

# Apšvitos dozės didelio intensyvumo lazerių laboratorijoje

## Irradiation doses in the high intensity lasers laboratory

Vytenis Barkauskas<sup>1</sup>, Lukas Rimkus<sup>2</sup>, Jonas Reklaitis<sup>1</sup>, Artūras Plukis<sup>1</sup>, Mikas Vengris<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fizinių ir technologijos mokslų centras, Branduolinių tyrimų skyrius, Savanorių pr. 231, LT-02300 Vilnius

<sup>2</sup>Vilniaus Universitetas, Fizikos fakultetas, Lazerinių tyrimų centras, Saulėtekio al. 10, LT-10223 Vilnius

[vytenis.barkauskas@ftmc.lt](mailto:vytenis.barkauskas@ftmc.lt)

Tobulinant lazerines sistemas, pasiekama vis didesnė generuojamų impulsų galia ir pasikartojimo dažnis. Kai šie impulsai sąveikauja su medžiaga, generuojama jonizuojanti Rentgeno spektro srities spinduliuotė. Priklausomai nuo jos charakteristikų sukelta apšvitos dozė gali būti reikšminga radiacinės saugos požiūriu, t.y. daryti neigiamą įtaką darbuotojų sveikatai [1].

Fokusuodami intensyvią lazerinę spinduliuotę į skirtingų medžiagų taikinius, mes eksperimentiškai įvertinome potencialias apšvitos dozes. Rentgeno spinduliuotės generacijai naudotas „Šviesos konversijos“ CARBIDE lazeris (impulso trukmė – 240 fs, maksimali impulso energija – 900 μJ, pasikartojimo dažnis – 100 kHz). Optimalus priešimpulsių-impulso galios santykis, kuriam esant gaunamas didžiausias Rentgeno spinduliuotės signalas buvo 1/10, laikinis atstumas tarp jų – 440 ps. Lazerio pluoštas buvo sufokusuotas į 26 μm diametro (FWHM) dėmę, o jo intensyvumas siekė  $4.7 \times 10^{14}$  W/cm<sup>2</sup>.

Dozimetriniais matavimams naudoti elektroniniai ir optiškai stimuliuotos liuminescencijos dozimetrai. Eksperimentų metu naudotas Amptek XR-100CR Rentgeno spektrometras, siekiant optimizuoti Rentgeno spinduliuotę ir ją charakterizuoti.

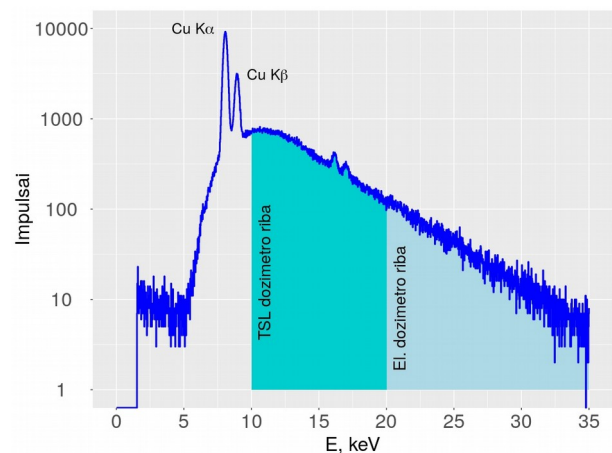
Eksperimento metu lazerio pluoštas buvo fokusuojamas į besisukantį metalinį diską (naudoti aliuminio, geležies, vario, alavo ir švino bandiniai). Dozės galia, buvo matuota 30 cm atstumu nuo spinduliuotės šaltinio. Didžiausia fiksuota dozės H\*(10) galia, esant didžiausiam lazerio intensyvumui, buvo gauta naudojant vario taikinį (2.4 mSv/h). Vario, geležies ir aliuminio taikinių atveju fiksuojamos dozės buvo gana panašaus lygio (1–2.4 mSv/h), sunkesnių elementų atveju (Sn ir Pb) registruojamos dozės buvo ženkliai mažesnės. Manytina, kad Rentgeno spinduliuotės generavimui daro įtaką medžiagos lydymosi temperatūra, šiluminis laidumas, garų slėgis etc.

Suminius dozės lygius eksperimentinės sesijos metu matavome termoluminescenciniais dozimetrais. Per 15 darbo dienų, arčiausiai taikinio (30 cm atstumu) buvęs dozimetras sukaupe 32.4 mSv H\*(10) ir 2.05 Sv H'(0.07) dozes. Kiti dozimetrai, esantys toliau (40 ir 230 cm nuo taikinio) rodė atitinkamai mažesnes vertes H\*(10) – 15.3 ir 0.25 mSv, H'(0.07) – 969 ir 2.5 mSv.

Asmeniniai dozimetrai dozių beveik nesukaupe: išmatuotos H\*(10) ir H'(0.07) vertės tesiekė 0.01 mSv.

Esant  $10^{14}$  W/cm<sup>2</sup> eilės lazerio intensyvumams, generuojamos spinduliuotės spektro struktūra susideda

iš stabdomosios spinduliuotės spektro ir taikinio medžiagos charakteringosios Rentgeno spinduliuotės linijų (1 pav.). Kadangi žymi Rentgeno spektro dalis yra žemos energijos (<10 keV) spinduliuotės srityje, ji neišmatuojama įprastiniais dozimetrais todėl, kad jie turi aukštesnes registruojamos energijos ribines vertes. Tai ypač aktualu vertinant paviršinės apšvitos dozes H'(0.07), kadangi jų dozinės konversijos koeficientai minėtoje energijų srityje turi dideles vertes [2].



1 pav. Vario taikinio Rentgeno spinduliuotės spektras.

Išmatuotos suminės dozės greita taikinio viršija radiacinės saugos reikalavimuose nustatytas metinės apšvitos vertes, tačiau itin paprastos radiacinės apsaugos priemonės laboratorijoje (atstumas ir ekranavimas naudojant metalo plokštes) leidžia išvengti nepageidaujamų dozių darbuotojams.

*Padėka. Mokslinis tyrimas finansuojamas Europos socialinio fondo pagal priemonę „Mokslininkų kvalifikacijos tobulinimas vykdant aukšto lygio MTEP projektus“ (LMT projektas Nr. 09.3.3-LMT-K-712-19-0014).*

*Reikšminiai žodžiai: apšvitos dozės, Rentgeno spinduliuotė, femtosekundinis lazeris.*

### Literatūra

[1] H. Legall et al 2021 J. Radiol. Prot. **41** R28 (2021).

[2] ICRP Report No. 74, Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation, Ann. ICRP 26 (1996).