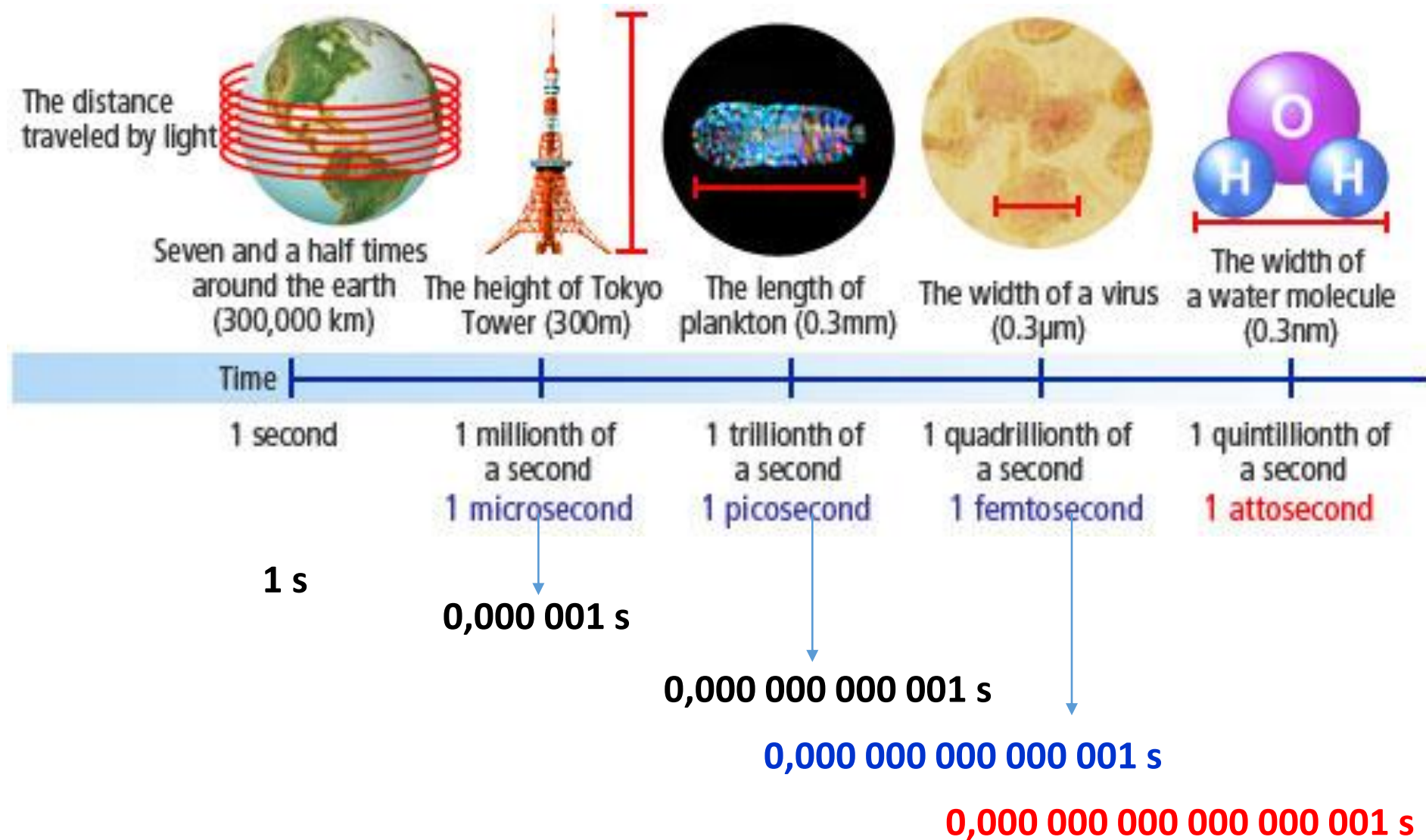
1960
laser



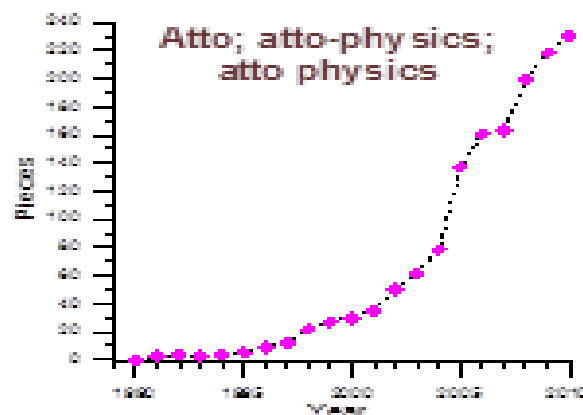
Ultragyors fényképezés



A „pillanat” mértéke



Az attoszekundum rövid története



MPQ
NRC
FORTH
CEA

Krausz
Corkum
Charalambidis
Salières

Rhodes

Charalambidis Krausz, Agostini

1981

1999 2001

2018

Az időfelbontásos vizsgálat lényege

**Az atomok, molekulák mozgó elektronjainak „megvilágítása”,
a folyamatok nyomon követése**

Szemléltetés:

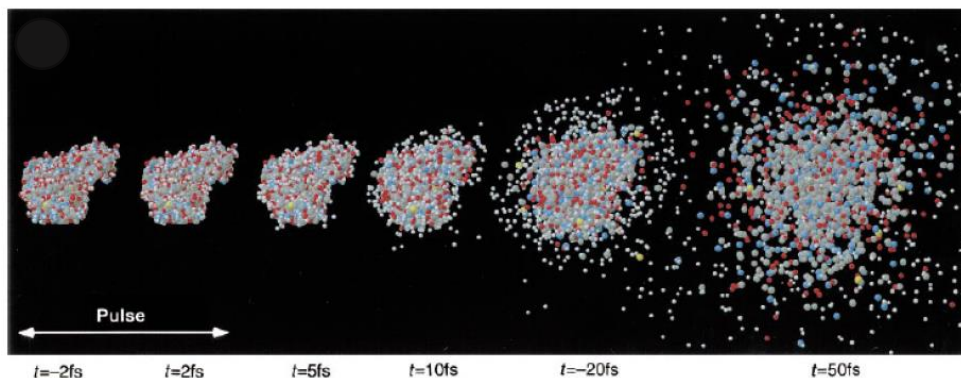


Tóth-Szöllős András

A gigászi vaku – egy TW lézerrendszer

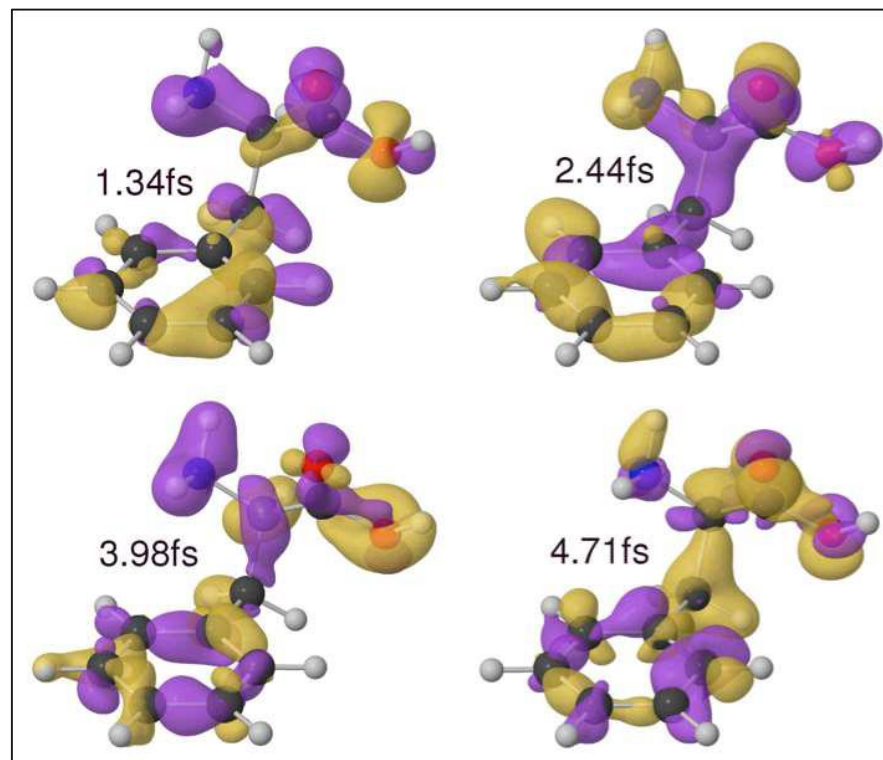


Krypton atom



Fehérje dezintegrációja – időben követve

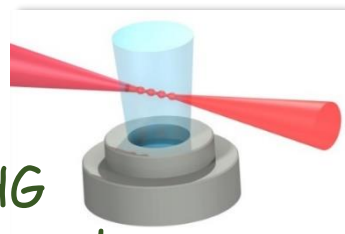
Fenilalanin aminosav



Elsődleges (lézer) fényforrások

Másodlagos források
(harmonics, particles, THz, etc.)

Kísérleti állomások



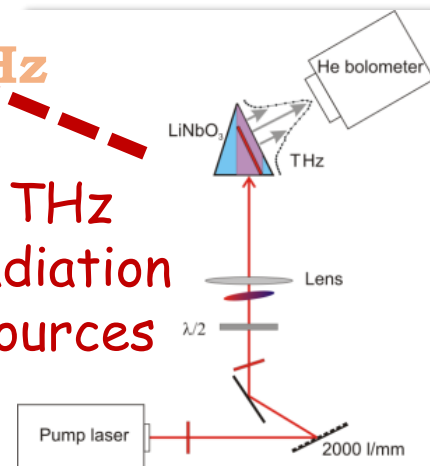
GHG
attosecond
sources

**Attoszekundumos
Fényforrások**

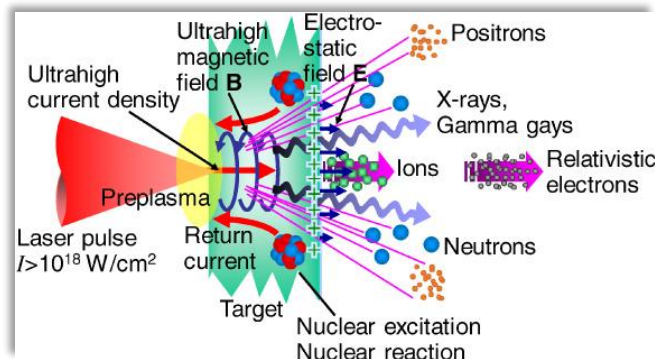
Részecske és THz
források



THz
radiation
sources



SHHG
attosecond
sources



(Lézeres)
elektron és
ion gyorsítás

Az ELI-ALPS kutatási berendezései

Elsődleges források
(lézernyalábok)

Másodlagos források
(attoszekundumos impulzusok,
részecskék, THz, MIR)

Kísérletek

Nagy ismétlési frekvenciájú (HR) lézer:

2019-20-ra: 100 kHz, > 5 mJ, < 6 fs, VIS-NIR, CEP
2017-ben: 100 kHz, > 1 mJ, < 6,2 fs, VIS-NIR, CEP

Közép-infravörös (MIR) lézer:

2024-25-re: 10 kHz, > 10 mJ, < 2 cycles, 4 μm -8 μm
2017-ben: 100 kHz, >150 μJ , <4 cycles, 2.3 μm -3.8 μm

Terahertz pumpalézer:

2020-21-re: 100 Hz, > 1 J, < 0.5 ps, 1.5 μm -2 μm
2018-ra: 50 Hz, > 500 mJ, < 0.5 ps, 1.03 μm

Egyciklusú (SYLOS) lézer:

2019-20-ra: 1 kHz, >100 mJ, < 5 fs, VIS-NIR, CEP
2017-ben: 1 kHz, >45 mJ, < 10 fs, VIS-NIR, CEP

Nagyintenzitású (HF) lézer:

2024-25-re: 10 Hz, >2 PW, <10 fs
2018-ra: 10 Hz, >2 PW, <17 fs

Nyalábvezetés

Alacsony
árnyékolás

Közepes
árnyékolás

Magas
árnyékolás

Atto1: GHHG HR

Atto2: GHHG HR

Atto3: GHHG SYLOS

Atto4: GHHG SYLOS

MIR

THz1: spektroszkópia

THz2: nagyenergiájú

Atto5: SHHG SYLOS

Részecske1: e⁻ SYLOS

Atto6: SHHG HF

Részecske2: ion HF

Részecske3: e⁻ HF

Attoszekundumos
atom- és
molekulafizikai
vizsgálatok

Szilárdtestfizika

Nanofizika,
anyagtudomány

THz-es
spektroszkópia

Nagyfelbontású
képalkotás

Forrásfejlesztés

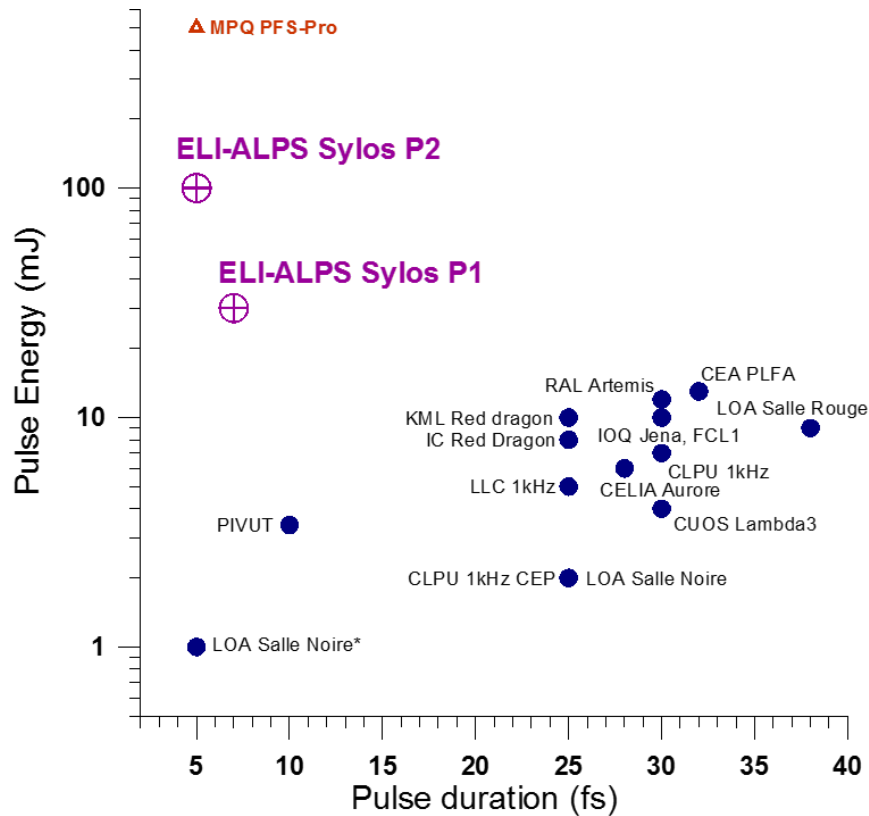
Plazmafizika

Sugárbiológia

Élenjáró (kísérleti) kutatáshoz

élenjáró lézerekre van szükség.

A SYLOS lézer vezető szerepe



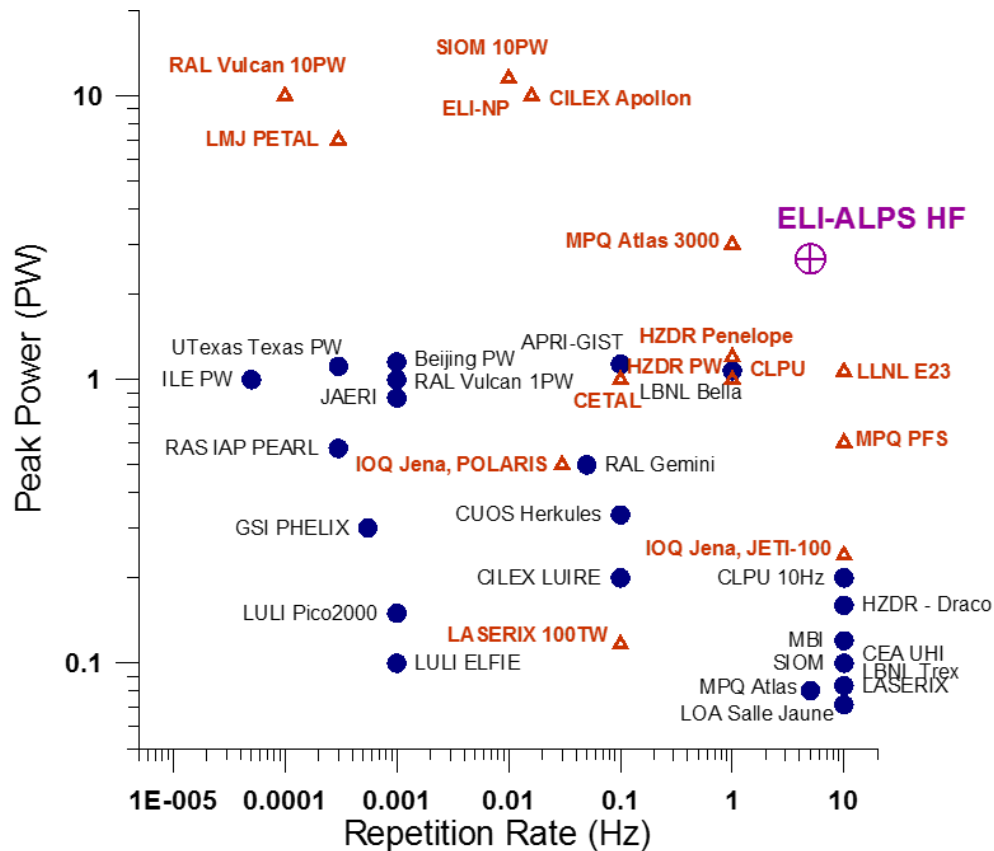
Kihívások az I fázisban:

- CEP stabilizálás
- Megfelelő optikák
- Diszperzió kompenzálás

Kihívások a II fázisban:

- **Pumpa lézer**
- Diszperzió kompenzálás

A HF PW lézer vezető szerepe



Kihívások:

- Megfelelő optikák
- Diszperzió kompenzálás
- Sáv szélesség - kontraszt

HR1 (100kHz, 1mJ, 2.2 cycles)

HR2 (100kHz, 5mJ, <2 cycles)

MIR (100kHz, 0.15mJ, <4 cycles)

ALIGNMENT laser for SYLOS experiments (10Hz, >40mJ, <40fs)

**SYLOS (one laser, going through gradual upgrades: 2A: 1kHz, 35mJ, 2 cycles;
2B: 1kHz, 100mJ, <2 cycles)**

HF PW (10Hz, 34J, 17fs)

THz pump 1 (1kHz, 7mJ, <0.4ps)

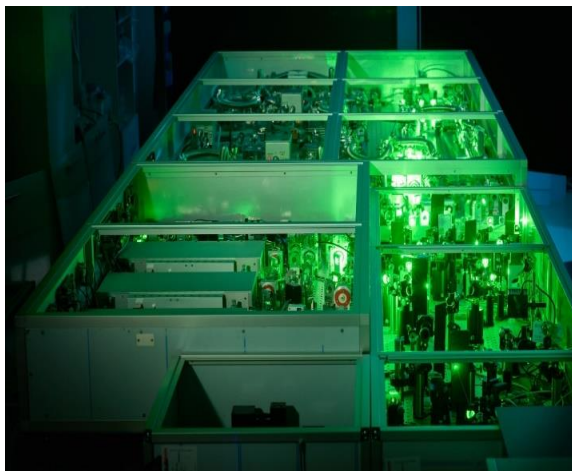
THz pump 2 (50Hz, 0.5J, 0.5ps)

SYLOS 1

Gyártó: Light Conv, EKSPLA, Lit

Állapot: végső teszt a gyártónál: 2017. március 6.

Várható beüzemelés (SYLOS 2A): 2019. február



HR 1

Fejlesztő: Active Fiber GmbH, Uni Jena, D

Állapot: végső teszt a fejlesztőnél: 2017. július

Beüzemelés: 2017. november

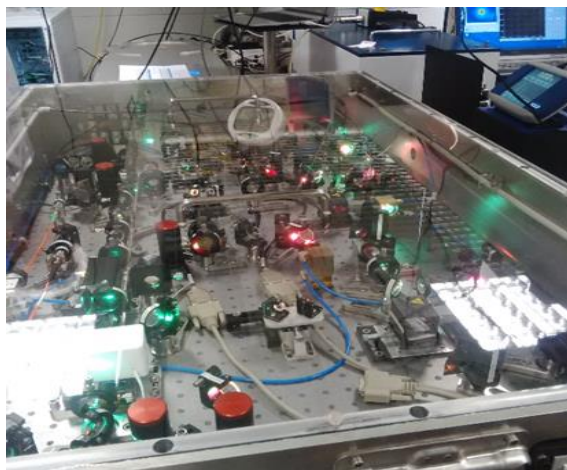


MIR

Fejlesztő: Fastlite, Fr

Állapot: végső teszt a fejlesztőnél: 2017. július 25.

Tervezett beüzemelés: 2017. október

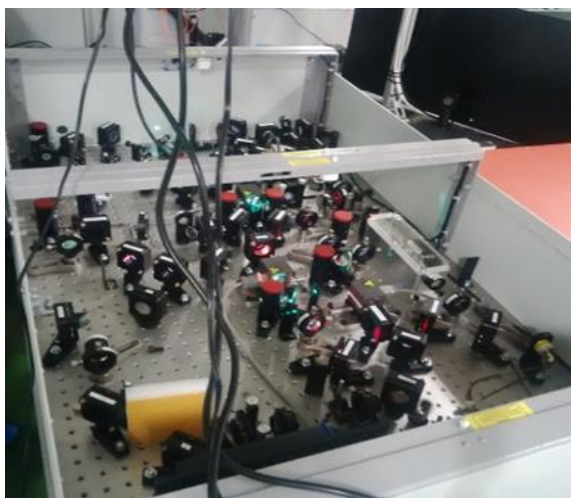


HF PW

Gyártó: Amplitude Tech, Fr

Állapot: végső teszt a gyártónál: 2017. november

Várható beüzemelés: 2019. október



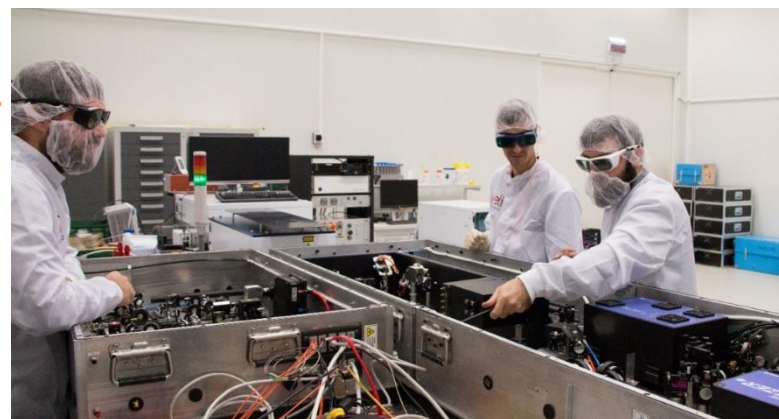
Már működő lézerek I (18.03.14.)

Mid-Infrared Laser: *completed*

Site acceptance: 27th October, 2017

Friendly user ready: 30th November 2017

External user ready: February 2018



Már működő lézerek II (18.03.14.)

HR1 Laser: operational

Partial site acceptance: 15th December, 2017

Friendly user ready: 15th January 2018

External user ready: February 2018



THz spectroscopy lab: under installation.

Partial site acceptance: 24 January, 2018

Friendly user ready: March 2018

External user ready: April 2018



Az ELI-ALPS kutatási berendezései

Elsődleges források
(lézernyalábok)

Másodlagos források
(attoszekundumos impulzusok,
részecskék, THz, MIR)

Kísérletek

Nagy ismétlési frekvenciájú (HR) lézer:

2019-20-ra: 100 kHz, > 5 mJ, < 6 fs, VIS-NIR, CEP
2017-ben: 100 kHz, > 1 mJ, < 6,2 fs, VIS-NIR, CEP

Közép-infravörös (MIR) lézer:

2024-25-re: 10 kHz, > 10 mJ, < 2 cycles, 4 μm -8 μm
2017-ben: 100 kHz, >150 μJ , <4 cycles, 2.3 μm -3.8 μm

Terahertz pumpalézer:

2020-21-re: 100 Hz, > 1 J, < 0.5 ps, 1.5 μm -2 μm
2018-ra: 50 Hz, > 500 mJ, < 0.5 ps, 1.03 μm

Egyciklusú (SYLOS) lézer:

2019-20-ra: 1 kHz, >100 mJ, < 5 fs, VIS-NIR, CEP
2017-ben: 1 kHz, >45 mJ, < 10 fs, VIS-NIR, CEP

Nagyintenzitású (HF) lézer:

2024-25-re: 10 Hz, >2 PW, <10 fs
2018-ra: 10 Hz, >2 PW, <17 fs

Nyalábvezetés

**Alacsony
árfnyékolás**

**Közepes
árfnyékolás**

**Magas
árfnyékolás**

Atto1: GHHG HR

Atto2: GHHG HR

Atto3: GHHG SYLOS

Atto4: GHHG SYLOS

MIR

THz1: spektroszkópia

THz2: nagyenergiájú

Atto5: SHHG SYLOS

Részecske1: e⁻ SYLOS

Atto6: SHHG HF

Részecske2: ion HF

Részecske3: e⁻ HF

Attoszekundumos
atom- és
molekulafizikai
vizsgálatok

Szilárdtestfizika

Nanofizika,
anyagtudomány

THz-es
spektroszkópia

Nagyfelbontású
képpalkotás

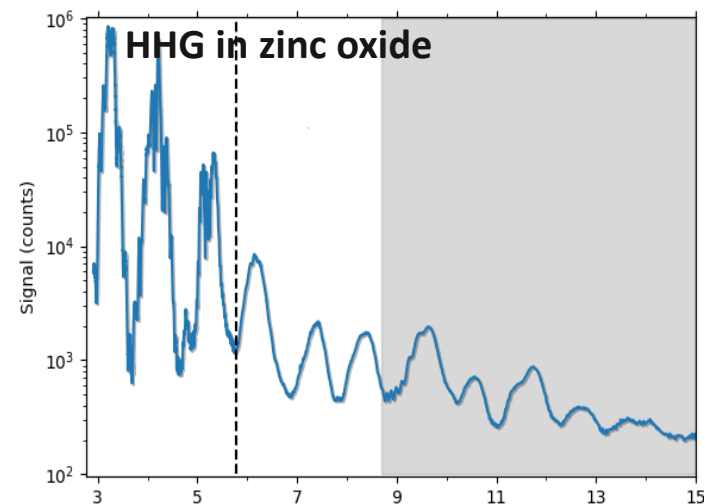
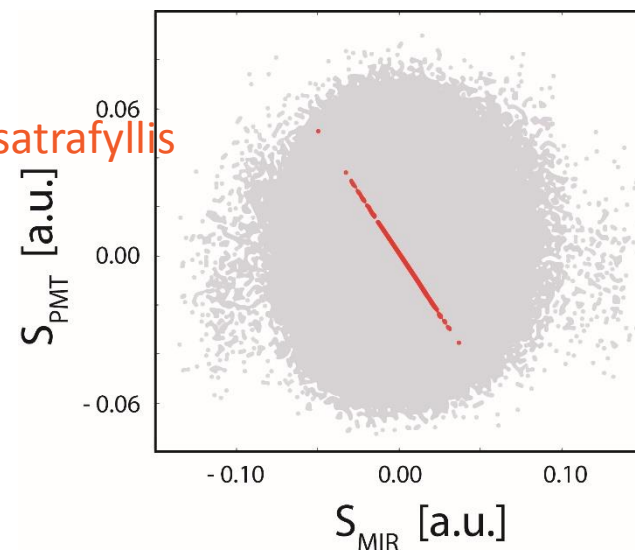
Forrásfejlesztés

Plazmafizika

Sugárbiológia

Photon statistics in high-order harmonic generation in solids

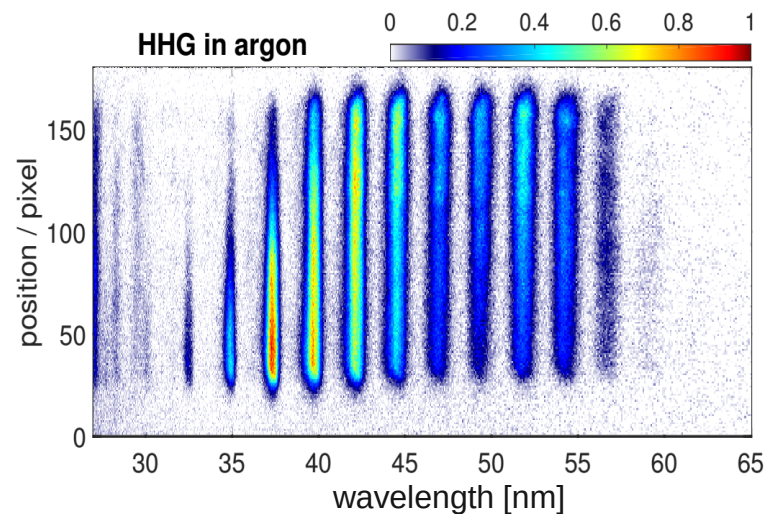
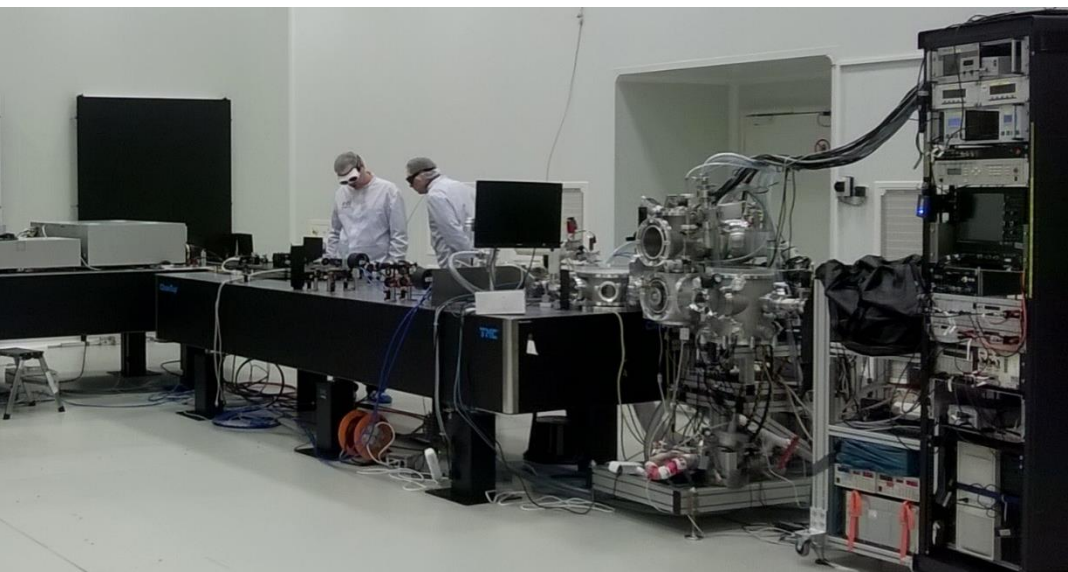
Team from the FO.R.T.H.-I.E.S.L: Emmanuel Skantzakis, Nikos Tsatrafyllis



Attosecond dynamics in liquid water

Team from the ETH Zurich

Hans Jakob Wörner, Arohi Jain, Thomas Gaumintz, Andreas Schneider



Az épületegyüttes

„A”

Fő kísérleti csarnok
6200 m²

„D”

Műhelyek, karbantartás, raktárak
2900 m²

A

D

B

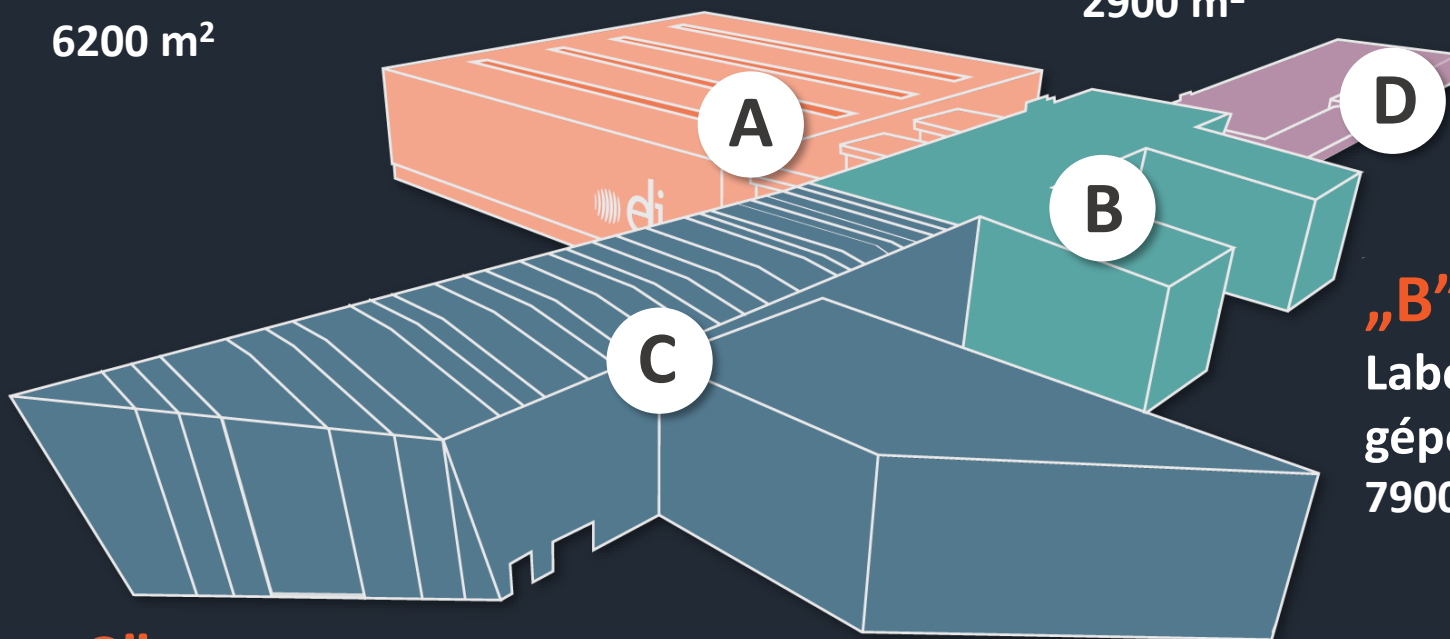
„B”

Laborok, műhelyek,
gépészet
7900 m²

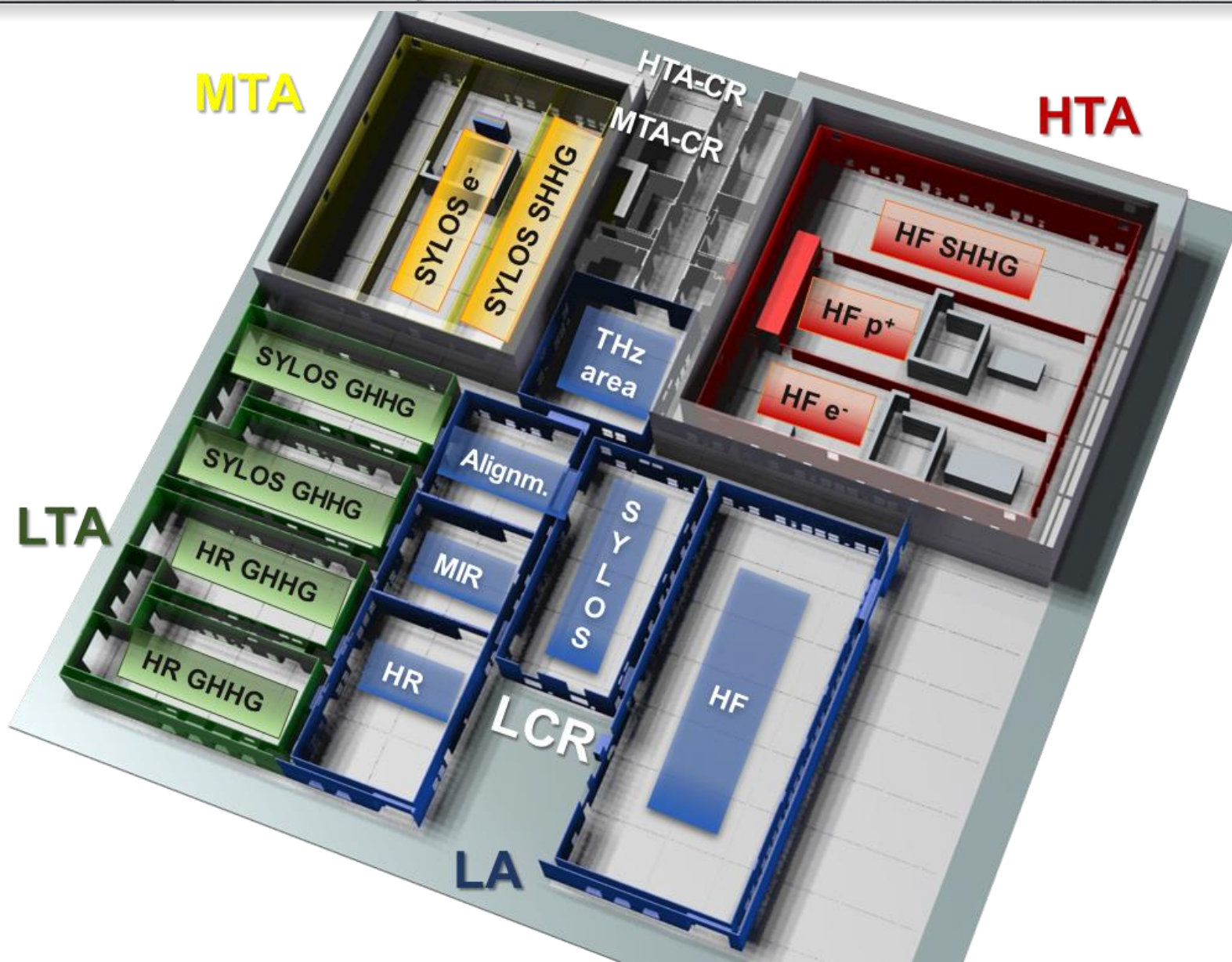
C

„C”

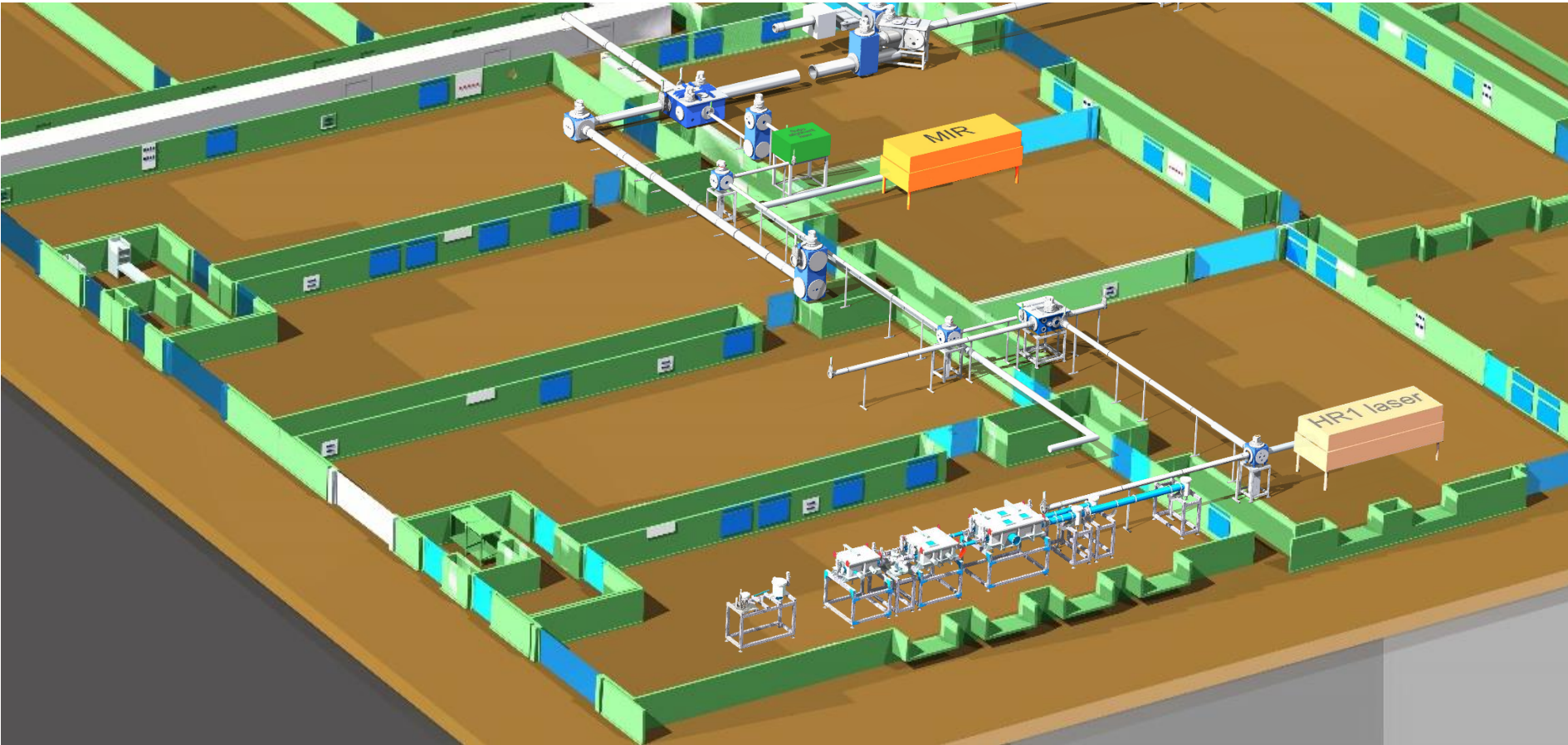
Irodák,
konferenciaközpont
7400 m²



A fő kutatási épület (A) beosztása



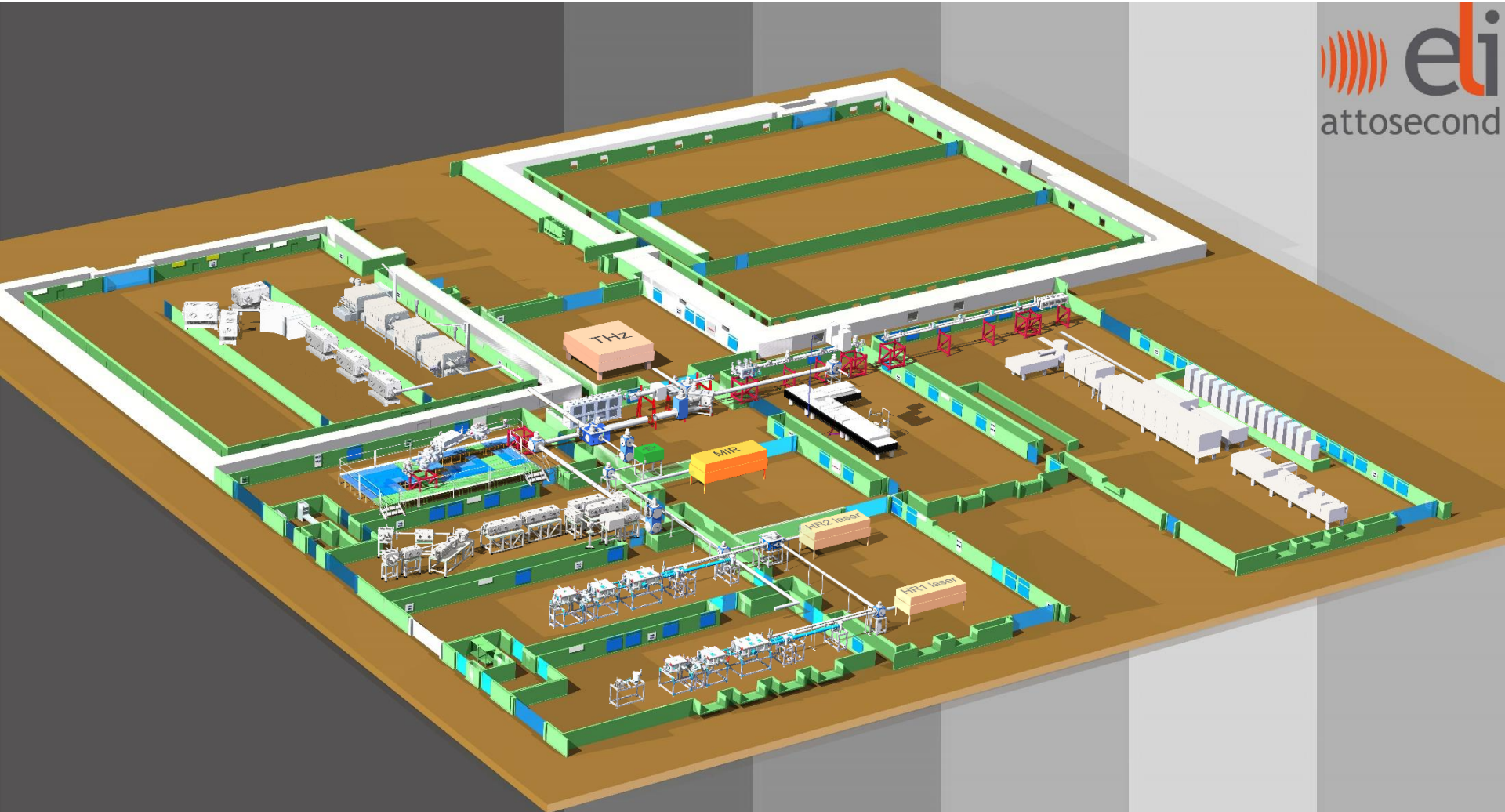
Assembly and Commissioning 2017



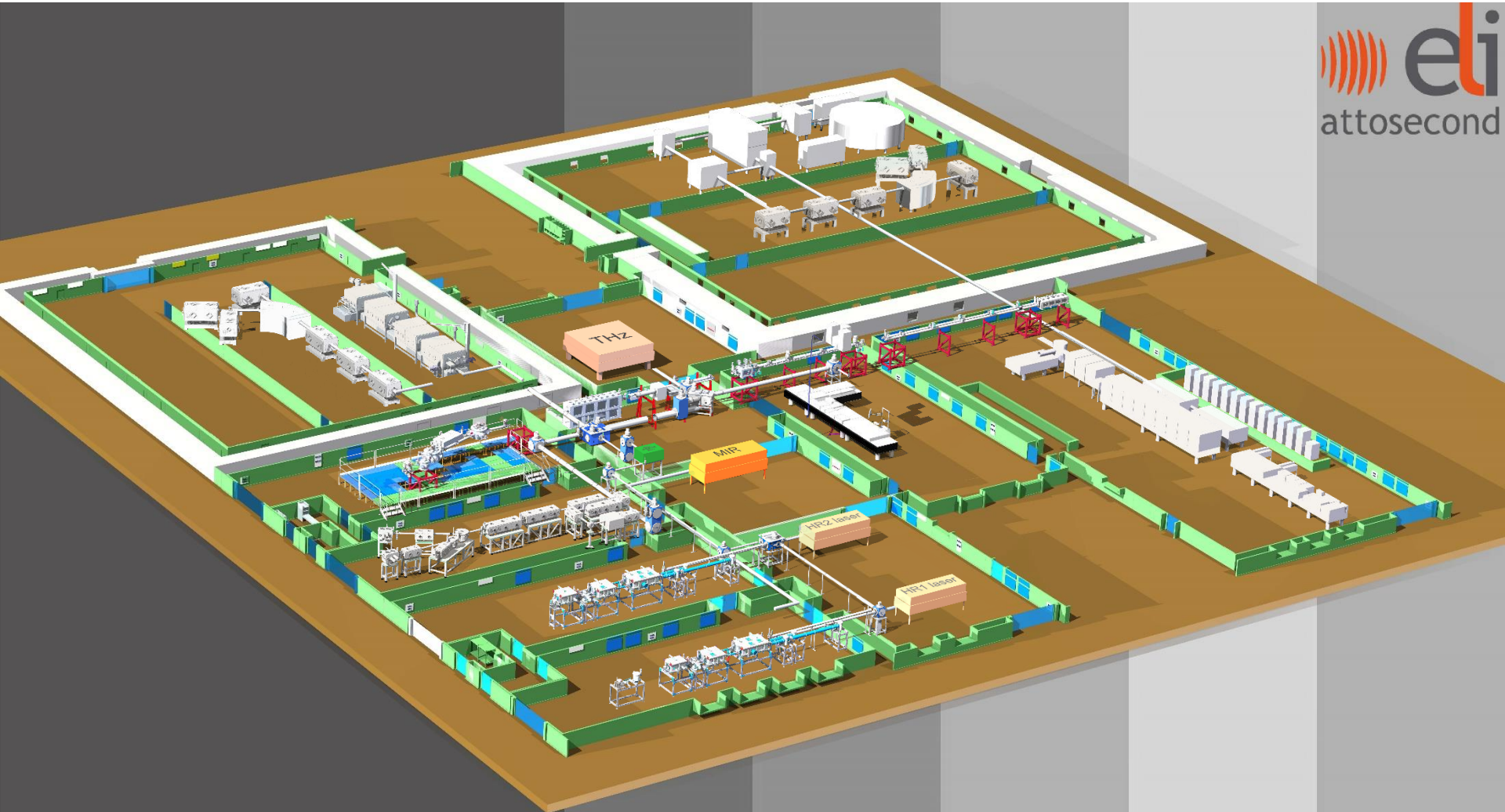
Assembly and Commissioning 2018



Assembly and Commissioning 2019



Assembly and Commissioning 2019



A Tudományos és Kutatási Technológiai Igazgatóságok osztályai és csoportjai



Dimitris Charalambidis

Tudományos főtanácsadó



Giuseppe Sansone

Tudományos tanácsadó



Osvay Károly

Kutatási technológiai igazgató

Attoszekundumos és erős lézerterek osztály



Franck Lépine
Osztályvezető

Varró Sándor
Osztályvezető-helyettes

Lézerplazma csoport
Alexander Andreev

Erős lézerterek és kvantumoptika elméleti csoport
Varró Sándor

Számítógépes és alkalmazott anyagtudományi csoport
Mousumi
Upadhyay Kahaly

Elméleti és számítógépes molekulaszervezet és -dinamika csoport
Vibók Ágnes

Attoszekundumos és erőstérbeli folyamatok néhánytest-rendszerekben csoport

(Bio) anyagok töltésdinamikája csoport
Sophie Canton

Tudományos alkalmazások osztálya



Dombi Péter
Osztályvezető

Orvosbiológiai alkalmazások csoport
Hideghéty Katalin

Ultragyors 4D képalkotási csoport
Óvári László

Ultragyors nanotudomány csoport
Dombi Péter

Ultragyors félvezetődinamika csoport
Janáky Csaba

Terahertzes reakcióirányítás csoport
Chikán Viktor

Kiszolgáló diagnosztikai laboratóriumok

Részecske- és terahertzes források osztálya



Christos Kamperidis
Megbízott osztályvezető

Longyorsítási csoport
Patrizio Antici

Elektrongyorsítási csoport
Christos Kamperidis

Terahertzes források és alkalmazásai csoport
Fülöp József

Attoszekundumos források osztálya



Varjú Katalin
Osztályvezető

Nagy ismétlési frekvenciájú attoforrások csoport
Füle Miklós

SYLOS gáz attoforrás csoport
Sergei Kühn

Felületi plazma attoforrás csoport
Subhendu Kahaly

Attoforrások diagnosztikája csoport
Paraskevas Tzallas

Attoforrások K+F csoport
Varjú Katalin

Lézer infrastruktúra osztály



Osvay Károly
Osztályvezető

Közép-infravörös lézer csoport
Kiss Bálint

Nagyintenzitású lézer csoport
Mikhail Kalashnikov

Egyciklusú lézer csoport
Börzsönyi Ádám

Nagy ismétlési frekvenciájú lézer csoport
Várallyay Zoltán

Lézerkutatási és -fejlesztési csoport
Mikhail Kalashnikov

Mérnöki és integrációs osztály



Fülöp Lajos
Osztályvezető

Infrastruktúra koordinációs csoport
Kiss Imre

Nyalábvezetési csoport
Mohácsi Árpád

Szoftvermérnöki csoport
Schrettner Lajos

Villamosmérnöki csoport
Horváth Ferenc

Gépészmérnöki csoport
Makai András

Kutatási technológia kiszolgáló egység



Mészáros Gergő
Osztályvezető

Optikai előkészítő műhelyek
Mészáros Gergő

Mechanikai műhely
Vajna Zoltán

Elektronikai műhely
Várkonyi Viktor

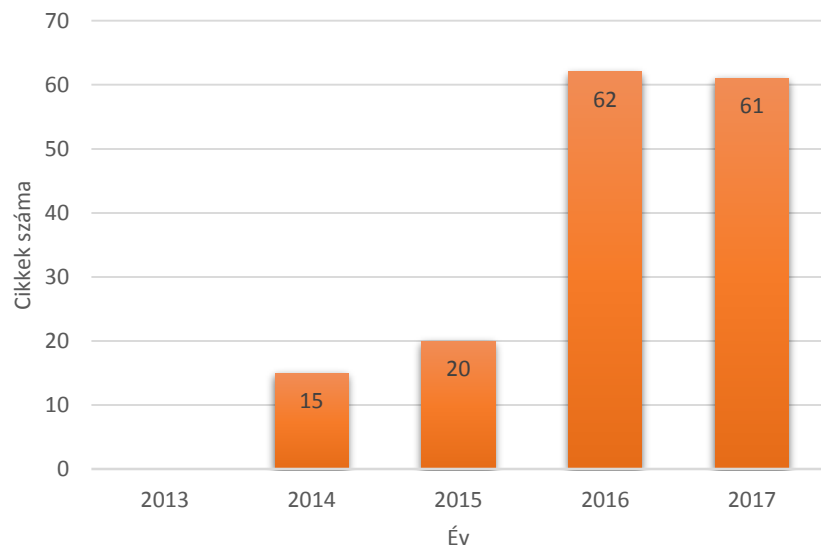
Tisztatéri csoport

Lézer- és sugárvédelmi csoport

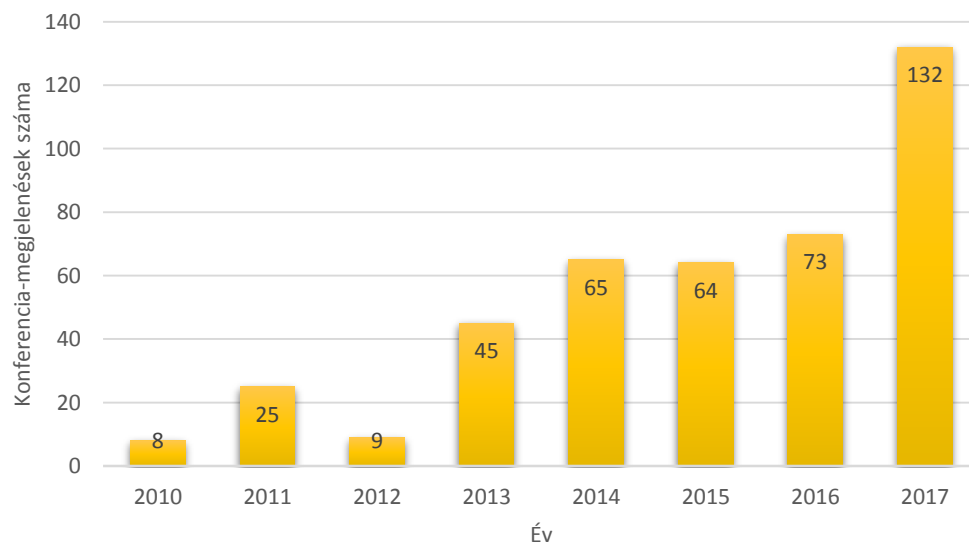


Kecskés Tamara
Csoportvezető

ELI-ALPS tudományos publikációk



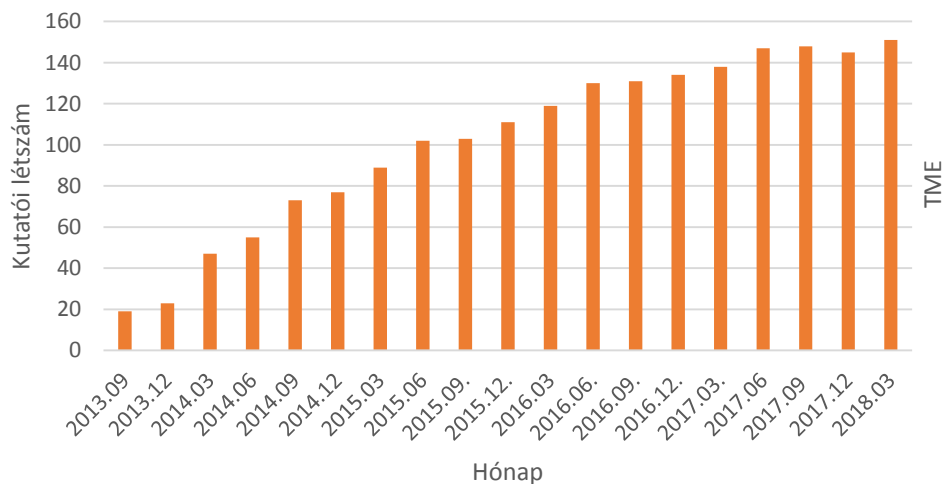
ELI-ALPS konferencia-megjelenések



Az ELI-ALPS-ről szóló első review-cikk:
J. Phys. B, **50**, 132002, 2017

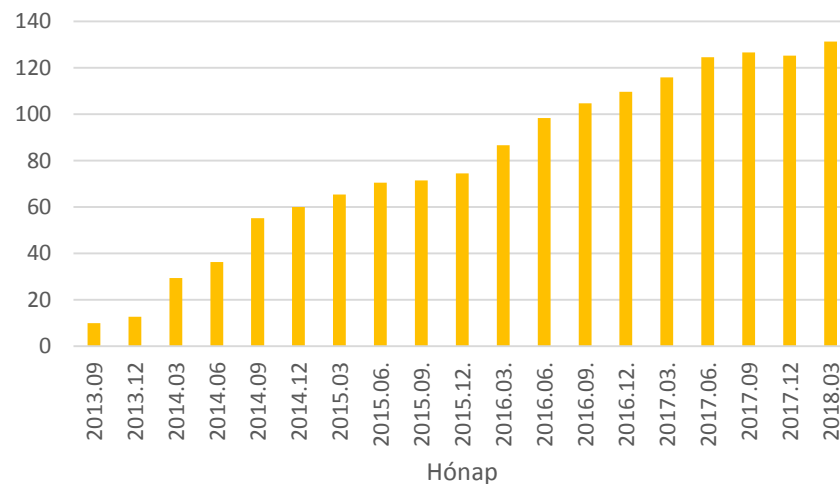
A kutatói létszám alakulása

Kutatói létszám



Tudományos kutatók és
kutató mérnökök létszáma
2018. márciusában: **151**

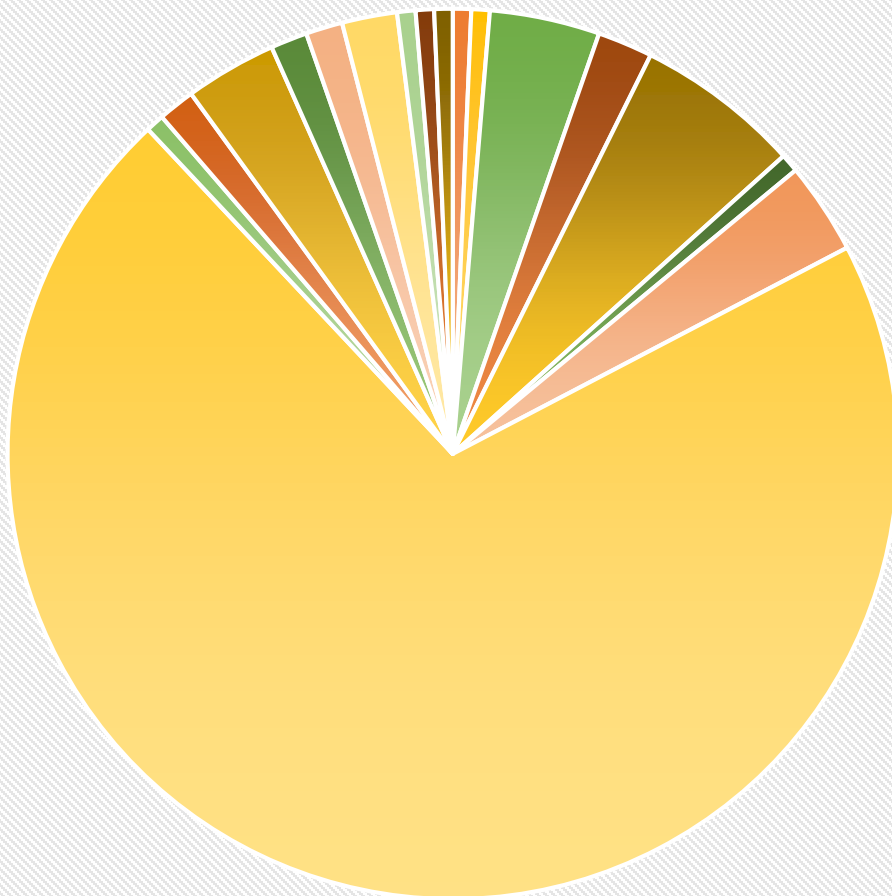
A teljes munkaidős egyenérték



Teljes munkaidős
egyenérték
2018. márciusában: **131**

A kutatók állampolgárság szerinti megoszlása

Kutatók és kutató mérnökök
állampolgárság szerinti megoszlása



- belga
- bolgár
- francia
- görög
- indiai
- iráni
- kínai
- magyar
- magyar-amerikai
- magyar-román
- magyar-szerb
- német
- olasz
- orosz
- orosz-amerikai
- örmény
- szlovák

A jövő: ELI Science Park



Hozzájárulásunk a közoktatáshoz



Tanuló- és tanárcsoportok látogatása

- Időpont- és létszámegyeztetés a pr@eli-alps.hu címen
- 14 éves kortól

Középiskolai tanárok továbbképzése

- Évente (augusztus 20. utáni első péntek)
- 25 fő



Rendhagyó fizikaóra

- Egyeztetés az srd.office@eli-alps.hu címen
- Kollégáink elfoglaltságának függvényében
- Tagozatos és emelt szintű csoportok előnyben

2. ELI-ALPS Tanártovábbképzés 2018. augusztus 24.

Célcsoport:

- fizika, biológia, kémia vagy egységes természettudomány szakos
- aktív
- középiskolai tanárok

Tematika:

- AZ ELI-ALPS kutatási technológiai felszereltsége, főbb kutatási területek, eredmények
- Felhasználói kísérletek
- Lézeres vonatkozású tartalmak a középiskolai tananyagban
- Tantárgyak közötti kapcsolódási lehetőségek
- Létesítménylátogatás
- Tanulmányi projekt- vagy tanóraterv összeállítása

Jelentkezés:

- On-line, a honlapról elérhető jelentkezési felületen

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

SZÉCHENYI 



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Regionális
Fejlesztési Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE