

## PCK a didaktika fyziky

Josef Trna

Pedagogická fakulta MU

**Anotace:** Během relativně krátkého vývoje didaktiky fyziky jako vědy u nás došlo k výrazné změně jejího paradigmatu. Od aplikačního a integračního pojetí došla didaktika fyziky k dnešní didaktické komunikaci fyziky. PCK neboli “Pedagogical Content Knowledge” (Shulman, USA, 1986), v českém překladu: „didaktické znalosti obsahu“, přináší do didaktiky fyziky modifikované paradigma. Některé z prvků PCK mohou didaktiku fyziky obohatit a napomoci řešit její problémy.

**Klíčová slova:** paradigma, Pedagogical Content Knowledge, didaktické znalosti obsahu.

### 1. Vývoj paradigmat didaktiky fyziky

Přes řadu problémů, které u nás dosud provázejí konstituování didaktiky fyziky jako vědecké disciplíny [1], je její krátký padesátiletý vývoj poměrně úspěšný. Didaktika fyziky je oborovou didaktikou chápanou v širokém komunikačním pojetí. Je hraniční pedagogickou vědou zkoumající zprostředkovávání (komunikaci) oborových (fyzikálních) poznatků celé společnosti (srov. [2], [3]).

Jak u nás, tak v zahraničí [4], je dosavadní úroveň výzkumu a vývoje slabým místem didaktiky fyziky. Jde především o dílčí neujasněnost zkoumané problematiky, nepropracování vědecké metodologie, slabou publikační aktivitu a malý počet vědeckých osobností.

Třebaže lze sledovat snahu o nápravu stavu, tedy o zlepšení vědecké a výzkumné úrovně, je stále problémem zejména malý počet izolovaných výzkumníků, chybějící koordinace jejich práce a příliš široký záběr výzkumné práce každého z nich. Výstupy výzkumu tak nedosahují potřebné kvality a špičkové úrovně, která je pro hraniční vědecký obor s fyzikou, psychologii a pedagogikou nutností. Tato skutečnost vede k často oprávněné kritice a dokonce až k odmítání uznávat didaktiku fyziky jako vědu především ze strany fyziků-vědců.

Klíčovým úkolem rozvoje výzkumu v didaktice fyziky se nám jeví stanovení jejího paradigmatického prostoru. Paradigma vědy chápeme v Kuhnově pojetí [5] jako základní soubor obecných představ, výzkumných přístupů a metod sloužících k řešení nových problémů. K čemu jsou paradigmatata v didaktice fyziky potřebná? Stejně jako v jiných vědách slouží především ke koordinaci výzkumné činnosti a k systémovému dobudování teoretického základu didaktiky fyziky.

Je skutečností, že paradigmatický prostor didaktiky fyziky se v čase vyvíjí a mění [5]. Didaktika fyziky prošla v minulosti rychlým vývojem od ranného předvědeckého období metodiky, přes integrační pojetí až k dnešnímu pojetí široce komunikačnímu.

V didaktice fyziky jako hraniční společenské vědě existuje zároveň více paradigmat (synchronní paradigmatičnost). Multiparadigmatičnost didaktiky fyziky přináší oprávněnou otázku na identifikaci a klasifikaci těchto paradigmat. Třídících kritérií může být více. Za významné považujeme naše třídění paradigmat podle pedagogicko-psychologických teorií učení [6]. V přístupech didaktiků fyziky jsme v tomto třídění identifikovali jejich často intuitivní ztotožnění se s těmito paradigmaty:

- konstruktivistické paradigma (kognice, koncepce, prekoncepce),
- technologické paradigma (informace, kybernetika, teorie systémů, hypermediální prostředí)
- akademické paradigma (tradicionalismus, klasické a všeobecné vzdělání, kritické myšlení).

Upřednostňování těchto paradigmat u didaktiků fyziky vychází zřejmě z jejich relativní blízkosti k oboru (fyzice) jako exaktní přírodní vědě.

Existenci paradigmat a jejich význam pro rozvoj didaktiky fyziky jako vědy bychom si měli jednak uvědomovat, ale především je stanovit, identifikovat se s nimi a při bádání je využívat pro organizaci a koordinaci výzkumné činnosti, která by tak mohla posílit dosud zanedbávanou teoretickou vědeckou

bázi. Je skutečností, že bylo publikováno poměrně málo fyzikálně didaktických studií, které by uvedenou problematiku reflektovaly a řešily.

Je vcelku logické, že existuje poměrně těsná vazba mezi paradigmatickým prostorem obecné didaktiky a didaktiky fyziky. Paradigmata a jejich změny v obecné didaktice vedou díky této vazbě k paradigmatickým změnám i v didaktice fyziky a naopak. Dokladem této silné obousměrné vazby je např. problematika prekonceptů.

Novým výzkumným programem v obecné didaktice, který ovlivnil její paradigmaty je i Shulmanova teorie Pedagogical content knowledge (dále PCK) ([7], [8]). Bude prospěšné zaměřit pozornost na některé prvky PCK, které mohou mít vliv na paradigmatický prostor didaktiky fyziky.

## 2. Didaktická transformace vzdělávacích obsahů

Ve fyzikálně didaktickém výzkumu i ve výuce fyziky je dlouhodobě kladen velký důraz na vzdělávací obsahy (fyzikální veličiny, jednotky, zákony, teorie). Didaktická transformace vzdělávacích obsahů do podoby učiva je považována za jádro práce didaktiků fyziky a učivo pak za hlavní výstup. Skutečností však je, že výzkum podstaty a hledání zákonitostí didaktické transformace není téměř vůbec realizován. Přitom by bylo třeba odpovědět na základní výzkumné otázky jako:

*Existují specifická pravidla komunikace fyzikálních poznatků?*

*Jaká je podstata a struktura procesu didaktické transformace?*

*Existují různé typy didaktické transformace stejného vzdělávacího obsahu?*

*Jaké jsou zdroje a předpoklady dovednosti učitele didakticky transformovat vzdělávací obsahy?*

Didaktická transformace je zároveň hlavní součástí profesní činnosti učitele fyziky na všech vzdělávacích úrovních, ve formálním i neformálním vzdělávání. Didaktika fyziky, jako vzdělávací předmět, by proto měla dávat studentům učitelství fyziky jasné odpovědi na otázky typu:

*Jaká kritéria používat při výběru vzdělávacích obsahů?*

*Z jakých kroků se skládá didaktická transformace?*

*Jak vhodně zařazovat do učiva další didaktické prvky (pokusy, úlohy, projekty apod.)?*

Na mnohé z výše uvedených otázek dosud neexistují validní odpovědi. Jak je tedy didaktická transformace prakticky prováděna? Zjistili jsme, že existují tři hlavní přístupy:

- tradice (ověřené postupy používané např. dlouhodobě v učebnicích),
- intuice,
- praktická zkušenost (akční výzkum v praxi, často metoda: pokus-omyl).

Uvedené přístupy, ze kterých vychází didaktická transformace vzdělávacích obsahů do učiva, jsou málo vědecké a vedou často k neefektivní komunikaci fyzikálních poznatků. Lze předpokládat, že je to jedna z hlavních příčin nezájmu žáků a studentů o formální fyzikální vzdělávání. To nás vede k závěru, že didaktická transformace by měla být aktuálně zařazena do centra výzkumu.

Poznání, že v pedagogickém výzkumu chybí důraz na vzdělávací obsahy, učivo a jeho tvorbu, přivedlo Shulmana ([7], [8]) k vytvoření teorie PCK. Jeho myšlenky a závěry mohou významně přispět do našeho výzkumu didaktické transformace vzdělávacích obsahů.

## 3. Pedagogical Content Knowledge (didaktické znalosti obsahu)

Co vlastně pedagogical content knowledge (dále: PCK nebo didaktické znalosti obsahu) jsou? Autor této teorie Shulman ([7], s. 9) PCK definuje jako: „...ty nejúčinnější analogie, ilustrace, příklady, vysvětlení, slovní demonstrace, způsoby znázorňování a formulování tématu, který jej učiní srozumitelným pro jiné“ (podle [9], s. 28). V naší terminologii jde o komplex profesních znalostí (vědomostí, dovedností a postojů) učitele vytvářet didaktickou transformací určitého vzdělávacího obsahu různé varianty podob učiva v závislosti na specifických podmínkách výuky (vzdělávání).

Didaktické znalosti obsahu mají své charakteristiky. Podle Janíka [9] jimi jsou zejména:

- Specifičnost: PCK jsou zčásti odlišné od znalostí fyziků-vědců.
- Integrovanost: PCK v sobě integrují poznatky fyziky, pedagogiky, psychologie aj.
- Dynamičnost: PCK se díky zkušenosti učitele mění a inovují.
- Narativnost: PCK obsahuje specifický dialog učitele a žáka, příběhy (narace).
- Individuálnost: PCK jsou i každého učitele odlišné díky individualitě jeho osobnosti.
- Implicitnost: PCK jsou skryté ve vědomí učitele, dají se zkoumat jen jejich vnější projevy ve výuce.

Podle našeho názoru by bylo vhodné dále doplnit:

- Komplexnost: PCK jako způsobilost učitele vytvářet varianty učiva musí obsahovat všechny jeho potřebné znalosti k této činnosti.
- Systémovost: PCK by měly mít podobu systému jednotlivých prvků a jejich funkčních vazeb.

Didaktické znalosti obsahu jsou významným fenoménem pro výzkum v didaktice fyziky. Objevené skutečnosti mohou významně napomoci k našemu bádání v oblasti didaktické transformace vzdělávacích obsahů přímo. PCK se mohou stát významným podnětem a inspirací. Předpokládáme, že do značné míry může dojít k příznivému formování paradigmatického prostoru didaktiky fyziky. PCK se totiž mohou stát dosud nefunkční spojnicí mezi relativně izolovanou oblastí vzdělávacích obsahů, které si přivlastňuje fyzika a výukou, která je doménou didaktiky fyziky.

#### 4. Tvorba didaktických znalostí obsahu

Potvrzení existence a nalezení charakteristik PCK jsou první kroky k další významné etapě. Tou je tvorba a fungování PCK. V souladu s Grossmanovou [10] jsou základními zdroji při vytváření PCK (podle [11], s. 43) učitele fyziky:

- Vlastní vzpomínky učitele na výuku fyziky očima sebe sama jako žáka.
- Oborové vzdělání učitele ve fyzice.
- Pedagogické, fyzikálně didaktické aj. vzdělání učitele.
- Vlastní zkušenosti učitele z výuky fyziky .

K těmto zdrojům bychom připojili dále:

- Učitelovy prekoncepce a zejména miskoncepce.
- Učebnice a další nově užívané výukové prostředky.
- Vzájemná výměna zkušeností s kolegy.

Z těchto zdrojů se PCK vytváří během celého života učitele. Výzkumy [12] prokázaly, že PCK jsou limitujícím faktorem pro vyučování učitele (podle [11], s. 45). Bylo zjištěno, že při nízké kvalitě fyzikálních znalostí (např. nerozumí-li učitel dobře fyzikálnímu pojmu), používá pak ve výuce vlastní miskoncepce, déle mluví, klade žákům primitivní dotazy apod. Tato skutečnost má velký význam pro tvorbu učitelových PCK v jeho profesní přípravě. Výuka didaktiky fyziky a k ní asociovaných disciplín (školní pokusy a praxe aj.) by měly tvorbu PCK systematicky rozvíjet. PCK by mohly odstranit dosavadní izolaci oborové a didaktické přípravy, včetně zkvalitnění role školské praxe.

#### 5. Dynamická povaha učitelových didaktických znalostí obsahu: případová (video)studie z výuky fyziky na druhém stupni základní školy

Jako ukázka možností výzkumu PCK v didaktice fyziky může sloužit případová videostudie, která byla realizována na Pedagogické fakultě MU. Výzkum je podrobněji prezentován ve [12]. Zde prezentujeme jen základní informace o výzkumu (zestručněno dále podle: [13]):

Tématem výzkumu byla problematika reprezentací obsahu, které jsou chápány jako vnější projevy PCK ve výuce. Jsou to vlastně konkrétní podoby učitelovy explanace určitého fyzikálního pojmu (např. zákona), v případě tohoto výzkumu skládání sil ve výuce na druhém stupni základní školy.

**Výzkumné otázky:** Jaké typy reprezentace tématu skládání sil používají učitelé fyziky na druhém stupni základních škol a na jaké didaktické znalosti obsahu u nich lze na základě toho usuzovat? Jak se ve výuce projevuje dynamičnost učitelových didaktických znalostí obsahu?

**Metodologie výzkumu:** Metodologický postup a data byla využita z výzkumu [14]. Výzkum byl založen na analýze videozáznamů 27 vyučovacích hodin tématu skládání sil. Vyučovalo 8 učitelů druhého stupně brněnských základních škol. Ve videozáznamech byly identifikovány různé reprezentace tématu skládání sil. Ty lze považovat za vnější projevy didaktických znalostí obsahu učitele. Byla zjišťována četnost výskytu typů reprezentací a stanoven smysl jejich použití ve výuce.

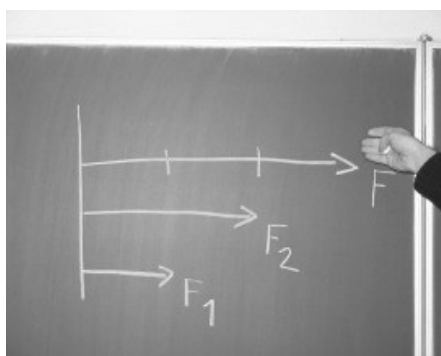
**Výsledky a jejich interpretace:** Nejvíce reprezentací bylo shledáno ve fázi expozice, pak fixace a aplikace učiva. Na základě analýzy videozáznamů byla sestavena následující typologie reprezentací (obrázky jsou převzaty ze [13]):



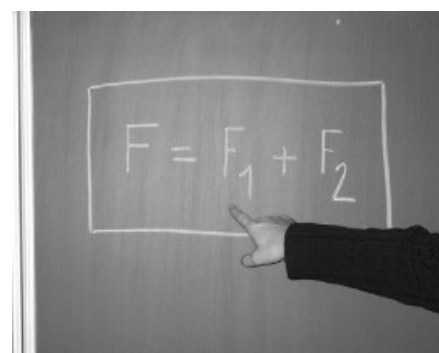
1. Experimentální



2. Obrazová



3. Schématická



4. Symbolická



5. Verbální

**Závěry a diskuse:** Reprezentace tématu skládání sil se ve výuce objevovaly v různých kombinacích. Učitel je operativně využíval pro žákovu porozumění fyzikálnímu pojmu. Tím se projevila dynamická povaha učitelových PCK, která tak byla identifikována. V dalších výzkumech by bylo žádoucí se věnovat řešení dalších problémů jako: šířka spektra reprezentací různých učitelů ve stejných podmínkách; šířka spektra reprezentací u téhož učitele v různých podmínkách; mechanismus vzniku reprezentace; faktorová analýza zdrojů reprezentace; vztah určité reprezentace a výukového cíle apod.

## 6. Závěr

Cílem příspěvku bylo informovat o existenci PCK jako významného pedagogického fenoménu, který může významně ovlivnit paradigmatický prostor didaktiky fyziky. PCK mohou přispět především ke zkvalitnění fyzikálně didaktického výzkumu a k dotváření teoretické báze didaktiky fyziky. Aplikace PCK do didaktiky fyziky se může také podílet na zkvalitnění přípravy učitelů fyziky a následně i na zvýšení zájmu žáků a studentů o fyziku.

## Literatura

- [1] TRNA, J. Nastává éra mezioborových didaktik? *Pedagogická orientace*, 2005, č. 1, s.89-97.
- [2] BROCKMEYEROVÁ-FENCLOVÁ, J., ČAPEK, V., KOTÁSEK, J. Oborové didaktiky jako samostatné vědecké disciplíny. *Pedagogika*, 2000, č.1, s. 23-37.
- [3] FENCLOVÁ, J. *Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky*. Praha: SPN, 1982.
- [4] JENKINS, E.W. *Research in Science Education: Time for a Health Check?* Studies in Science Education. Leeds: University of Leeds, 2000.
- [5] KUHN, T.S. *Struktura vědeckých revolucí*. Praha: OIKOYMENH, 1997.
- [6] BERTRAND, Y. *Soudobé teorie vzdělávání*. Praha: Portál, 1998.
- [7] SHULMAN, L. S. Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 1986, roč. 15, č. 2, s. 4-14.
- [8] SHULMAN, L. S. Knowledge and Teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 1987, roč. 57, s. 1-22.
- [9] JANÍK, T. Co rozumět termínem „Pedagogical content knowledge“? In Janík, T. a kol. *Pedagogical content knowledge nebo didaktická znalost obsahu?* Brno: Paido, 2007, s. 23-40.
- [10] GROSSMAN, P.L. *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York: Teacher College Press, 1990.
- [11] JANÍK, T. Pedagogical Content Knowledge v kurikulárním a oborově didaktickém výzkumu. In Janík, T. a kol. *Pedagogical content knowledge nebo didaktická znalost obsahu?* Brno: Paido, 2007, s. 41-52.
- [12] POULSON, L. Paradigm lost? Subject knowledge, primary teachers and education policy. *British Journal of Educational Studies*, 2001, Vol. 49, No. 1, pp.40-55.
- [13] JANÍK, T., NAJVAR, P., SLAVÍK, J., TRNA, J. Dynamická povaha učitelových didaktických znalostí obsahu: případová (video)studie z výuky fyziky na 2. stupni základní školy. In Janík, T. a kol. *Pedagogical content knowledge nebo didaktická znalost obsahu?* Brno: Paido, 2007, s. 99-113.
- [14] JANÍK, T., MIKOVÁ, M. *Videostudie*. Brno: Paido, 2006.

**Adresa autora:** Doc. RNDr. Josef Trna, CSc., katedra fyziky, Pedagogická fakulta MU v Brně, Poříčí 7, 603 00 Brno, [trna@ped.muni.cz](mailto:trna@ped.muni.cz)