

Ohmův zákon a výuka fyziky na základní škole

OLDŘICH LEPIL

Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc

V lednu 2021 zveřejnilo MŠMT ČR upravenou verzi Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání (RVP ZV), který bude platit od 1. září 2021 [1]. Nejrozsáhlejší změnou je rozšíření vzdělávacího programu informatiky a to si vyžádalo úpravy v jiných oblastech vzdělávání. Výrazné jsou tyto zásahy do vzdělávacího oboru fyziky, což vyvolalo řadu kritických ohlasů. Výhrady k úpravě RVP ZV vyjádřila také Jednota českých matematiků a fyziků otevřeným dopisem ministru školství, k němuž se připojila řada osobností převážně akademické sféry [2]. Nesouhlasný postoj v dopisu poukazuje na dva škrty v RVP ZV, které se týkají Newtonových zákonů a přeměn různých forem energie. Stranou však zůstal jiný klíčový poznatek, který patří k tradičnímu učivu již na základní škole a v původní verzi RVP ZV je označen jako očekávaný výstup: *F-9-6-04 využívá Ohmův zákon pro část obvodu při řešení praktických problémů*. Tento výstup je nahrazen jiným, jehož obsah se však týká magnetického pole a elektromagnetické indukce. Z učiva o elektrickém proudu tak zůstávají v RVP ZV jen ty nejtriviálnější kvalitativní poznatky, vyjádřené hesly: **elektrický obvod** – zdroj napětí, spotřebič, spínač. Znovu se ukazuje, že RVP ve své stručnosti a obecnosti jsou nedostatečným podkladem pro tvorbu Školních vzdělávacích programů (ŠVP) vytvářených samotnými učiteli a odpovědnost za úroveň vzdělání se tak přenáší ze školských orgánů na konkrétní učitele.

Stěží si lze dnes představit učitele fyziky, který by se s takto deklarovaným učivem spokojil a nevyužil bohatých a rozmanitých možností, jak úvodní poznatky o elektrickém proudu v současných podmínkách názorně a srozumitelně vyložit. Experimentální ověření vztahu mezi elektrickým

napětím a proudem je také nesrovnatelně jednodušší, než ověřit platnost Newtonových zákonů, na něž se otevřený dopis JČMF přednostně zaměřil. Připomeňme v té souvislosti jistou obtížnost objasnění poměrně abstraktního pojmu *setrvačnost* nebo známé problémy s formulací 2. *Newtonova zákona* při absenci pojmů zrychlení v učivu základní školy, popř. problémy s vyjádřením gravitační síly pomocí vágně definované konstanty g .

Ohmův zákon, který *Georg Simon Ohm* objevil a v roce 1827 publikoval, můžeme považovat za jeden z klíčových milníků vývoje lidského poznání a kultury. Cesta Ohmova zákona do učebnic fyziky však nebyla jednoduchá a rychlá, jak jsme tomu byli svědky třeba u rentgenového záření, které se jako *paprsky X* stalo učivem krátce po objevu. V učivu elektřiny mnoho let dominovaly především jevy elektrostatiky a poznatky o magnetech, které postupně obohacovaným poznatkům tzv. *galvanické elektřiny* obvykle předcházely.

Dobře je to patrné z vývoje osnov pro střední školy, v nichž lze identifikovat několik vývojových etap. Aniž bychom se vraceli do příliš vzdálené minulosti, uvedeme jen, že ve 20. století se výuka fyziky po dlouhé období odvíjela od osnov z roku 1908. V malé míře do nich po vzniku Československa zasáhla jen reforma z roku 1919. V osnovách pro nižší střední školy bychom však v tomto období Ohmův zákona hledali marně. Učivo se věnovalo prakticky jen kvalitativním poznatkům o tepelných, světelných, elektrolytických a magnetických účincích elektrického proudu. I tak je to mnohem víc, než po sto letech požaduje současný RVP ZV.

Tento stav vývoje osnov fyziky se v té době stal rovněž předmětem kritiky ze strany Jednoty českých matematiků a fyziků. Při JČMF vznikla komise, která vytvořila a v roce 1920 publikovala návrh nových učebních osnov fyziky pro střední školu. Výuka fyziky začínala v III. ročníku nižšího stupně střední školy (žáci ve věku 13 až 14 let) dvěma týdněmi hodinami (později byl rozsah výuky v tomto ročníku rozšířen o jednu další hodinu). Již do tohoto úvodního ročníku fyzikálního vzdělávání byla v poměrně velkém rozsahu zařazena výuka elektřiny a poprvé se zde v textu návrhu JČMF objevuje heslo osnov *Ohmův zákon*.

Není bez zajímavosti, že také v tomto, moderněji pojatém návrhu stále ještě přetrvává důraz na učivo elektrostatiky, jak je to patrné z části osnov, které uvedeme ve zkráceném znění (převzato z [3]):

Elektřina. *Elektrování třením, základní zjevy a pojmy (druhy náboje, vzájemný účinek mechanický); vodivost látek. Elektroskop. Elektrostatická indukce, pole elektrické. Sídlo náboje na vodiči, hustota povrchová. Účinek*

hrotů na vodivost vzduchu. Z přístrojů: elektrika třecí, elektrofor, Franklinova deska, leydenská láhev.

Ze zdrojů elektrochemických uvedou se jen tyto druhy článků: Voltův, Leclanchéův, Danielův, akumulátor.

Elektrický proud ustálený. Intensita proudu definuje se elektrochemickým rozkladem zředěné kyseliny sírové, odtud stanoví se výměr ampéru. Zákon Ohmův. Odpor vodiče. Jednotka ohm. Závislost odporu na geometrickém tvaru vodiče. . . .

K definitivnímu včlenění Ohmova zákona do osnov fyziky na nižším stupni střední školy však došlo až v nových, podstatně přepracovaných osnovách z roku 1933 a na základě těchto osnov se Ohmův zákon až do současnosti stal již tradiční součástí učebnic fyziky pro tento typ školy. K nejužívanějším učebnicím odpovídajícím osnovám z 30. let patří učebnice [4], která vyšla v roce 1934. Ohmův zákon je v ní vyložen s připomenutím analogie s prouděním vody způsobem, který je patrný z obr. 1.

Až ve druhé polovině 40. let 20. století došlo k dalším změnám učebních osnov fyziky, které vzešly z diskuse odborné veřejnosti iniciované Výzkumným ústavem pedagogickým a ze srovnání obsahu šesti učebnic, používaných tehdy na měšťanských školách [5]. Zatím co např. Newtonovy zákony návrh učiva pro školy tzv. II. cyklu v té době ještě neobsahuje, Ohmův zákon je již jeho pevnou součástí.

Podle vyjádření *Národního pedagogického institutu* [6] byla aplikace Ohmova zákona (výstup F-9-6-04) vyřazena z toho důvodu, že žáci vnímají Ohmův zákon formálně a k řešení praktických problémů je vhodnější širší znalost jevů v elektrickém obvodu v pojetí odpovídajícím výuce na střední škole. Můžeme připustit, že první učebnicové zpracování Ohmova zákona je poměrně strohé a mohlo by vést k představě o formálním přístupu žáků k jeho kvantitativnímu vyjádření. Od počátku se však předpokládal výklad založený na experimentu, i když to s použitím dnes už prakticky neznámých galvanometrů ve srovnání se současnými digitálními multimetry nebylo až tak jednoduché. Na tomto experimentálním přístupu je také založen výklad Ohmova zákona prakticky ve všech současných učebnicích fyziky. Je to jedna z nemnoha možností, jak klíčový fyzikální zákon, základ tak významného technického oboru, jakým je elektrotechnika, zpřístupnit žákům jednoduchým a snadno realizovatelným experimentálním postupem. Ten pak může být exemplárním příkladem zpracování dat získaných z reálného děje matematicky, tabelárně a graficky s použitím prostředků IT.

72. Zákon Ohmův. Síla vodního proudu závisí na přetlaku v potrubí a tím na rozdílu výšek hladin. Podobně lze očekávat, že proud elektrický závisí na napětí.

Zapojíme-li do vedení od akumulátoru určitý odpor, ukáže galvanometr jistý proud. Spojíme-li 2 akumulátory za sebou (2krát větší napětí), je při též odporu proud 2krát větší; při 3 akumulátorech za sebou jest proud 3krát větší, atd.

Totéž se opakuje i při jiném stálém odporu.

Proud je při stálém odporu přímo úměrný napětí.

Při napětí	1 V	6 V	6 V	E V
jde odporem	1 Ω	1 Ω	3 Ω	R Ω
proud	1 A	6 A	6 A : 3 = 2 A	$I = E : R$.

Odtud vyplývá zákon Ohmův:

Proud v ampérech se vypočte, jestliže napětí ve voltech dělíme odporem v ohmech.

$$I = \frac{E}{R}.$$

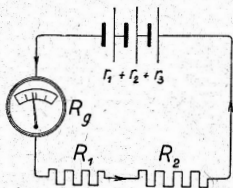
Z pravidel o dělení a o děliteli vyplývají hned věty další:

$$E = IR, \quad R = \frac{E}{I}.$$

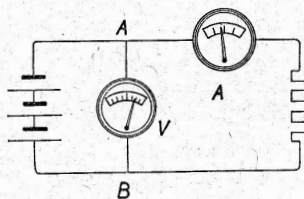
Napětí rovná se součinu z proudu a z odporu.

Odpor rovná se napětí dělenému proudem.

2. Jde-li proud z odporu do odporu, pravíme, že jsou odpory spojeny za sebou (obr. 126). Při výpočtu proudu je třeba klásti



Obr. 126. Spojení odporů za sebou (seriově).



Obr. 127.

za R v Ohmově zákoně odpor celého vedení, který se rovná součtu všech odporů, čítaje v to i odpor elektrolytu článků (t. zv. vnitřní odpor), odpor galvanometru atd.

Úlohy: 1. Jaký proud dává baterie 2 akumulátorů (po 2 V) spojených za sebou, je-li vepjat odpor 1,1 Ω , ampérmetr s odporem 0,8 Ω a je-li vnitřní odpor jednoho článku 0,05 Ω ? (2 A.) — 2. Z baterie jde proud 2 A odporem 3,6 Ω . Jaké jest napětí baterie, má-li ampérmetr odpor 0,4 Ω ? (8 V.) — 3. Jaký odpor má v určitém případě lidské tělo, když jím protéká při 20 V proud 0,0005 A? (40.000 Ω .)

Obr. 1 První učebnicové zpracování Ohmova zákona v [4]

Ať už tedy bude formulace očekávaných výstupů nebo učiva v RVP ZV jakákoliv, nelze pochybovat o tom, že ve školské praxi, v jednotlivých ŠVP vytvořených učiteli bude Ohmův zákon zachován tak, jak to již před sto lety JČMF požadovala.

Literatura

- [1] Přehled změn v RVP ZV. Dostupné na: <https://revize.edu.cz/prehled-zmen-v-rvp-zv>.
- [2] Patří Newtonovy zákony do základní školy? Dopis fyziků ministru MŠMT. Dostupné na: <https://jcmf.cz/?q=cz/node/2038>.
- [3] Vašek, L.: Příspěvek k hodnocení vývoje učebních osnov fyziky na našich středních školách. Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc 1965, habilitační spis (rukopis).
- [4] Ryšavý, V.: Fysika pro nižší třídy středních škol. JČMF, Praha. 1934.
- [5] Špaček, M.: Úvodní poznámky k osnovám fyziky. Časopis pro pěstování matematiky a fyziky, roč. 71 (1946), Suppl., D88–D93. Dostupné na: <http://dml.cz/dmlcz/122836>.
- [6] Vyjádření k redukcím v RVP ZV. Dostupné na: <https://revize.edu.cz/files/npi-vyjadreni-k-redukcim-v-rvp-zv.pdf>.

Úpravy RVP ZV pohledem učitele základní školy

FRANTIŠEK JÁCHIM

Základní škola Strakonice, Dukelská

V lednu tohoto roku byl publikován *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání* [1] se zapracovanými změnami motivovanými potřebou posílení obsahu a rozsahu výuky informatiky. Tato změna spočívá ve vložení Vzdělávací oblasti 5.3 Informatika se vzdělávacím oborem Informatika 5.3.1 ([1, str. 38–43]). Současně je v učebním plánu definována její