

UNIVERSITETI I PRISHTINËS “HASAN PRISHTINA”

FAKULTETI I SHKENCAVE MATEMATIKE – NATYRORE

Departamenti i Fizikës



TEZA MASTER

**Përdorimi i simulimeve FLUKA për sigurinë dhe kontrollin
e cilësisë (QA/QC) në radioterapi**

Mentori: Prof. asoc. Gazmend Nafezi

Kandidati: Eros Halili

Prishtinë,
Shtator, 202

Abstrakt

Radioterapia është një metodë themelore në onkologji, duke përdorur rrezatimin jonizues për të trajtuar në mënyrë selektive indet malinje, duke i ruajtur indet e shëndosha. Efektiviteti i radioterapisë moderne varet nga një kuptim i ndërlikuar i fizikës së rrezatimit, zbatimi i saktë i planifikimit të trajtimit dhe protokollet rigoroze të sigurisë dhe kontrollit të cilësisë (QA/QC). Kjo tezë synon të rrisë sigurinë dhe efikasitetin e dhënies së rrezatimit terapeutik duke integruar simulimet e bazuara në Monte Carlo – konkretisht softuerin FLUKA – në rrjedhat aktuale të punës klinike. Hulumtimi thellohet në bahkëveprimin e rrezatimit jonizues me materien, duke përfshirë efektin fotoelektrik, shpërndarjen e Comptonit dhe prodhimin e çifteve, të cilat janë thelbësore për të kuptuar modelet e depozitimit të energjisë. Duke shfrytëzuar aftësitë e sofistikuar të modelimit të FLUKA-s, studimi simulon fantome të ujit, duke lehtësuar llogaritjet e dozës, e që janë sfiduese për t'u arritur me teknikat analitike konvencionale. Të rrënjësura në parimet fizike stokastike, simulimet Monte Carlo ofrojnë një përfaqësim të detajuar të transportit të rrezatimit, i cili përmirëson ndjeshëm shpërndarjet e dozave dhe modelimin radiobiologjik. Duke theksuar rolin kritik të protokolleve të sigurisë dhe kontrollit të cilësisë (QA/QC), ky hulumtim integron aftësitë e simulimeve FLUKA për të parashikuar dhe validuar rezultatet dozimetrike në mjediset klinike. Duke vlerësuar sistematikisht metodat e dhënies së dozës, studimi synon të rrisë efikasitetin terapeutik duke minimizuar efektet negative. Gjetjet ofrojnë një kornizë gjithëpërfshirëse për të mbështetur përparimet në planifikimin e trajtimit, duke propozuar një metodologji të fuqishme për të integruar njohuritë e bazuara në simulim në praktikën klinike, e cila nxit kështu sigurinë dhe efektivitetin e radioterapisë.

Abstract

Radiotherapy is a fundamental method in oncology, utilizing ionizing radiation to selectively treat malignant tissues while preserving healthy tissues. The effectiveness of modern radiotherapy depends on a complex understanding of radiation physics, precise implementation of treatment planning, and rigorous safety and quality control (QA/QC) protocols. This thesis aims to enhance the safety and efficiency of therapeutic radiation delivery by integrating Monte Carlo-based simulations—specifically, the FLUKA software—into current clinical workflows. The research delves into the interactions of ionizing radiation with matter, including the photoelectric effect, Compton scattering, and pair production, which are essential for understanding energy deposition patterns. By leveraging FLUKA’s advanced modeling capabilities, the study simulates water phantoms to facilitate dose calculations that are challenging to achieve with conventional analytical techniques. Rooted in stochastic physical principles, Monte Carlo simulations provide a detailed representation of radiation transport, significantly improving dose distributions and radiobiological modeling. Emphasizing the critical role of safety and quality control (QA/QC) protocols, this research integrates FLUKA simulation capabilities to predict and validate dosimetric outcomes in clinical settings. By systematically evaluating dose delivery methods, the study aims to increase therapeutic efficiency while minimizing adverse effects. The findings provide a comprehensive framework to support advances in treatment planning, proposing a robust methodology for integrating simulation-based knowledge into clinical practice, thereby promoting the safety and effectiveness of radiotherapy.