

Kvantitativní a kvalitativní úlohy ve výuce fyziky

Úvod

Řešení úloh hraje velmi významnou roli nejen ve výuce fyziky. Fyzikální úloha je nějaká situace předložená žákovi k řešení, diskuzi či dalšímu zkoumání. Na úlohách lze demonstrovat aplikace probrané teorie v praxi. Zároveň si během řešení úloh žáci upevňují své znalosti a prohlubují pochopení dané látky. Úlohy pak také mohou sloužit k prověřování vědomostí žáků. Některé typy úloh mohou naopak povzbuzovat tvořivost žáků a být tak účinným nástrojem pro vyučující z hlediska vývoje žáků v tomto směru.

Během svého vlastního studia fyziky na základní a střední škole jsem se většinou setkala spíše s úlohami, pro jejichž vyřešení stačilo znát „správný vzoreček“, aniž bych musela chápat fyzikální podstatu za ním. Proto jsem se rozhodla zabývat tím, jaké typy úloh by bylo vhodné do hodin fyziky zařadit. Přesněji řečeno, jaké mají různé typy úloh výhody a k čemu je lze ve výuce využít.

Typy fyzikálních úloh

Jak již bylo zmíněno, fyzikální úloha je formulace nějakého požadavku na činnost žáků, kterou pak za daných předpokladů a podmínek plní [1]. Klasifikace fyzikálních úloh je však velmi obsáhlá, a proto se zaměřím především na dělení úloh podle formální povahy na kvantitativní a kvalitativní.

Kvantitativní úlohy jsou takové, při jejichž řešení je nutné provést výpočet nějaké veličiny ze vzorce či algebraickou manipulaci se zadanými veličinami [2]. Mohou být jednodušší, kde vystačíme s jednoduchými numerickými úkony. Některé lze řešit z paměti nebo pomocí jednoduchých úsudků. Obtížnější úlohy vyžadují složitější algebraické úpravy vzorců. Řadí se sem i některé grafické a geometrické úlohy.

Kvantitativní úlohy slouží často k procvičování látky, aby se žáci naučili pracovat s danými fyzikálními zákony či novými veličinami atd. Na druhém stupni základních škol a středních školách se většinou řeší dobře strukturované a uzavřené úlohy, které obsahují všechny potřebné informace a cíl úlohy je jasně stanovený [2].

Příklad kvantitativní úlohy:

„Z vrcholu věže vysoké 80 m spadne cihla dolů. S jakou rychlostí dopadne na zem u paty věže?“

Hlavní výhodou těchto úloh je, že jsou na ně žáci relativně zvyklí. Podobné úlohy mohou řešit i v matematice, jakožto aplikační slovní úlohy. Tento typ je také vhodný k jednoduchému a rychlému přezkušování, jelikož hodnocení kvantitativních úloh není tak obtížné. Výsledek bývá jednoznačný (nějaké číslo) a postup k jeho dosažení také bývá jediný, nebo existuje jen pár dalších možných variací tohoto postupu.

Nevýhodou těchto úloh je, že žáci je mohou řešit pomocí nějakého naučeného algoritmu, aniž by byli nuceni hlouběji zkoumat fyzikální pozadí úlohy. Proto analýzu problému většinou přeskakují a rovnou se vrhají do dosazování do vzorců a dalších výpočtů. Žáci pak mohou dojít ke správnému výsledku i špatným postupem. S tím souvisí i to, že si ani nemusí všimnout, že jejich odpověď nedává smysl [2].

Další nevýhodou je fakt, že se v těchto úlohách dost často procvičují spíše matematické úpravy vztahů než samotné fyzikální zákonitosti. Uznávám, že žáci by měli být schopni udělat zápis a rozbor situace, nalézt obecné řešení a následně dosazením získat výslednou hodnotu. Avšak si myslím, že hodiny fyziky by neměly sloužit k dodatečnému procvičování učiva z hodin matematiky.

Mezi kvalitativní úlohy se řadí ty, jejichž řešení nevyžaduje použití matematicky vyjádřených fyzikálních zákonů. Zkoumané jevy jsou diskutovány a vysvětlovány pomocí získaných fyzikálních poznatků. Kvalitativní úlohy bývají často uvozené otázkou (např. „Proč...?“). Mohou být zadané obrázkem nebo vycházet z experimentu. Řadí se sem i některé úlohy s neúplným zadáním které vyžadují hlubší diskuzi [1].

Příklad kvalitativní úlohy [3]:

„Dva chlapci jsou v lodkách plujících na hladině jezera. Chlapec v jedné loďce odstrkuje druhou loďku. Která z loďek se dá do pohybu?“

Mezi výhody kvalitativních úloh patří již zmíněné upozadění matematické stránky problému, která má pouze pomocnou roli. Tyto úlohy jsou vhodné k motivaci a aktivizaci žáků. Zařazení kvalitativních úloh také pomáhá k rozvoji logického myšlení a hlubšímu pochopení fyzikální podstaty jevů. Žáci se navíc učí debatovat a podkládat své názory relevantními argumenty při diskuzi těchto úloh.

Nevýhodou kvalitativních úloh může být například větší časová náročnost na přípravu, důkladné rozmyšlení i následné prodiskutování ve třídě. Žáci potřebují jistou průpravu v řešení těchto úloh. Pokud na ně nejsou zvyklí, mohou jim dělat větší problémy. Tyto úlohy také nemusí vyhovovat všem žákům.

Dalším problémem je hodnocení těchto úloh, které je obtížnější. Tyto úlohy bývají často divergentní, a tak jejich řešení nemusí být jednoznačné. Neexistuje jednotná strategie při řešení a dost často je potřeba mít „šťastný nápad“, důvtip a zkušenost s obdobnými úlohami.

Kromě právě uvedeného dělení fyzikálních úloh podle formální povahy je vhodné se podívat i na dělení úloh dle didaktické role. To je ve stručnosti následovně [1]:

- motivační,
- výkladové,
- ověřovací,
- procvičovací,
- opakovací,
- prověřovací,
- soutěžní,
- heuristické,
- problémové.

Z hlediska zaměření této práce je pravděpodobně nejzajímavější poslední kategorie úloh, problémové úlohy, avšak tímto nechci nijak snižovat význam ostatních typů, které jsou stejně tak důležité.

Problémové úlohy patří mezi méně tradiční úlohy. Mohou se mezi ně řadit jak některé kvalitativní, tak i kvantitativní úlohy. Tyto úlohy však vždy vyvolávají nějakou problémovou situaci, například překážku, k jejímuž překonání je potřeba tvůrčí hledání nových poznatků, činností, způsobů jednání [4].

Příklad problémové úlohy [5]:

„Vyber a zdůvodni správnou odpověď: Jestliže Měsíc „couvá“, je zastíněna Zemí

- a) jeho levá část (z pohledu ze Země),*
- b) jeho pravá část,*
- c) ani jedna odpověď není správně.“*

Úpravy kvantitativních úloh

Jak již bylo řečeno, tradičně zařazované kvantitativní úlohy jsou přes své možné nevýhody ve výuce fyziky velice potřebné. Existuje však mnoho možností jak z těchto úloh „vytěžit“ více než jen správný číselný výsledek.

Jedním ze způsobů, jak dosáhnout jisté větší „problémovosti“ úlohy, je přeformulování zadání či přidání doplňujících otázek. Použiji příklad kvantitativní úlohy, kterou jsem již uvedla výše a budu se jí snažit doplnit dalšími otázkami, a zvýšit tak její obtížnost (inspirováno [2]).

V prvním případě přibyly otázky ohledně použitého fyzikálního zákona a podmínek jeho platnosti:

„Z vrcholu věže vysoké 80 m spadne cihla dolů. S jakou rychlostí dopadne na zem u paty věže? Na jaký fyzikální zákon se řešení této úlohy odkazuje? Jaké podmínky musí být splněny? Následně úlohu vypočtete.“

Žák zde musí nejen úlohu správně vyřešit, ale musí také okomentovat svůj postup a zamyslet se, zda je jím zvolený přístup opravdu vhodný. Toto rozšíření úlohy nabádá k větší a důkladnější analýze fyzikálních situací.

Další možností, jak zadání úlohy učinit obtížnější, je zeptat se žáků na smysluplnost a reálnost zadané situace:

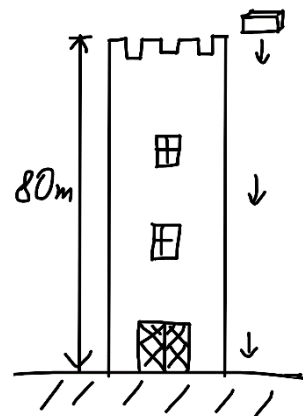
„Z vrcholu věže vysoké 80 m spadne cihla dolů. Na zem dopadne za 10 s. Rozhodněte, zda je daná situace reálná.“

Tentokrát žák nemusí úlohu vyloženě počítat, ale musí se zamyslet nad reálností uvedené výpovědi, přičemž může vycházet i z vlastních zkušeností. Svou odpověď pak může podpořit číselným výpočtem. Aktivita slouží k utváření představy o reálných hodnotách výsledků.

Nemusíme však úlohu vždy zadávat slovně, proto se nabízí příklad zadat s využitím obrázku:

„Na obrázku vidíme věž, z jejíž ochozů padá dolů cihla. S jakou rychlostí dopadne na zem?“

Žáci musí analyzovat nejen slovní zadání úlohy, aby zjistili, co přesně je po nich požadováno, ale především musí získat veškeré potřebné informace z náčrtku situace. Následně pokračují v řešení úlohy tak, jak jsou zvyklí. Ale i tato modifikace zvýší obtížnost úlohy.



Zajímavým způsobem, jak práci s kvantitativními úlohami rozvinout ještě dále, je nechat žáky vymyslet vlastní zadání úlohy [6]. Jedná se však o velmi otevřené úlohy, které mají nekonečně mnoho možných řešení. Proto je i jejich hodnocení mnohem složitější.

Žáci (ale i samotný vyučující) se s podobnými úlohami musí postupně seznamovat a získat určitý cvik při jejich řešení. Po osvojení nového způsobu práce však dochází k rychlému zlepšení v řešení divergentních úloh. Tento typ úkolů totiž podporuje tvořivost a představivost.

Kdybych chtěla použít tuto metodu na svou vzorovou úlohu, mohlo by zadání vypadat následovně:

„Vymyslete úlohu na volný pád, aby doba pádu byla 4 s.“

I v tomto případě musí žáci počítat a zjistit tak, z jaké výšky volný pád probíhá. Následně je už jen na jejich představivosti, jaké zadání vymyslí. Pokud jsou žáci v tomto způsobu práce zvyklí, i zde po nich samozřejmě můžeme chtít, aby nakreslili obrázek jako zadání úlohy. Další možných modifikací existuje mnoho.

Závěr

Netroufám si říct, zda jsou kvalitativní úlohy vhodnější než kvantitativní úlohy. Na tuto otázku podle mne neexistuje odpověď. Už jen proto, že význam těchto typů je rozdílný a oba do výuky fyziky neodmyslitelně patří.

V této práci jsem se snažila ukázat, že zadání tradičních kvantitativních úloh lze upravit do mnohem obtížnější podoby, a rozvinout tak schopnosti žáků ve více oblastech. Pro tyto úlohy už není vhodné klasické dělení na kvantitativní a kvalitativní, protože se v nich objevují prvky z obou kategorií. Nejlepší označení je asi problémové úlohy.

Zaleží pak na každém vyučujícím, které příklady ve své výuce upřednostní, ačkoliv je také nutno brát v úvahu, že každému vyhovuje trošku něco jiného. Tomu je koneckonců nutné výuku vždy přizpůsobit.

Zdroje

- [1] HEJNOVÁ, Eva. *Didaktika pro 2. st. ZŠ 2. díl* [online]. 2011 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: http://physics.ujep.cz/~ehejnova/Didaktika/Didaktika_fyziky_II.pdf
- [2] SNĚTINOVÁ, Marie. *Quantitative physics tasks* [online]. 2015 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/79715/140045385.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [3] SVOBODA, Emanuel, Milan BEDNAŘÍK a Miroslava ŠIROKÁ. *Fyzika pro gymnázia: Mechanika*. 5., přeprac. vyd. Praha: Prometheus, 2013. ISBN 978-80-7196-431-5.
- [4] SVOBODA, Emanuel. *Didaktika fyziky: Metody výuky fyziky* [online]. [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: https://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/didaktika/DF_METODY.pdf
- [5] KOUDELKOVÁ, Irena. *Problémové úlohy a experimenty* [online]. 2007 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: <https://kdf.mff.cuni.cz/heureka/Clanky/Problemoulohy-Vlachovice07.doc>
- [6] MEŠKAN, Václav. *Tvůrčí řešení problémových úloh* [online]. 2011 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: <http://fyzweb.cz/materialy/vlachovice/2011/prispevky/003-meskan-prispevek.pdf>