

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Problematika cizích těles v radioterapii</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Michaela Jindráková</b>
<b>Typ práce:</b>	bakalářská práce
<b>Fakulta:</b>	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská (FJFI)
<b>Katedra:</b>	Katedra dozimetrie a aplikace ionizujícího záření
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Tomáš Kořínek
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Státní ústav radiační ochrany, v. v. i., Bartoškova 1450/28, 140 00 Praha 4 - Nusle

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>průměrně náročné</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Autorka předložila k obhajobě práci zabývající se problematikou cizích těles v radioterapii. Práce si vytyčuje ve třech ze čtyř bodů zadání rešerši přehledu možného výskytu cizích těles, které by mohli mít vliv na radioterapii v blízkosti cílového objemu, a dále každé z konkretizovaných cizích těles charakterizovat a posoudit z hlediska změny funkce nebo vlastností po radioterapii včetně vlivu na okolní zdravou tkáň. Posledním bodem zadání je praktické posouzení a vyhodnocení vlivu cizího tělesa na dávkovou distribuci spočtenou v plánovacím systému včetně vlivu výpočetního algoritmu.	
<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Zadání bakalářské práce bylo splněno ve všech vytyčených bodech bez výhrad.	
<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>vhodný s výhradami</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Oceňuji využití celého potenciálu plánovacího systému Precision u urychlovače CyberKnife pro praktickou část práce, kdy autorka počítá a analyzuje dávkovou distribuci pro oba dostupné kolimační systémy, a zároveň pro všechny dostupné výpočetní algoritmy včetně vlivu CT křivky. Bohužel je z výsledků výpočtu dávkové distribuce evidentní, že CyberKnife pro ozáření navrženého cílového objemu v oblasti TEP je nevhodný a nedosahuje klinických výsledků, které lze očekávat od konvenčních urychlovačů, byť lze analyzovat základní rozdíly v dávkové distribuci pro jednotlivé algoritmy. Volba provedení stejné analýzy na jiném, vhodnějším ozařovači (tomoterapie, klasický lineární urychlovač) mi přijde v tomto případě nezbytná, byť si je autorka tohoto faktu vědoma dle konstatování v diskuzi.	
<b>Odborná úroveň</b>	<b>průměrná</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Z charakteru práce je nutné odlišit teoretickou sekci práce a praktickou část práce s diskuzí a závěrem. Teoretická část včetně popisu jednotlivých typů cizích těles je napsána kvalitně a oceňuji rozsah takové rešerše, která může fungovat jako ucelené kompendium možných cizích těles a popisu jejich vlastností a vlivu radioterapie (autorka vhodně ve více případech cituje konkrétní studie s příklady). Zbytečně v práci působí sekce 1.1.1.1. – 1.1.1.3. o výpočetních algoritmech, kde zavádí jednotlivé algoritmy, a která působí velmi stroze, s často chybějícím vysvětlením jednotlivých vzorců a fyzikálních veličin. V textu bych uvítal spíše stať týkající se vzájemného srovnání jednotlivých algoritmů a jejich vlivu na výpočet dávkové distribuce v blízkosti nehomogenity. V praktické části autorka srovnává výpočet dávkové distribuce v okolí totální jednostranné endoprotézy	

s využitím plánovacího systému Precision pro ozařovač CyberKnife. Využívá veškerý rozsah plánovacího systému, protože plány počítá pro oba dostupné kolimační systémy (fixní kolimátory a MLC) a zároveň pro všechny dostupné výpočetní algoritmy (RayTrace, FSPB, Monte Carlo). Z hlediska odborné úrovně bych pouze vytknul nedostatečný obecný popis analýzy a metod, ale i popis procesu autorčina postupu plánování, kdy čtenář, nezběhlý v atypickém postupu plánování pro CyberKnife odlišném od klasických urychlovačů, nemůže pochopit jednotlivé kroky včetně užitých výrazů. Oceňuji celkové shrnutí práce a diskuzi nad jednotlivými lokalitami s cizími tělesy a úskalími radioterapie. Diskuze závěrů praktické části jsou dostatečné s jasným cílem pokračovat v analýze a dále se touto problematikou zabývat.

**Formální a jazyková úroveň**

**výborná**

*Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.*

Bakalářská práce je zpracována velmi přehledně a formálně s minimem překlepů, bez výhrad k formální či jazykové úrovni. Autorka dělí svou práci do čtyř logicky navazujících kapitol, kdy nejprve teoreticky vysvětluje principy radioterapie a navázání v souvislosti na problematiku přítomnosti cizích těles. Vhodně vytyčuje čtyři aspekty (reprodukovatelnost, vliv na dávkovou distribuci, vliv na funkčnost a narušení integrity tělesa), které dále u každého popisovaného tělesa rozebírá. Poslední dvě krátké kapitoly tvoří praktická část a závěr, které by z hlediska obsahu mohly být podrobnější s důrazem na detailnější popis experimentální části, jak bylo již zmíněno.

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

**průměrné**

*Vyjáďte se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.*

Velice kladně hodnotím rozsah referencí a citací, jejich korektnost a především aktuálnost, autorka využívá široké spektrum zdrojů a svá tvrzení podpírá v mnoha případech na více než jednom zdroji. Negativně hodnotím princip kladení citací do textu až na konci odstavce, především v případě, že na konci odstavce objeví zdrojů více a nelze rozlišit, k jaké části textu patří jaký zdroj. Lze v textu najít také citace, které nemají s daným textem nic společného (v publikaci 6 citované na str. 19 nelze dohledat nic týkající se textu, ke kterému se citace váže). Chybí citace pro programovací jazyk Python a využití knihovny v praktické části a publikaci ICRU 62.

**Další komentáře a hodnocení**

*Vyjáďte se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.*

Autorka v bakalářské práci předvádí přehlednou, obsahově nabitou a kvalitní rešerši literatury týkající se radioterapie za přítomnosti jednotlivých typů cizích těles včetně doporučení pro plánování. V praktické části demonstruje dopad volby algoritmu a CT křivky pro ozařovací plán v oblasti s totální endoprotézou vytvořený na urychlovači CyberKnife a činí závěry, jaká kombinace kolimátor-algoritmus by byly v takovém případě nevhodnější. Do budoucna může mít klinický přínos srovnání vhodnosti jednotlivých existujících ozařovacích modalit ve vztahu k cizím tělesům, jak autorka zmiňuje v závěru práce.

### III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.*

Celkově pozitivně hodnotím potenciální přínos práce pro klinickou praxi v radioterapii, především z hlediska přístupu k plánování léčby u pacientů s přítomnými cizími tělesy. S tím souvisí velká komplexnost a zároveň vhodně volený rozsah práce. Práce má velký potenciál pro další analýzu a klinickou praxi.

Otázky:

1) V praktické části zmiňujete, že plán byl vhodný pro tomoterapii ve frakcionačním režimu 10x3 Gy. Proč byl zvolen pro plánování ale CyberKnife? Bylo by vůbec možné s pomocí CyberKnife dosáhnout klinicky přijatelného plánu při využití jiného, stereotaktického dávkového předpisu?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 23.1.2023

Podpis:

