

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

V Plzni 30. srpna 2014

Posudek disertační práce Mgr. TOMÁŠE FRANCE na téma VYBRANÉ GRAVITAČNÍ JEVI VE VESMÍRU A JEJICH PŘIBLÍŽENÍ STŘEDOŠKOLÁKŮM

Disertační práce pana Mgr. Tomáše France se zabývá problematikou **slapových jevů a gravitačního manévru**, která je pro studenty středních škol **velmi inspirující**. Poctivé a fyzikálně správné a důkladné vysvětlení obou jevů se však v běžných učebnicích nevyskytuje, ať už pro svůj rozsah, či pro svou ne zcela triviální podstatu. Velmi častá jsou však vysvětlení fyzikálně nesprávná, například slapové jevy na Zemi se v nejednom učebním textu či na internetu vysvětlují větší gravitační silou od Měsíce na přivrácené straně a menší gravitační silou na straně odvrácené. Proto **je třeba autorovu snahu o podrobné vysvětlení jevu považovat za velmi přínosnou**. Vytvořené animace, které na základě reálných dat týkajících se letu sond vhodně doplňují teoretický rozbor jevů, jsou pro dokreslení problematiky názorné a dokladují praktický význam rozebraných jevů.

Autor svou práci rozčlenil logicky do tří hlavních oddílů. **První oddíl se věnuje teoretickému rozboru slapových jevů a jejich důsledku**. Snahou autora bylo vytvoření textu, který by byl srozumitelný i středoškolským studentům. Vznikl tak text, který splňuje jak podmínku věcné správnosti, tak i podmínku srozumitelnosti. Navíc tím, že autor slapové jevy rozebírá zprvu ve zjednodušené podobě a pak postupně použité zjednodušující předpoklady důkladně diskutuje, **vznikl text didakticky názorný** a vhodný pro studenty s různou počáteční fyzikální výbavou. Srozumitelnost textu podtrhují mnohé barevné obrázky, které ilustrují zkoumané jevy. Tato skutečnost zároveň ukazuje na **důkladnost, se kterou autor k disertační práci přistoupil**.

Kladně hodnotím i druhou část disertační práce, která je věnována **rozboru gravitačního manévru**. I tato část je zpracována se zřetelem na cílovou skupinu středoškolských studentů. Teoretické vysvětlení vychází z prostředků, které mají středoškoláci k dispozici, zejména **ze zákona zachování energie**, což je správný postup. Pro hloubavější studenty zvláště z řad řešitelů fyzikální a astronomické olympiády by však podle mého názoru bylo podnětné doplnit i to, proč k vysvětlení jevu *autor nevyužil zákona zachování momentu hybnosti*. Konkrétně se jedná o výpočet změny rychlosti planety uvedený na stranách 79 a 80. Budu potěšen, když autor na tuto otázku odpoví v rámci obhajoby práce.

Kromě teoretického rozboru obsahuje tato část i **podrobné informace o gravitačních manévrech dosud vypuštěných kosmických sond**. Názornost této části textu zvyšují kromě množství ilustrací i animace letů sond s manévrem. Tyto animace představují unikátní soustavu animací gravitačních manévru. Nevím, **zda by použité prostředky umožnily kromě digitálních údajů**

také **grafický výstup veličin**, zejména okamžité rychlosti sondy. Při sledování letu sondy je totiž obtížně realizovatelné zvládnout souběžně sledovat let sondy a současně číselné hodnoty okamžité rychlosti sondy. I tak však **jsou animace velkým přínosem disertační práce** pro pochopení podstaty gravitačního manévru a jejich počet (17) je značný. Vzniklá práce tak spojením textu, ilustrací a animací vytváří komplexní výukový materiál.

Třetí oddíl disertační práce je věnován **didaktickému výzkumu znalostí středoškolských studentů o problematice slapových jevů a gravitačního manévru**. Uskutečněný výzkum mezi 800 studenty 13 gymnázií České republiky, tedy ve vysokém počtu respondentů, v první řadě potvrdil potřebnost studijního textu o obou jevech, protože **odpovědi studentů vykazují značné rozdíly** mezi dosti dobře informovanými studenty a relativně dosti velkou skupinou studentů neinformovaných, kteří jsou schopni volit naprosto iracionální a spekulativní odpovědi na položené otázky. **Je však otázkou, zda je provedený výzkum dostatečně věrohodnou sondou do znalostí středoškoláků v České republice**. I když byla oslovená gymnázia zvolena víceméně náhodně, *mohl vzniknout výběrový efekt tím, že dotazník ve svých třídách použili jen někteří oslovení učitelé*. Považuji za důležité, aby se autor při obhajobě pokusil i na otázku výběrového efektu odpovědět, i když je mi jasné, že odpověď musí být do jisté míry spekulativní.

Důkladný didaktický rozbor by kromě uvedených dotazníků a jejich podrobného rozboru měl obsahovat také výchozí hypotézy a jejich kvantitativní rozbor. **Přivítal bych rovněž exaktněji vyjádřený cíl výzkumu**, než autor uvádí na straně 83: „...cílem bylo zjistit znalosti žáků českých středních škol o letech kosmických sond a slapových jevech a odhalit možné miskoncepce.“ Je rovněž škoda, že **autor neprovedl před svým výzkumem rešerši** toho, zda se podobnou otázkou již někdo v českých zemích či v zahraničí nezabýval, protože srovnání s jinými výzkumy by dodalo práci ještě vyšší kvalitu. Přesto třetí oddíl disertační práce považuji za **dostatečně prukaznou a fundovaně zpracovanou sondu do znalostí českých středoškolských studentů**.


Disertační práce je **velmi čtivá a přehledná** a přináší komplexní pohled na slapové jevy a na gravitační manévry. Při jejím zpracování **autor osvědčil přehled** o uvedené problematice a pečlivou práci s použitou literaturou. Navíc prokázal své **pedagogické schopnosti tím, že se mu podařilo z množství informací vystihnout ty nejpodstatnější a klíčové**. Jak jsem uvedl výše, názornost a srozumitelnost textu podtrhl zařazením značného množství barevných ilustrací většinou vlastních, a vytvořením významného počtu animací, dokreslujících zkoumanou problematiku. Bylo by škoda, aby text zůstal dostupný relativně malému počtu čtenářů. **Doporučuji proto jeho rozšíření pro potřeby středoškolských studentů publikováním v časopisech či vydáním textu jako samostatné publikace**, například v rámci Knihovničky FO. Jsem připraven být autorem v tomto nápomocen.

Kladný dojem umocňuje kromě výše uvedených pozitiv též **absence věcných chyb či chyb ve fyzikálních vztazích**. Z věcných nepřesností uvedu jen jednu ze strany 97, kde autor píše ve snaze o co největší přiblížení problematiky studentům o „pohybu setrvačností v gravitačním poli Slunce“. Je otázkou, zda podobná nepřesnost ve vyjadřování nemůže vést k tomu, že studenti vnímají pohyb družic mezi Zemí a Marsem za přímočarý. V práci jsem zahlédl jen **zanedbatelný počet prohřešků gramatických** (například na s. 122, 4. ř. zdola ve shodě podmětu s přísudkem, na s. 124 v 9. řádce shora přebytečnou čárku) a překlepů (například na s. 120 v 6. ř. shora).

Disertační práce přes několik výše zmíněných víceméně drobných nedostatků vykazuje **ohromné množství práce** vykonané autorem Mgr. Tomášem Francem. Jejím výsledkem je **didakticky názorné a důkladné zpracování fyzikálního vysvětlení dvou jevů** běžně se vyskytujících v informacích o letech kosmických sond i v běžném životě. Výzkumnou sondou autor prokázal svou hypotézu, že podrobná znalost obou jevů našim středoškolákům chybí. Při této výzkumné sondě zároveň **odhalil několik miskoncepí v představách studentů**, jejichž vý-

zkum by mohl ukázat, kde vznikají a jak je odstraňovat. Zajímavé by bylo rovněž zjištění, zda se se stejnými problémy setkávají i v ostatních státech.

Na základě uvedeného hodnocení disertační práci hodnotím jako práci splňující podmínky kladené na disertační práci a doporučuji ji k obhajobě. Autor svou disertační práci prokázal předpoklady k samostatné tvořivé práci. Po úspěšné obhajobě doporučuji udělení titulu Ph.D.



RNDr. Miroslav Randa, Ph.D.
oponent disertační práce

