

# ELI Beamlines

## fârtatul lui ELI-NP

Extreme Light Infrastructure – Nuclear Physics se ridică semeț pe platforma Măgurele: clădirea care va adăposti superlaserul, cel mai puternic din lume, este aproape de finalizare. ELI-NP nu este însă o apariție singulară în peisajul comunității științifice europene, ci face parte dintr-un proiect mai amplu, care are încă trei piloni. Despre unul dintre aceștia vom vorbi în articolul de față.

de Marc Ulteriu

**P**roiectul Extreme Light Infrastructure a fost propus de comunitatea științifică europeană în anul 2006, în cadrul European Strategy Forum on Research Infrastructures, program care urmărea crearea unor clustere de cercetare pan-europeană. Nouă ani mai târziu, cu o investiție totală de peste 850 de milioane de euro, trei din cele patru componente ale ELI sunt construite și implementate în România, Ungaria și Cehia, urmând să devină operaționale în anul 2018. Tot atunci, cele trei ELI vor fi unificate sub o singură umbrelă, European Research Infrastructure Consortium: ELI-ERIC, care va decide când și unde se va construi și cel de-al patrulea pilon.

Pe parcursul lui 2015, Știință&Tehnică a explicat în cadrul a două ample seriale lunare de articole și a unui supliment dedicat, „Fizica Românească”, importanța colosală pentru științe și pentru țara noastră a pilonului românesc: Extreme Light Infrastructure – Nuclear Physics. ELI-NP va furniza, suntem convingși, și în anul 2016, noi și interesante subiecte de popular science: în fapt, odată ce com-

plexul de la Măgurele va deveni operațional, vom avea din ce în ce mai multe povești de știință de scris. Până atunci, însă, pentru că infrastructura care va găzdui pilonul cehesc a fost inaugurată la sfârșit de octombrie, eveniment la care revista noastră a fost invitată, vă propunem în această ediție să aruncăm un ochi și asupra laserului înrudit din Cehia, ELI-Beamlines.

### CEI TREI MAGNIFICI

Vă spuneam că ELI va fi alcătuit din patru piloni, dintre care trei sunt în curs de construcție / implementare / asamblare. Pe foarte scurt, despre ei, știm așa:

1.) La Măgurele, în România, ELI Nuclear Physics se va focusa pe fizica nucleară bazată pe laseri, prin utilizarea unui laser de intensitate ultra-înaltă și a sursei Gamma. Printre temele de cercetare fundamentale care se vor desfășura aici se numără experimente de fizică nucleară, interacții, reacții fotonucleare, fizică și astrofizică „exotică” plus o serie de aplicații cu relevanță socială în domeniul științelor materialelor, managementului deșeurilor nucleare, medicină și, în general, științele vieții.

2.) La Szeged, în Ungaria, ELI Attosecond Light Pulse Source va furniza pulsuri de lumină ultrascurte la rate de repetiție foarte înalte, într-un spectru situat între THz și raze-X. ELI-ALPS este dedicat studierii proceselor elementare din fizică, chimie, biomedicină și știința materialelor, prin tehnologia imortalizării mișcării electronilor, la nivel de attosecundă (o attosecundă este  $10^{-18}$  dintr-o secundă), în toate stările materiei.

3.) La Dolni Brezany, în Cehia, ELI-Beamlines se va focusa, în principal, pe dezvoltarea surselor secundare de puls-scurt de radiație și particule și pe aplicațiile multidisciplinare în știința moleculară, știința materialelor și biomedicină, plus fizica plasmelor și astrofizică.

Fiecare dintre cei trei piloni ai ELI va deține câte un laser de 10 PW (de câteva ori mai puternic decât cei mai mari laseri actuali), însă tehnologiile și funcțiile acestora vor fi diferite. Dacă în România vom avea un laser de 10 PW și o puternică sursă Gamma, în Cehia sistemul va fi compus din patru laseri: unul de 100 mJ, altul de 20 J, cel de-al treilea de 1,5 PW și, în sfârșit, ultimul – de 10 PW. Despre fiecare dintre ei, vom povesti mai pe larg în cele ce urmează.

### TEHNOLOGIA LASERILOR

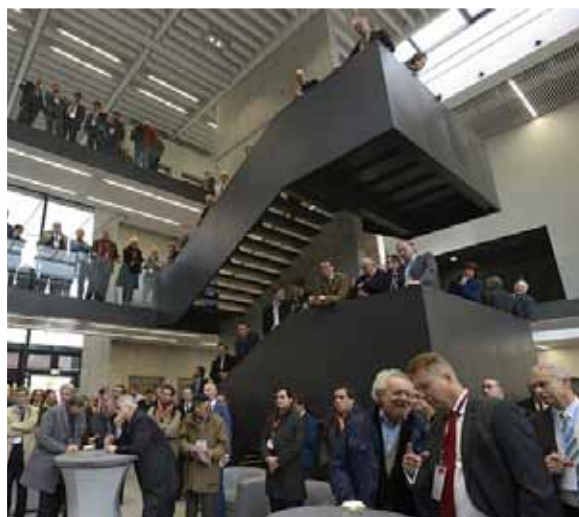


ELI Beamlines reprezintă practic pilonul de energie înaltă, de laser cu repetiție înaltă din cadrul proiectului pan-european. Cehii vor furniza pulsuri dintr-un sistem alcătuit din patru laseri. Pentru a respecta cerințele ratelor de înaltă repetiție necesare în numeroase aplicații științifice și sociale, trei dintre laseri vor angaja tehnologia OPSSL (diode pumped solid state lasers / laseri cu solid pompați cu diode, a căror lumină este, mai apoi, amplificată), în vreme ce al patrulea multi-kilojoule laser va utiliza o nouă tehnologie de lampă tip bliț cu mediu de creștere răcit activ pentru a ajunge la o rată de tragere augmentată neatinsă până acum la aceste sisteme.

La evenimentul de deschidere al clădirii ce va găzdui ELI Beamlines (laserii încă nu sunt instalați), organizatorii au avut un concurs în cadrul căruia invitații erau rugați să boteze cele patru lasere. Eu unul am dat nume de personaje din Războiul Stelelor: Darth Vader, Luke Skywalker, Yoda, Obi-Wan Kenobi. Deocamdată, câștigătorul nu a fost anunțat, așadar vom folosi numele oficiale... și seci, pentru a vă spune ce face fiecare.

L1 Beamline este un sistem de laseri cu repetiție înaltă, care trage pulsuri ultrascurte de 1 kHz. Este bazat pe amplificarea pulsurilor, iar apoi comprimarea acestora cu ajutorul unor oglinzi. L2 Beamline este un sistem laser unic pompat cu diode – operează la 10 Hz și dezvoltă pulsuri de clasă PetaWatt cu o durată de 20 de femtosecunde. Un sistem criogenic unic în lume și o tehnologie bazată pe cristale au fost create deja pentru a asigura funcționarea laserului. L3 Beamline va fi cel mai performant laser pompat cu diode din lume: va ajunge la o putere de 1 PW de 10 ori pe secundă. Este construit împreună cu Lawrence Livermore National Laboratory din SUA. În sfârșit, cel de-al patrulea laser, L4 Beamline este identic cu cel de-al treilea... numai că va dezvolta energii de 40 de ori mai puternice, ajungând la 10 Petawatts o dată pe minut. Am văzut, în mare, ce tehnologii sunt implicate în acești laseri. La ce vor folosi, însă, aceștia?

### MISIUNILE ȘTIINȚIFICE ALE INSTALAȚIEI



### ELI BEAMLINES

Sistemul ELI Beamlines va constitui o instalație laser unică ai cărei parametri deschid drumul unei mulțimi de aplicații în diverse domenii științifice și tehnologice. Proiectul ELI Beamlines este structurat în următoarele programe de cercetare:

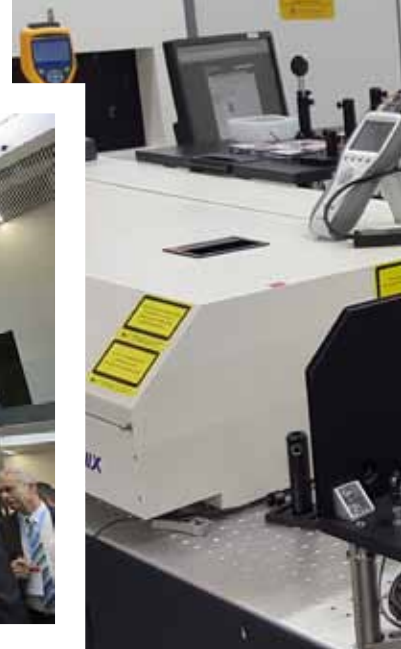
#### Aplicații Biomoleculare și de Știința Materialelor (MBM).

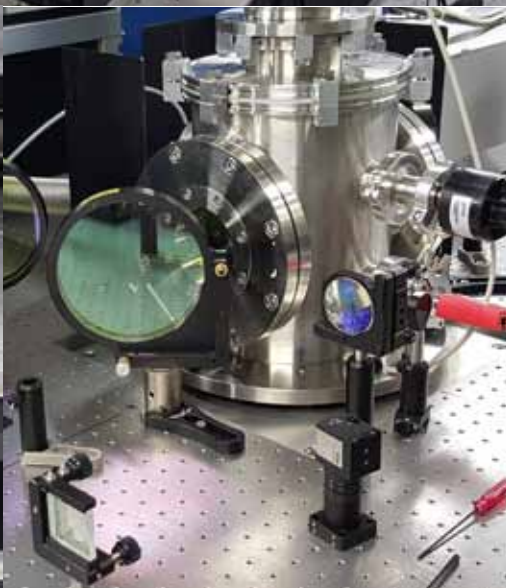
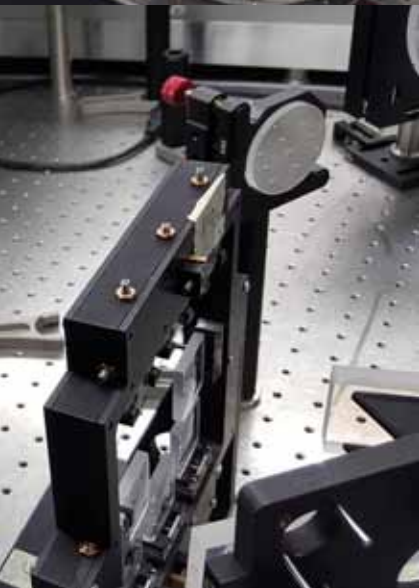
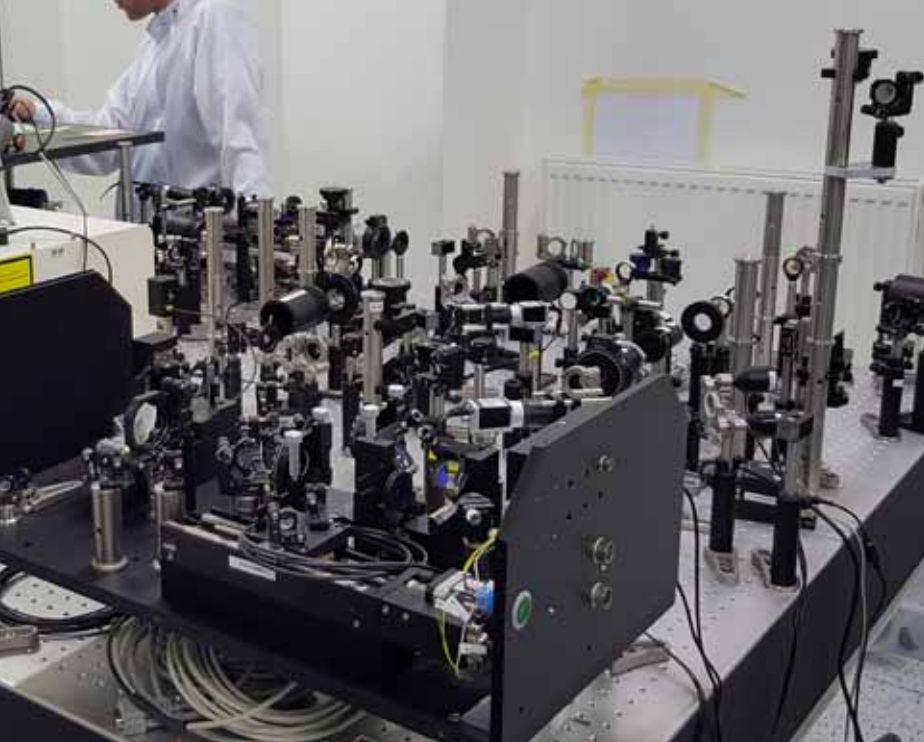
Programul de cercetare MBM dezvoltă metode pentru cercetarea fundamentală și aplicată în știința Moleculară, Bio-Medicală și a Materialelor pentru comunitatea de utilizatori națională și internațională. Combinând metode foarte avansate de difracție, spectroscopie și imagistică, vom căpăta noi cunoștințe despre ultra-miniaturizare și ultra-rapiditate. Lucrările experimentale vor începe în 2016 și operațiunile derulate de utilizatori, în 2018. Rezultatele vor influența formarea și funcționarea noilor materiale și vor fi de mare importanță pentru înțelegerea lor fundamentală.

#### Surse de raze X conduse de pulsații laser ultrascurte.

Scopul acestui program de cercetare este dezvoltarea și operarea constantă a surselor de raze X reglabile prin aplicații pentru utilizatori, pe toată plaja regiunilor de raze X, de la slabe și până la tari. Printre trăsăturile competitive ale surselor de raze X de la ELI-Beamlines se vor număra luminozitatea spectrală foarte ridicată, durata pulsațiilor ultrascurte și capacitatea lor de sincronizare cu pulsațiile laser IR/VIS și/sau cu mănunchiurile de electroni și/sau de ioni pentru experimente avansate de pompă-sondare. Aplicațiile blițurilor de raze X cu durata de ordinul femtosecundelor generate la ELI-Beamlines includ, spre exemplu, raze X cu contrast de fază și imagistică pe bază de raze X și de împrăștiere a razelor, care vor fi de mare importanță pentru abordările novatoare în medicina personalizată sau detectarea timpurie a tumorilor de mici dimensiuni.

**Fizica Plasmei.** Programul de cercetare în domeniul fizicii plasmei va folosi interacțiunea laser-plasmă pentru a studia fenomenele astrofizice la scară de laborator, pentru a contribui la fuziunea termonucleară controlată în sensul producției de energie și pen-





tu a investiga noi fizici la intensități ale luminii fără precedent. Programul de cercetare în domeniul fizicii plasmei va contribui la aplicații de importanță socială, precum: surse de raze gamma pentru imagistică în sensul detectării prezenței materialelor nucleare și producția de radioizotopi pentru aplicații medicale.

**Accelerarea de particule.** Programul de cercetare al accelerării de particule va permite generarea unor fascicule stabile și versatile de particule (ioni și electroni). Astfel de particule vor fi accelerate de către câmpuri colosale până la viteze relativiste, ca rezultat al interacțiunilor laser-plasmă. Acest lucru va permite realizarea unor accelerări foarte compacte care ar putea fi folosite pentru aplicații societale (de ex. hadronterapia cu laser), precum și în sensul științei de bază (de ex. un XFEL sau un accelerator de electroni-pozitroni compact).

## STAR, UN MODEL PENTRU ROMÂNIA

Cehii nu au fost tocmai cei mai mari suptori ai României, atunci când Comisia Europeană a discutat amplasarea celor trei piloni ai ELI. Pe de altă parte, în ultimii doi ani, am tot fost în vizită pe platforma Măgurele și am văzut nașterea ELI-NP: complexul românesc va fi, cu siguranță, obiectiv judecând, mai mare și mai aspectuos decât cel din proximitatea Pragăi, de la Dolny Brezany. Cu toate acestea, încă avem de învățat de la colegii noștri cehi. ELI Beamlines va fi, cum s-ar spune, „perla coroanei” într-un complex sau cluster științific deja existent, STAR (Science and Technology Advanced Region). Acesta este format din patru orașele învecinate, fiecare cu o populație nu mai mare de 3-4.000 de locuitori: Dolny Brezany, Zlatniky-Hodkovice, Vestec și Jesenice.

Toate acestea erau, în urmă cu 10 ani, cartiere de dormit pentru oameni care lucrau în Praga. Niște cartiere modeste, am văzut din fotografii. Astăzi, peste 70% din populație lucrează la nu mai puțin de 12 laboratoare și centre ce cercetare care au apărut în zonă (printre care Hilase, Biocev sau Apronex — pentru a le numi pe cele mai importante). Toate acestea, dimpreună cu alte transformări urbanistice majore s-au întâmplat în mai puțin de un deceniu, iar STAR a luat ființă înainte ca Cehia să fie candidată pentru proiectul ELI. Este meritul exclusiv a trei primari ingenioși, cu viziune, care au avut puterea să transforme o regiune „moartă” într-un complex științific și studentesc de talie mondială. 500 de milioane de euro au fost investiți numai în Dolny Brezany (aproape cât întregul ELI!), iar 80% din această sumă a venit din fonduri structurale — celebrele fonduri structurale pe care România fie nu a știut să le absoarbă pentru proiecte însemnate, fie și-a bătut joc de ele prin „proiecte-păcălici”.

La noi, deja vorbim despre Măgurele Science Park — un proiect care ar transforma radical orașelul Măgurele, prin contopirea mediului științific cu cel business și industrial, dar și de Măgurele Laser Valley, un proiect inițiat de UEFISCDI, pe care-l vom prezenta anul viitor în paginile acestei reviste și care ar rivaliza cu STAR-ul cehesc. Valea Laserului „sună” foarte bine, vorbim în cunoștință de cauză: echipa S&T a participat la un seminar din cadrul acestui proiect — este extrem de futurist, inovator și hi-tech. Marea diferență dintre noi și cehi este că, din păcate, la sfârșit de 2015, noi vorbim despre niște idei (extrem de frumoase, ce-i drept), despre propuneri, despre planuri și schițe pentru a ne folosi oportun de toate facilitățile extraordinare pe care ni le va oferi ELI-NP, pentru știința fundamentală, pentru mediul academic, pentru cercetare, pentru studenți, dar și pentru start-up-uri, corporații și business-uri mari. Or, ELI Beamlines se naște tocmai într-un asemenea mediu...