

## Posudek oponenta na disertační práci

- Autor práce:** Ing. Pavel Novotný, ČVUT v Praze
- Pracoviště:** Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská
- Název práce:** Využití polovodičové spektrometrie beta ke stanovení radionuklidové čistoty zdrojů záření beta
- Oponent:** *doc. Ing. Jiří Janda, Ph.D., Ústav OPZHN, Univerzita obrany*

Dizertační práce Ing. Pavla Novotného se zabývá využitím křemíkových polovodičových detektorů ke spektrometrickému stanovení beta radionuklidů. Hlavním důvodem pro spektrometrické stanovení beta radionuklidů byla myšlenka stanovení příměsí (nečistot) v izotopově čistém preparátu. Výzkum tedy cílil na použití v metrologické oblasti. Z hlediska aktuálnosti se jedná o téma přínosné, neboť s rozvojem onkologických pracovišť bude stoupat potřeba radionuklidové kontroly připravovaných radiofarmak. Dizertační práce rozpracovává jeden z možných směrů právě takové kontroly, přičemž cílí na relativně jednoduchou a finančně nenáročnou techniku měření odpařených vzorků SiLi detektory, konkrétně detektory typu PIPS.

Z formálního hlediska je práce členěna klasickým způsobem, kdy je nejprve čtenáři předložena kvalitně, přehledně, srozumitelně a hlavně stručně teorie nezbytná k pochopení podstaty zkoumaného problému. Druhá část práce již obsahuje vlastní experimenty. Ty jsou členěny přehledně do kapitol, jsou k nim vypracovány dílčí diskuze a závěry, což práci opět činí více přehlednou. Práce disponuje celkovým rozsahem 98 stran, z čehož 14 stran tvoří přílohy. Z uvedeného je vidět, že práce se řadí spíše k útlejším titulům, což však nesnižuje její kvality, spíše lze říci, že čtenáře neunavuje zbytečnými a prázdnými texty, které nepřinášejí žádné podstatné informace vztahující se k řešené problematice. Dále kladně hodnotím i oboustranný tisk, který by měl být z hlediska šetrnosti zaveden standardně.

Co se práci z formálního hlediska musí vytknout, je absence kompletního zadání disertační práce, pokynů pro její vypracování a zejména stanovení cílů, které měly být v této práci dosaženy. Bohužel se jedná o vážný nedostatek, který, i když se může zdát jako banální, je velice podstatný z hlediska hodnocení celé práce. Oponent přesně neví, jaké byly stanoveny omezující podmínky, kritéria, cíle a další úkony, které měl autor práce dodržet a z uvedeného důvodu nelze zcela čistě hodnotit splnění stanovených cílů. Tento nedostatek byl konzultován a oponentovi bylo sděleno, že formální cíle jsou ty, které jsou uvedeny v úvodu práce, a skutečně nebylo formálně vypracováno zadání disertační práce.

Vlastní experimentální práce se již zaměřuje úkony spojené s charakterizací detektoru, jeho experimentální ověření, vytvoření modelu v MCNPX a jeho validace. V dalších kapitolách je diskutována odchylka modelu od experimentálních hodnot a dochází k různým korekcím modelu, jako je např. tvar citlivé části detektoru, mrtvé vrstvy a kontaktu, analýza a zpřesnění zdroje připraveného odparem radioaktivní kapaliny. V poslední kapitole se autor úspěšně zabývá možnostmi stanovení radioaktivních příměsí (nečistot) v posuzovaném vzorku pomocí dvou metod. Získané experimentální výsledky jsou velmi dobře konfrontovány jak s teorií, tak jsou i velmi dobře matematicky a statisticky ošetřeny a mají dobrou vypovídací hodnotu. To se následně odráží i v sestavení takového modelu, jehož výsledky jsou statisticky shodné s experimentálně získanými daty. V práci lze postřehnout dvě oblasti, které nebyly dotaženy do konce a to příprava vzorku a stanovení příměsí. Respektive, byly konstatovány nevýhody a limity a tím to bylo ukončeno. Bohužel tyto maličkosti výsledný dojem lehce srážejí a bylo by alespoň vhodné nastínit možný způsob řešení.

Z hlediska novosti poznání lze konstatovat, že bylo provedeno mnoho nových experimentů na poli beta spektrometrie, která není příliš rozvíjeným a atraktivním oborem. Bylo ověřeno, že lze vytvořit vhodný model v MCNPX, který podává věrohodné výstupy, přičemž zdroj největších nepřesností byl nalezen vzorek, respektive příprava vzorku.

Při posouzení splnění cílů práce lze konstatovat, že cíl č. 1 byl beze zbytku naplněn. U cíle č. 2 je posouzení složitější, neboť navržená rutinní metody předpokládá vznik postupu, chcete-li kuchařky, který bude použitelný při měření a podle kterého se lze vždy orientovat. Což úplně v hodnocené práci není. Lze konstatovat, že byly zjištěny, uvedeny a zpracovány dílčí postupy, omezení a návrhy na realizaci, což do jisté míry lze považovat za splnění tohoto cíle.

Získané poznatky v rámci disertační práce byly prezentovány v časopisech s IF (Journal of Instrumentation, 1,454).

K práci mám následující připomínky a otázky:

1. Popis některých rovnic není úplný (viz 1.34, chybí I)
2. Str. 42 – nejsou pouze dva typy předzesilovačů, obecně jsou tři a to proudově citlivý (current sensitive preamplifier).
3. Str. 50, vysvětlivka 7 – je poměrně složitě napsána a je zavádějící. Z uvedeného vyplývá, že elektron s  $E < 10$  keV citlivý objem neopustí a s  $E > 10$  keV opustí. Což vzhledem k rozměrům detektoru je nepravděpodobné.
4. Obr. 2.4 (a jiné) – pokud je obrázek obecně složitější, vyskytuje se na něm více oblastí, pak je vhodné tyto oblasti (části) uvést přímo v popisku obrázku buď s písmeny, nebo šipkami. Je velmi nepřehledné hledat v textu a orientovat se dle barev, přičemž některé jsou si velmi blízké.
5. Tab 2.1 – Čím si vysvětlujete relativně vysoké hodnoty D u některých nuklidů-energií (viz Mn-57, Pb-210, Ba-133 atd.).
6. Použití techniky mikro-XRFA sice dokáže zjistit morfologii povrchů, avšak v daném okamžiku nelze pohlížet na tuto metodu jako relativně jednoduchou a rychlou, jež může být implementována v různých dozimetrických laboratořích, což byl zřejmě i jeden z cílů práce. V neposlední řadě je i diskutabilní stanovení případných lehkých prvků.

7. V závěru uvádíte (3. odstavec) – „Hlavním přínosem práce je návrh metodiky pro stanovení radionuklidové čistoty...“ Práci jsem důsledně prošel a splnění uvedeného cíle, tedy navrženou METODIKU (tak jak je definována jako druh výsledku) jsem nikde nenalezl. Prosím o upřesnění, co bylo myšleno pod tímto vyjádřením a to zejména k deklarovanému výzkumnému cíli 2.
8. Porovnejte Vaši použitou metodu (polovodičová spektrometrie) s kapalinovou scintilací. Jaké by byly rozdíly ve spektrech, účinnosti měření, přesnosti stanovení aktivity a náročnosti přípravy vzorku?
9. Jakou jinou vhodnou metodu přípravy vzorků byste doporučil namísto odpařování? Tvrzení podložte argumenty.

Závěrem lze konstatovat, že disertand dospěl v procesu řešení úkolů daných zadáním práce k řadě zajímavých poznatků. Práce splňuje podmínky pro disertační práci v daném oboru, a proto **doporučuji** práci přijmout jako podklad pro závěrečnou obhajobu a po jejím úspěšném absolvování udělit disertandovi titul Ph.D.

Ve Vyškově dne 12. 5. 2021