



VOJTĚCH ŽÁK

**KVALITA  
FYZIKÁLNÍHO  
VZDĚLÁVÁNÍ  
V RUKOU  
UČITELE**

KAROLINUM

# Kvalita fyzikálního vzdělávání v rukou učitele

Vojtěch Žák

---

Recenzovaly:

RNDr. Eva Hejnová, Ph.D.

prof. RNDr. Danuše Nezvalová, CSc.

Vydala Univerzita Karlova

Nakladatelství Karolinum

Grafická úprava Jan Šerých

Sazba DTP Nakladatelství Karolinum

Vydání první

© Univerzita Karlova, 2018

Text © Vojtěch Žák, 2018

Illustrations © Marie Snětinová, 2018

ISBN 978-80-246-4126-3

ISBN 978-80-246-4145-4 (online : pdf)



Univerzita Karlova  
Nakladatelství Karolinum 2019

[www.karolinum.cz](http://www.karolinum.cz)  
[ebooks@karolinum.cz](mailto:ebooks@karolinum.cz)



*Napsáno v Českých Budějovicích, Táboře a Praze*



# OBSAH

Úvodem .....	11
<b>1. Od pojmu kvalita ke kvalitě fyzikálního vzdělávání .....</b>	<b>15</b>
1.1 Úvod .....	15
1.2 Pojem kvalita obecně .....	16
1.2.1 Úvodní vymezení pojmu kvalita .....	16
1.2.2 Kvality primární a sekundární .....	16
1.2.3 Kvalita a kvantita .....	17
1.2.4 Kvalita jako vlastnost a hodnota .....	18
1.3 Kvalita v souvislostech se vzděláváním .....	19
1.3.1 Úvod .....	19
1.3.2 Pojem kvalita v síti dalších pojmů v oblasti vzdělávání .....	20
1.3.3 Od kvality makroúrovně po kvalitu mikroúrovně .....	21
1.3.4 Kvalita učitele .....	23
1.3.5 Kvalita oborového vzdělávání .....	25
1.3.6 Pojetí kvality fyzikálního vzdělávání v dalších částech této knihy .....	26
<b>2. Výzkumný nástroj ke zkoumání kvality výuky fyziky na základě pozorování – nástroj ZAKVAF .....</b>	<b>29</b>
2.1 Tvorba nástroje ZAKVAF .....	29
2.2 Popis nástroje ZAKVAF .....	31
2.2.1 Popis obsahu a struktury nástroje ZAKVAF .....	31
2.2.2 Postup při použití nástroje ZAKVAF .....	32
2.3 Vlastnosti použití nástroje ZAKVAF .....	33
2.3.1 Validita .....	33
2.3.2 Reliabilita .....	34
2.4 Přijetí nástroje ZAKVAF odbornou komunitou .....	35
2.4.1 Vyzdvižení metodologické a etické korektnosti .....	35
2.4.2 Výhody a limity expertního šetření .....	36
2.4.3 Inspirace ke zkoumání kvality výuky cizího jazyka .....	37
2.4.4 Podklad k diskusi předem strukturované reflexe .....	37
<b>3. Výzkumy kvality výuky fyziky na základě pozorování a rozhovorů .....</b>	<b>39</b>
3.1 Výzkum kvality výuky začínajících učitelů fyziky .....	39
3.1.1 Úvod a vymezení problému .....	39
3.1.2 Metodologie .....	40
3.1.3 Výsledky .....	44
3.1.4 Závěr a diskuze .....	56

3.2	Longitudinální výzkum kvality výuky zkušených učitelů fyziky .....	59
3.2.1	Úvod a vymezení problému .....	59
3.2.2	Metodologie .....	60
3.2.3	Výsledky .....	63
3.2.4	Závěr a diskuze .....	71
3.3	Kvalita výuky fyziky dvojí perspektivou – pohledem výzkumníka a učitele .....	75
3.3.1	Úvod a vymezení problému .....	75
3.3.2	Metodologie .....	76
3.3.3	Výsledky .....	78
3.3.4	Závěr a diskuze .....	81
<b>4.</b>	<b>Dva případy pokročilých studentů fyziky .....</b>	<b>85</b>
4.1	Úvod .....	85
4.2	Případ Elišky v doktorském studiu teoretické fyziky .....	87
4.3	Případ Filipa v magisterském studiu fyziky na britské univerzitě .....	89
4.4	Diskuze případů Elišky a Filipa .....	90
<b>5.</b>	<b>Fyzikální neadekvátnosti v učebnicích .....</b>	<b>93</b>
5.1	Úvod .....	93
5.2	Formální zacházení s veličinovými vztahy .....	94
5.3	Zkreslující představa o souvislosti síly a pohybu .....	95
5.4	Nekonzistentní zobrazování sil působících na těleso .....	96
5.5	Zavádějící tvar slovesa podporující miskoncepci (vznášející se kroužek) .....	98
5.6	Zavádějící silové diagramy matematického kyvadla .....	99
5.6.1	Úvod .....	99
5.6.2	Metodologie analýzy česky psaných publikací .....	100
5.6.3	Výsledky analýzy česky psaných publikací .....	100
5.6.4	Analýza vybraných zahraničních učebnic .....	104
5.6.5	Návrh adekvátního silového diagramu .....	107
5.6.6	Ohlasy studie silového diagramu kyvadla .....	108
5.7	Neadekvátní zobrazení vektorového pole (magnetických indukčních čar) .....	110
5.8	Nevhodný název fyzikálního zákona (Ampèrův zákon) .....	111
5.9	Nepřesně formulovaný zákon (zákon zachování leptonového čísla) .....	112
5.10	Závěrečné poznámky .....	113
<b>6.</b>	<b>Vybrané zdroje podporující kvalitu fyzikálního vzdělávání .....</b>	<b>115</b>
6.1	Úvod .....	115
6.2	Stručný přehled některých českých a zahraničních zdrojů .....	116
6.2.1	Časopisy .....	116
6.2.2	Konference .....	117
6.2.3	Další zdroje .....	119



6.3	Podrobnější diskuze vybraných zdrojů	120
6.3.1	Konference Veletrh nápadů učitelů fyziky	120
6.3.2	Projekt Heuréka	121
6.3.3	Elektronická Sbírka řešených úloh	122
6.3.4	Využití nástroje ZAKVAF k reflexi vlastní výuky	123
	Závěrem	125
	Ediční poznámka	129
	Literatura	131
	Přílohy	141
	Seznam příloh	141
	Příloha 1	142
	Příloha 2	146
	O autorovi	157
	Rejstřík věcný	159



# Úvodem

Tato kniha je primárně určena *didaktikům fyziky*. Sekundárně ji mohou využít další odborníci působící v oblasti fyzikálního vzdělávání – mimo jiné ti učitelé fyziky na všech stupních, kteří usilují o hlubší pochopení problémů spojených s fyzikálním vzděláváním, a dále odborníci z oblasti vzdělávání (byť ne přímo fyzikálního) – další oborové didaktici (z nich především didaktici přírodovědných oborů). Kniha se nicméně snaží být přístupná také jakýmkoliv dalším zájemcům o (fyzikální) vzdělávání.

Kniha vychází z výzkumných podkladových studií autora, které byly publikovány v odborných časopisech. Práce na těchto výzkumech spadá do období posledních téměř patnácti let. Společným jmenovatelem těchto prací je pojem *kvalita*. Ten, obdobně jako další termíny, které jsou využívány v různých souvislostech a s různými významy, umožňuje hledat spojnice mezi různými oblastmi určitého oboru (zde didaktiky fyziky), pomáhá strukturovat a směřovat hlubší úvahy. Na druhou stranu každý takový obecnější pojem s sebou nese i rizika, např. není možné ho diskutovat úplně a při jeho používání může docházet k nedorozuměním. Pojem *kvalita* byl zvolen z toho důvodu, že pomocí něj bylo možné propojit autorovy dřívější práce (také práci dizertační) s dalšími výzkumy, včetně tématu, které spadá do konkrétní didaktiky fyziky (analýza učebnic z hlediska fyzikálních neadekvátností). Právě pojem *kvalita* se

ukazuje jako výhodný v tom, že je možné pomocí něj propojovat různé vědecké obory, v našem případě didaktiku fyziky s pedagogikou a fyzikou, a přitom se neodchýlit od reality fyzikálního vzdělávání a nerezignovat na konkrétní návrhy, jak fyzikální vzdělávání zlepšovat.

Předchozí dva odstavce se snažily obhájit smysluplnost spojení pojmů *kvalita* a *fyzikální vzdělávání*, které jsou součástí názvu knihy. Název obsahuje ještě metaforické spojení *v rukou učitele*. Tato část názvu poukazuje na důležitost učitelů fyziky při fyzikálním vzdělávání. Tuto obecně přijímanou tezi můžeme podpořit jak výzkumnými zjištěními, tak zkušenostmi mnohých z nás, a to jak z doby, kdy působíme jako vzdělavatelé, tak z období, kdy jsme sami byli žáky. Ačkoliv se role učitelů nejrůznějším způsobem proměňuje, ačkoliv se objevují nové a novější technologie využitelné ve vzdělávání, učitel stále zůstává autentickým prvkem na trajektorii vzdělávání lidí.

Knihy se pokouší čtenáře přivést k tématu kvality fyzikálního vzdělávání od obecnějších úvah o pojmu kvalita. První kapitola se snaží na základě filozofického náhledu na pojem kvalita ukázat jeho víceznačnost a jeho souvislosti s dalšími pojmy, např. vlastnost, hodnota, kvantita. Pozornost se dále ubírá ke kvalitě v souvislostech se vzděláváním, a to mimo jiné na pomyslné škále makrouroveň-mikrouroveň, tedy od kvality vzdělávacích systémů až po kvalitu výuky jednotlivých učitelů v rámci oborů školního vzdělávání (fyziky). Kapitola připravuje základní východiska pro další části knihy. Ty se zabývají zejména vzděláváním na gymnáziích (specificky na vyšším stupni víceletých gymnázií a na čtyřletých gymnáziích) v České republice.

Druhá kapitola seznamuje čtenáře s výzkumným nástrojem určeným ke zkoumání kvality výuky fyziky na základě pozorování výuky (dále označen jako nástroj ZAKVAF). V této kapitole je zejména přiblížena tvorba nástroje, který je zde popsán (včetně doporučeného postupu při jeho použití), dále je zprostředkována jeho standardizace (je diskutována validita a reliabilita) a je dokumentováno přijetí nástroje odbornou komunitou. Tato kapitola je určena zejména budoucím uživatelům tohoto nástroje, jednak výzkumníkům (v tomto smyslu navazuje třetí kapitola), jednak učitelům, kteří mohou nástroj využít k reflexi výuky (viz šestá kapitola).

V následující, třetí, kapitole jsou podrobně prezentovány tři výzkumy, ve kterých byl použit nástroj ZAKVAF. Jedná se o výzkum kvality výuky vedené začínajícími učiteli, dále o longitudinální výzkum kvality výuky zkušených učitelů a konečně o výzkum, který porovnává, jak výuku nahlíží na jedné straně výzkumník a na druhé straně učitel, který danou výuku vede. Prezentované výzkumy mohou být inspirativní nejen z metodologického hlediska (metodologie výzkumů je zde poměrně detailně popsána), ale i z toho důvodu, že součástí prvních dvou jmenovaných výzkumů je podrobný popis výuky sedmi učitelů fyziky provedený na základě pozorování výuky a rozhovorů<sup>1</sup> s učiteli.

---

1 V celé knize používáme kromě termínu *rozhovor* synonymně také *interview*.

Čtvrtá kapitola uvádí výuku fyziky a reflexi její kvality do širšího kontextu. Snaží se poukázat na to, že působení učitele by nemělo být omezeno (a obecně není limitováno) dobou školního vyučování a zdmi školy. Obsahem této kapitoly jsou zejména autentické výpovědi dvou pokročilých studentů fyziky, z nichž jeden studuje na prestižní světové univerzitě, a druhá, studentka, po magisterském studiu zdárně pokračuje v doktorském studiu na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy. Výpovědi takto omezeného počtu specifických studentů nelze pochopitelně jednoduše zobecnit; cílem jejich zařazení do této knihy je ale dokumentovat jedinečný kontext, ve kterém se fyzikální vzdělávání, v jejich případě velmi úspěšně, může odehrávat.

Zatímco předchozí kapitoly jsou zaměřeny na aktéry vzdělávání a na jejich interakce, pátá kapitola obrací pozornost k edukačním médiím, konkrétně k učebnicím, které jako „neživí aktéři“ také promlouvají do kvality vzdělávání. Jelikož je kvalita fyzikálního vzdělávání přirozeně spjata s fyzikálním obsahem, který je při vzdělávání komunikován, je zřejmé, že diskuze této kvality by měla mimo jiné zahrnovat také reflexi učebnic z hlediska jejich fyzikálního obsahu. Kapitola se konkrétně zabývá fyzikálními neadekvátnostmi, které se v učebnicích objevují. Na základě zkušeností autora s výukou fyziky na různých stupních škol a také na základě podnětů ze seminářů pro učitele bylo vybráno několik fyzikálních témat, která bývají v učebnicích problematicky zpracovávána. Výběrově byly analyzovány učebnice pro základní, střední i vysoké školy; učebnice domácí i zahraniční. Tato kapitola obsahuje také návrhy autora knihy, jak se s nalezenými neadekvátnostmi vypořádat. Úzce tedy souvisí s podporou fyzikální odbornosti učitelů.

Poslední, šestá kapitola se pokouší do určité míry systematizovat zdroje využitelné k podpoře kvality fyzikálního vzdělávání; volně tak navazuje na předchozí kapitolu tím, že ukazuje, na jakých platformách je možné rozvíjet didakticko-fyzikální diskuze (týkající se nejen fyzikálního obsahu, ale také forem a metod výuky, cílů a mnoha dalších témat). Takových zdrojů existuje pochopitelně velké množství, ze kterého si může kriticky smýšlející didaktik (a učitel) vybrat. Tato kapitola nemá ambici podat úplný, ani reprezentativní přehled zdrojů, které mohou sloužit k podpoře kvality fyzikálního vzdělávání. Na druhou stranu považujeme za důležité alespoň na některé významné a využitelné zdroje poukázat i v rámci této vědecké monografie. Za podstatné totiž považujeme, aby didaktikové byli vtaženi do oborové (didakticko-fyzikální) diskuze, aktivně se jí účastnili a uvědomovali si podmíněnost a neúplnost poznání v tomto oboru.

Je zcela zřejmé, že výše uvedená struktura knihy a její obsah postihují téma kvality fyzikálního vzdělávání jen dílčím způsobem. Naším hlavním východiskem je snaha poskytnout čtenáři nezbytný základ k tomuto tématu. Subtémata knihy jsou vybrána zejména s ohledem na autorovu několikaletou práci a jsou řazena od obecnějších témat (pojem kvalita, výzkumný nástroj), přes konkrétní reflexi (výzkum kvality výuky fyziky, reflexe fyzikálního vzdělávání

vybraných studentů), až po zcela konkrétní náměty ke zvyšování kvality fyzikálního vzdělávání a jejich zdroje.

Na konci úvodní části ještě uvedme, že v textu jsou používány běžné odborné termíny z oblasti výzkumu vzdělávání, jejichž význam není v některých případech totožný s významem, který jim je přisuzován v jiných oborech nebo v běžné řeči. Příkladem je výraz longitudinální, který v oblasti výzkumu vzdělávání (a v této knize) znamená dlouhodobý, zatímco ve fyzice je jeho synonymem slovo podélný (např. longitudinální vlnění). Dále se jedná např. o výrazy validita a reliabilita, které jsou většinou ztotožňovány s platností a spolehlivostí, nicméně v rámci výzkumů vzdělávání mají specifitější význam.

# Od pojmu kvalita ke kvalitě fyzikálního vzdělávání

## 1.1 ÚVOD

Pojem *kvalita* je používán v různých významech a souvislostech; je zabudován do složité sítě dalších pojmů. Smyslem této kapitoly není a nemůže být podat vyčerpávající výpověď o pojmu kvalita jako takovém, ani o používání tohoto pojmu v nejrůznějších souvislostech se vzděláváním. Naší snahou je upozornit zejména na ty významy a souvislosti pojmu kvalita, které jsou zcela zásadní (byť přímo nesouvisí se vzděláváním), a dále na ty, které se týkají *fyzikálního vzdělávání*. Přestože se nakonec zaměříme poměrně úzce na tuto oblast danou vědeckým a vzdělávacím oborem, fyzikou, začneme výkladem a diskuzí obecného pojmu kvalita a přes pojem kvalita nahlížený v různých souvislostech se vzděláváním nakonec přikročíme k pojmu kvalita v souvislosti s jednáním učitele a s *výukou fyziky*.

Jsme si vědomi výrazných zjednodušení, kterých se zde dopouštíme; zejména podkapitola 1.2 se opírá o užší výběr z velké části sekundární literatury. Jejím smyslem je naznačit zasazení tématu knihy do širších souvislostí, nikoli tyto souvislosti podrobně popsat a diskutovat (to by výrazně přesáhlo zaměření knihy). I tak je zde ale snaha o syntézu, která by mohla přispět k dalším a hlubším úvahám. Níže uváděné a diskutované pojmy se také snažíme propojovat s dalšími pojmy v následujících částech knihy.

## 1.2 POJEM KVALITA OBECNĚ<sup>2</sup>

### 1.2.1 ÚVODNÍ VYMEZENÍ POJMU KVALITA

Na otázku, co je to *kvalita*, nabízí v rámci filozofické literatury odpověď mnoho autorů. Vzhledem k tomu, že k tomuto pojmu je možné nalézt relevantní zdroje také v české literatuře, které odkazují i ke světovým klasikům, využijeme zejména tuto domácí literaturu. Za výstižnou, ovšem jistě ne vyčerpávající, můžeme považovat odpověď Sokola (2004, s. 319), že kvalita je *všechno to, nač se ptáme otázkou „jaký?“*. S tím souvisí v podstatě synonymní označení pojmu kvalita, kterým je *jakost* (např. Chlup, Kubálek, & Uher et al., 1939, s. 36).

Na první pohled odlišné vymezení pojmu kvalita uvádí Fischer (2009, s. 397), podle kterého kvalita je *jakékoli konkrétní určení jakéhokoli jevu*. Fischer (2009, s. 397–398) řadí *kvalitu*, spolu s *jevem* (tento pojem použil při vymezení pojmu kvalita), *změnou* a *časoprostorovými horizonty* k tzv. kategoriím.<sup>3</sup> Fischerovo pojetí můžeme považovat za obecnější, připustíme-li, že určit jev lze také pojmem (slovním obratem), který není odpovědí na otázku „jaký?“. Obě uvedená pojetí ale evokují blízkost pojmu *vlastnost* a pojmu *kvalita* (a tedy i pojmu *jakost*).

### 1.2.2 KVALITY PRIMÁRNÍ A SEKUNDÁRNÍ

V rámci filozofických úvah bývají rozlišovány kvality *primární* a *sekundární* (Sokol, 2004, s. 319; Horyna et al., 1998, s. 230; Chlup et al., 1939, s. 36). *Primární kvality* patří samotným věcem, předmětům, jevům; mohli bychom říci, že jsou ve věcech atd. Je k nim řazen zejména tvar, dále také velikost, hmotnost, pohyb.<sup>4</sup> J. Patočka (viz Chlup et al., 1939, s. 36) odkazuje k vlivu R. Descarta, v jehož pojetí tvar patří ke všemu, co je dáno smysly, a podle nějž se veškerá rozmanitost dojmů dá přiřadit rozmanitosti tvarů. Podle Descarta

---

2 Čerpáme spíše z přehledových filozofických děl renomovaných českých autorů než z původních děl.

3 Obecnější poznámka: V rámci filozofické literatury se můžeme setkat se slovy, která (nebo jim velmi podobná) označují v přírodních vědách určité (často přesně vymezené) pojmy. Např. výše uvedený *časoprostorový horizont* může evokovat fyzikální pojmy *horizont události* a *prostorčas*. Vymezení tohoto a dalších pojmů je ale třeba hledat v textu příslušného autora nebo v textech, ke kterým odkazuje. Obdobně, když J. Patočka (v rámci *Pedagogické encyklopedie* Chlupa et al., 1939, s. 36) upozorňuje, že Aristoteles rozeznával následující *druhy kvalit: vlastnosti a dispozice; schopnosti, možnosti, síly; pasivní jakosti a určení; tvary*, nelze jednoduše ztotožnit jím použitý pojem *síla* s konceptem síly, která např. vystupuje v druhém Newtonově pohybovém zákoně.

4 Z hlediska věd, zejména matematiky a fyziky, je v této větě uvedeno několik klíčových pojmů, z nichž některé označují fyzikální veličiny (nebo s nimi úzce souvisí).