

## POSUDEK ŠKOLITELE NA DIPLOMOVOU PRÁCI

Téma: Dozimetrické ověření klinických plánů Cyberknife: SRS MapCheck a alternativy

Diplomant: Bc Eva Davidková

Téma a zadání práce je ambiciózní a složité. Nikoli, mj., v implementaci a demonstraci dosažených výsledků s předmětným komerčním dozimetrickým systémem vyvinutým speciálně pro Cyberknife (CK), ale právě v obecnějším pohledu na problematiku dozimetrického ověřování klinických plánů (Patient-Specific QA, PSQA), navíc s uvažováním specifik robotického stereotaktického systému. Součástí zadání tedy bylo vypracování přehledu dostupných metod pro dozimetrické ověřování plánů včetně metod dostupných či vhodných pro CK, ale i získání přehledu argumentů pro a proti v otázce k čemu je vlastně dozimetrické ověřování plánů dobré, jak je zdůvodněná související lidská práce i přístrojový čas. CK totiž není striktně IMRT ozařovač, kde je podle aktuálního mainstreamu „doporučováno“ provádět PSQA aniž by ovšem byl – dle mého názoru - pečlivě analyzován a zdůvodněn cost-effect této časově náročné činnosti radiologických fyziků na radioterapeutických pracovištích. Tohoto úkolu se autorka diplomové práce zhostila velmi dobře a na základě práce i ze zkušenosti z mnoha diskuzí, které jsme na toto téma spolu vedli, vím, že si uvědomuje a rozumí klíčovým aspektům rozhodování a důležitosti otázky přínosu a efektivity této konkrétní rutinní činnosti v klinické praxi.

Co považuji za unikátní je skutečnost, že v práci prezentované metody a výsledky byly součástí oficiální přijímací zkoušky (PZ) systému CK v ÚVN v Praze, která proběhla ve dvou fázích – v létě 2021 (PZ a *commissioning* celého systému včetně FIXED kolimátorů) a na jaře 2022 (PZ přidaného alternativního kolimátoru MLC). Eva se podílela od samého začátku na přípravě PZ, nicméně její hlavní role přišla s vlastním měřením v rámci PZ. Pouze pod metodickým vedením školitele, které spočívalo zejména ve formulaci zadání úlohy s odkazem na první – často nedostačující – verzi formálních metodik PZ, provedla většinu dozimetrických měření v podstatě v praktické vedoucí roli. Toto se týká i měření s dozimetrickými systémy dodanými a použitými poprvé v ČR (zejména Sun Nuclear 3DS fantom a Sun Nuclear SRS MapCheck). Během této práce získala unikátní zkušenosti a respekt školitele, kolegů a zástupce dodavatele technologií (Accuray a Sun Nuclear), které na jaře 2022 zúročila ve velmi úspěšné praktické zkoušce, kterou definitivně získala zvláštní odbornou způsobilost SÚJB pro vykonávání PZ a ZDS pro systém Cyberknife. Všechna prezentovaná měření byla provedena studentkou, role školitele a zároveň osoby řídící PZ byla samozřejmě v garanci definitivní metodiky a prezentace výsledků a také v souvisejících pracích na systému pro plánování radioterapie (TPS), nicméně díky své roli hlavní osoby pro praktická konkrétní měření se Eva významně podílela i na optimalizaci resp. určování alternativní metodiky tam, kde se původní metodika ukázala nevhodná nebo nemožná realizovat. Tedy Eva ví o problematice podstatně více, než co by odpovídalo roli pouze měřící osoby konající podle jasně daného pracovního postupu. Eva pracovní postupy spolu-vyvíjela, resp. pomáhala dovytvořit.

Samotná práce je dle mého názoru více, než dostatečně objemná co se týče šířky a hloubky souvisejícího informačního obsahu, je i přehledně členěná: v rámci kapitoly 2 se představuje systém CK se specifiky vůči konvenčním urychlovačům s C-ramenem, včetně problematiky dozimetrie malých

polí a specifické QA, což je důležitá součást zadání práce, protože precizní přístrojová QA je diskutována jako přístup, který – minimálně v případě CK - potenciálně plní potřebu garance přesného doručení klinického plánu a tedy potenciálně kompenzuje potřebu PSQA. Sub-kapitola 2.3 již přímo souvisí se zadáním a uvádí do problematiky PSQA – nejdříve otázky zdůvodnění a efektivity a poté, v kapitole 2.4, otázky metodiky provedení. Obecně, tedy nikoli specificky pro CK. V kapitole 2.4 je pak detailně rozepsaný princip a aspekty praktického použití aktuálního standardu pro kvantitativní porovnání dvou dávkových distribucí – gama analýzy, které hrají zásadní roli při porovnání výsledků ověření výpočtu TPS 2D polem detektorů nebo pomocí bodového detektoru ve vodním fantomu (kapitoly 3.2.5 a 3.2.6 resp. 4.2.4 a 4.2.5 ve výsledcích). Praktická část se pak věnuje popisu předmětného detektoru SRS MapCheck ve spojení s dedikovaným fantomem StereoPhan pro měření kompozitních 2D dávek z CK. Jsou zde také detailně popsány testy, které jsme provedli, resp. vyvinuli v rámci PZ, a které využívají detektor. Posledním objektem práce je úvodní zkoumání proveditelnosti 3D dozimetrického systému pro individuální pole, který byl inspirován vyvíjeným elektronickým systémem XRV-124 a který by byl založen pouze na využití bodového detektoru a standardního vodního fantomu pro polohování – kapitoly 3.3 resp. 4.3 ve výsledcích. V diskuzi a závěru najdeme vyvážené shrnutí výsledků práce s náznaky doporučených výstupů pro pracoviště s CK, nicméně je zde i zřejmé, že Eva si je plně vědoma komplexnosti problému a proto její závěr nekončí jednoznačným doporučením, spíše je sdělení ve formě „*toto jsou faktory, toto jsou zvažované možnosti a toto jsou relevantní výstupy, které jsme získali, závěr zvažte sami*“.

Celkově jsem přesvědčen, že diplomová práce splnila účel a že bylo splněno zadání, ačkoli vzhledem ke komplexnosti tématu mi chybí o něco výraznější „barva“ finálního sdělení vůči relevantním pracovištím ve smyslu dozimetrická verifikace individuálních ozařovacích plánů – ANO či NE a když ANO, tak nejlépe tak a tak a když NE, tak nejlépe tak a tak. Toto jsem jako školitel měl zejména na mysli při formulaci zadání práce, nicméně jde o otázku opravdu komplexní, která svými ambicemi velmi pravděpodobně přesahuje úroveň standardní pro diplomovou práci, tedy tento „nedostatek“ jde jednoznačně za školitelem a zadáním práce a nikoli za diplomantkou.

Jako školitel nemám pochybnosti o schopnostech diplomantky pracovat samostatně v rámci výzkumných i nejkompaktnějších rutinních úkolů a to na úrovni přesahující standardní úroveň absolventa radiologické fyziky FJFI. Během své práce autorka získala výjimečnou zkušenost s unikátním ozařovačem (CK) i dozimetrickým vybavením, které bylo v ČR použito poprvé a jsem přesvědčen, že z těchto zkušeností budou těžit další kolegové v oboru i nadále. Příprava metodik měření, vlastní měření, zpracování dat, analýza, interpretace výsledků i jejich prezentace v písemné formě, to jsou všechno atributy diplomové práce, kterou u diplomantky za sebe nemohu hodnotit jinak než výborně.

Práci doporučuji k obhajobě a navrhuji hodnocení A (výborně).

V Praze 3. 8. 2022

Ing. Pavel Dvořák, Ph.D.