

Konstrukční výzkum (design-based research) v přírodovědných didaktikách

Josef Trna

Abstrakt

Teoretická studie s praktickou ukázkou prezentuje konstrukční výzkum (angl. design-based research) v přírodovědných didaktikách. V první části jsou vymezeny pojmy konstrukční přístup a konstrukční výzkum. Konstrukční výzkum je novým trendem v didaktickém výzkumu. Tuto výzkumnou metodu lze stručně charakterizovat jako cyklus – analýza praktického problému; vývoj řešení; testování řešení v praxi; reflexe a zobecnění. V druhé části je uveden konkrétní příklad konstrukčního výzkumu v didaktice fyziky (přírodovědy). Jako vzdělávací obsah je použito jednoduché experimentování s lidským tělem. Ke zkvalitnění své výuky potřebují přírodovědní učitelé metody založené na pedagogickém výzkumu. Konstrukční výzkum a akční výzkum, jenž je součástí konstrukčního výzkumu, by měly být zařazeny také do přípravného i dalšího vzdělávání učitelů přírodovědných předmětů.

Klíčová slova: konstrukční přístup, konstrukční výzkum, přírodovědné vzdělávání, příprava učitelů, design-based research.

Design-based Research in Science Subject Didactics

Abstract

A theoretical study with a practical example presents design-based research in science subject didactics. Firstly, key terms design approach and design-based research are described. Design-based research is a new trend in educational research. The research method can be described as a cycle: analysis of a practical problem, development of solutions, iterative testing of solutions, reflection and generalization. Secondly, a practical example of design-based research in didactics of physics (science) is presented. The applied teaching content is a hands-on experiment with the human body. Science teachers need research-based innovative educational methods for the improvement of their teaching. Design-based research and action research, which is a part of design-based research, should be implemented into pre-service and in-service science teacher training.

Key words: design approach, design-based research, science education, teacher training.

1 ÚVOD

Přírodovědným didaktikám je často vyčítána jejich nedostatečně propracovaná a neukotvená výzkumná metodologie. Na otázku, jaké specifické výzkumné přístupy a metody přírodovědné didaktiky používají, je často nelehké odpovědět. Důvodem je hraniční postavení těchto vědeckých disciplín mezi pedagogikou, psychologíí, sociologií a vlastním oborem, či dokonce více obory (ostatní přírodní vědy a matematika). Je proto logické, že oborové didaktiky aplikují zcela či částečně výzkumné přístupy a metody těchto disciplín, nejvíce pedagogiky a psychologie. Odpovědi by tedy mohlo být, že přírodovědné didaktiky vlastní výzkumné přístupy a metody ve skutečnosti nepotřebují.

Každá samostatná a emancipovaná vědecká disciplína, tedy i přírodovědná didaktika, by však vedle předmětu výzkumu měla být charakterizována i svojí specifickou metodologií. Tato studie se pokouší stručně prezentovat *konstrukční výzkum* (*design-based research*) jako specifický výzkumný přístup a metodu přírodovědných, ale i jiných oborových didaktik, na příkladu didaktiky fyziky.

2 ZÁKLADNÍ A APLIKOVANÝ VÝZKUM V PŘÍRODOVĚDNÝCH DIDAKTIKÁCH

Z různých objektivních i subjektivních důvodů zatím výzkum v přírodovědných didaktikách u nás ani ve světě nedosahuje standardní úrovně řady jiných tradičních vědeckých disciplín. Nebudeme nyní tyto důvody analyzovat, ale zaměříme se na možnosti zlepšení tohoto stavu. Reeves (2006) uvádí jako hlavní tři obecné problémy výzkumu v oborové didaktice:

- nejasnost postavení a role jejího základního a aplikovaného výzkumu,
- nízká kvalita výzkumných prací,
- výsledky výzkumu poskytují učitelům v praxi často nedostatečné nebo matoucí návody.

Těmito problémy trpí všechny přírodovědné didaktiky.

Mnozí konzervativní oborové didaktici se drží klasické linie vedoucí od základního k aplikovanému výzkumu a stále trvají na existenci ostré hranice, jež tyto výzkumy odděluje (Merrill et al., 1996). Začíná se ale prosazovat názor, že toto dělení je nepřirozené; navíc je třeba více se zaměřit na požadavky praxe. Vztah základního a aplikovaného výzkumu výstižně popisuje schéma s tzv. Pasteurovým kvadrantem (viz tab. 1), který poprvé uvedl Stokes (1997).

Tab. 1: Pasteurův kvadrant podle Stokesa (1997)

	Aplikovaný výzkum inspirovaný úvahami o využití	
		ANO
Základní výzkum inspirovaný úvahami o podstatě jevů	ANO	Bohr (čistý základní výzkum)
	NE	Pasteur (aplikací inspirovaný základní výzkum)
		Edison (čistý aplikovaný výzkum)

Pasteurův kvadrant v uvedeném schématu organicky propojuje základní a aplikovaný výzkum. Současné tendence v mnoha vědních disciplínách, které mají těsnou vazbu na praxi, vedou k realizaci „aplikací inspirovaného základního výzkumu“ (viz Pasteurův kvadrant v tab. 1). Výzkum v přírodovědných didaktikách by měl tyto tendence akceptovat.

3 VÝZKUMNÉ CÍLE V PŘÍRODOVĚDNÝCH DIDAKTIKÁCH

Velmi významným problémem výzkumníků v přírodovědných didaktikách (a nejde jen o ně) je nerozlišování výzkumných záměrů a cílů a výzkumných metod a nástrojů. Reeves (2000) uvádí negativní příklad, kdy začínající výzkumník prezentuje své zaměření buď na kvantitativní, nebo kvalitativní metodu výzkumu, aniž se nejdříve zamýšlí nad záměrem a cílem svého výzkumu. Podle Reevese (2000) je vhodné stanovit šest základních typů výzkumných cílů (záměrů), viz tab. 2.

V souladu s uvedeným tříděním výzkumných cílů (záměrů) navrhuje analo- gicky třídit i typy výzkumů v přírodovědných didaktikách:

1. teoretický výzkum
2. empirický výzkum
3. interpretační výzkum
4. postmoderní výzkum
5. vývojový výzkum
6. akční výzkum

Z vědeckých prací v přírodovědných didaktikách je zřejmé, že důraz je v současnosti kladen na empirický výzkum. Je to dáno mj. i obdobnou aktuální tendencí v pedagogice a i v jiných společenskovědních disciplínách. Do pozadí tak ustupuje tradiční teoretický výzkum. Další typy výzkumu jsou realizovány v malé míře, nebo nejsou dokonce za výzkum považovány (např. akční výzkum). Tato tendence výrazně omezuje šíři výzkumu v přírodovědných didaktikách, především odtrhává výzkum od vývoje a od aplikační praxe. Vzniklou negativní situaci může napravit uznání dalších typů výzkumů za plnoprávné a podpora jejich rozvoje. To platí zejména o vývojovém a akčním výzkumu.

4 VÝZKUMNÉ METODY V PŘÍRODOVĚDNÝCH DIDAKTIKÁCH

Nejdříve je třeba mít zcela ujasněný cíl (záměr) výzkumu (viz odst. 3), teprve pak je možno volit vhodné výzkumné metody. Podle Reevese (2000) je účelné klasifikovat šest základních typů výzkumných metod podle zaměření jejich aplikace.

Uvedené výzkumné metody lze v přírodovědných didaktikách doplnit o další, můžeme je ale považovat za bázi.

Tab. 2: Typologie výzkumných cílů (záměrů) v oborových didaktikách podle Reevese (2000)

Teoretické (theoretical) cíle	Zaměření na vysvětlení jevů prostřednictvím logické analýzy a syntézy teorií, principů a výsledků jiných typů výzkumů, především empirických studií; vyžaduje vysokou úroveň syntézy a zobecnění; předpokládá dlouhodobou vědeckou práci.
Empirické (empirical) cíle	Zaměření na zjišťování stavu fungování vzdělávacího systému (výkonnost, hodnocení, sociální interakce, vzdělávací design aj.), stanovení účinků faktorů vzdělávání nebo aspektů technologických inovací v kontrolovaných podmínkách s využitím kvantitativních výzkumných metod; v současnosti je populární a mohou se mu věnovat začínající výzkumníci.
Interpretační (interpretivist) cíle	Zaměření na popis a výklad prvků a jevů ve vzdělání (výkonnost, hodnocení, sociální interakce, inovace aj.) s využitím kvalitativních výzkumných metod; narůstá popularita, třebaže je občas kritizováno (statistická neprůkaznost apod.).
Postmoderní (postmodern) cíle	Zaměření na kritické zkoumání stavu a podmínek současného vzdělávacího systému, s cílem odhalit skryté problémy z hlediska alternativních názorů (multikulturnost, gender aj.); výzkum je vzácný, protože se mu věnuje málo výzkumníků i v důsledku malé poptávky po těchto výzkumech.
Vývojové (development) cíle	Zaměření na dvojitý cíl: rozvinout tvůrčí přístupy k řešení problematiky zefektivnění vzdělávání a současně budovat konkrétní postupy a nástroje, které mohou vést k tomuto rozvoji; rozvoj tohoto výzkumu, který je také označován jako konstrukční experiment či formativní výzkum, má aktuální podporu i díky svému propojení s praxí.
Akční (action) cíle	Zaměření na konkrétní projekt (produkt, technologický prvek), který má zefektivnit vzdělávání; je blízký vývojovému výzkumu, je zde ale kladen malý důraz na zobecnění pro rozvoj teorie, což bývá akčnímu výzkumu vytýkáno, a ten je pak považován jen za hodnotící fázi jiného výzkumu; hlavním cílem je řešení konkrétního problému, na určitém místě a v krátkém časovém úseku; je považován za legitimní formu výzkumu za předpokladu, že zpráva je publikována a může být využita i v jiném výzkumu.

Tab. 3: Typologie výzkumných metod v oborových didaktikách podle Reevese (2000)

Kvantitativní (quantitative) metody	Experimentální, kvaziexperimentální, korelační aj.; shromažďování kvantitativních dat a jejich analýzy s využitím statistik (např. analýza rozptylu výsledků didaktických testů).
Kvalitativní (qualitative) metody	Pozorování, případové studie, rozhovory aj.; získávání kvalitativních dat a jejich analýzy pomocí etnografických postupů (např. pozorování účastníka ve výuce).
Kritické (critical theory) metody	Rozkladová analýza teorií a technologií; systémové vyhledávání rozporů, skrytých problémů (např. kritická analýza disjunktního třídění fenoménů).
Historické (historical) metody	Objektivní a přesná rekonstrukce minulosti, často ve vztahu k obhajitelnosti hypotézy (např. to, že John Dewey byl zakladatel pragmatické pedagogiky).
Přehledové (literature review) metody	Rešerše se syntézou, které primárně zahrnují analýzu a integraci jiných forem výzkumu (např. frekvenční analýza a metaanalýza).
Kombinované (mixed-methods) metody	Kombinace různých metod, obvykle kvantitativní a kvalitativní z důvodu ověření výzkumných zjištění (např. pretest a posttest kombinovaný s pozorováním ve třídě).

5 KONSTRUKČNÍ PŘÍSTUP (DESIGN APPROACH) V PŘÍRODOVĚDNÝCH DIDAKTIKÁCH

Přírodovědné didaktiky realizují výzkum i vývoj, většina je však podstatou oborové didaktiky zaměřena především do aplikační sféry, včetně inovací. Proto je užitečné zjistit, jak obdobný metodologický problém vztahu výzkumu a vývoje řeší jiné disciplíny. Analogickým příkladem je situace v technických disciplínách, též silně spjatých s praxí, kde má významné postavení konstrukční přístup (design approach). Jeho podstatou je orientace na tvorbu (konstrukci) nového produktu, která přináší řešení problémů, jež jsou dosud řešeny jen částečně a příslušné nástroje a metody jsou v počátcích. Konstrukční přístup je aplikován v široké řadě oblastí během procesů tvorby a v průběhu praktického využití.

Na tomto místě je nutno provést terminologickou úvahu. V anglické terminologii je užíván termín „design“, jehož dřívější překlad do češtiny byl blíž k pouhému „desení“ (vnější úpravě) produktu. Dnes však tento termín odpovídá „projektu“ či „konstrukci“ (vnitřní struktura a funkce) tohoto produktu. Z důvodu dosavadního využití různých českých synonym jsme pro překlad „design“ zvolili termín „konstrukce (konstrukční)“, který budeme nadále užívat. Je zřejmé, že tato volba vyvolává diskusi o vhodnosti termínu „konstrukční“, kterou zde nebudeme rozvádět.

Konstrukční přístup k řešení problémů je většinou interdisciplinární a integrační. To je tendence, která se postupně prosazuje v přírodovědných oborových didaktikách, kde se jeví jako prospěšné ustavit mezioborovou přírodovědnou didaktiku (Trna, 2005). Právě konstrukční přístup by se pro tuto mezioborovou přírodovědnou didaktiku mohl stát specifickým.

6 KONSTRUKČNÍ VÝZKUM (DESIGN-BASED RESEARCH) V PŘÍRODOVĚDNÝCH DIDAKTIKÁCH

Použijeme-li v přírodovědných didaktikách konstrukční přístup, pak je zřejmé, že cíle příslušného výzkumu budou především vývojové a akční (srovnej odst. 3). Těmto cílům odpovídá řada výzkumných metod; obvykle jsou kombinované (srovnej odst. 4). Zavedení konstrukčního přístupu do přírodovědných didaktik vede k ustanovení a rozvoji nového typu výzkumu, který nazýváme *konstrukční výzkum* (angl. *design-based research*). Při ustanovení nového typu výzkumu v oborových didaktikách se nevyhneme problému vytvoření jeho názvu a zejména co nejpřesnější charakteristiky. V souladu s výše uvedenou terminologickou úvahou (odst. 5) jsme navrhli termín konstrukční výzkum (*design-based research*), který – pro jeho stručnost a názornost – budeme nadále užívat. Upozorňujeme na dosavadní neustálenost označení tohoto výzkumu v zahraničí (angl. *design-based research*, *design research*, *educational design research*) a zejména u nás. Předpokládáme, že dojde k odborné diskusi, která tuto problematiku dořeší.

6.1 DUALISMUS KONSTRUKČNÍHO VÝZKUMU

Podle výše uvedeného třídění výzkumných cílů (odst. 3) má konstrukční výzkum hlavní cíle vývojové a akční. Podle našeho názoru ve vztahu „výzkum–vývoj“ či „základní–aplikovaný“ mají cíle konstrukčního výzkumu v přírodovědných didaktikách dualistický charakter:

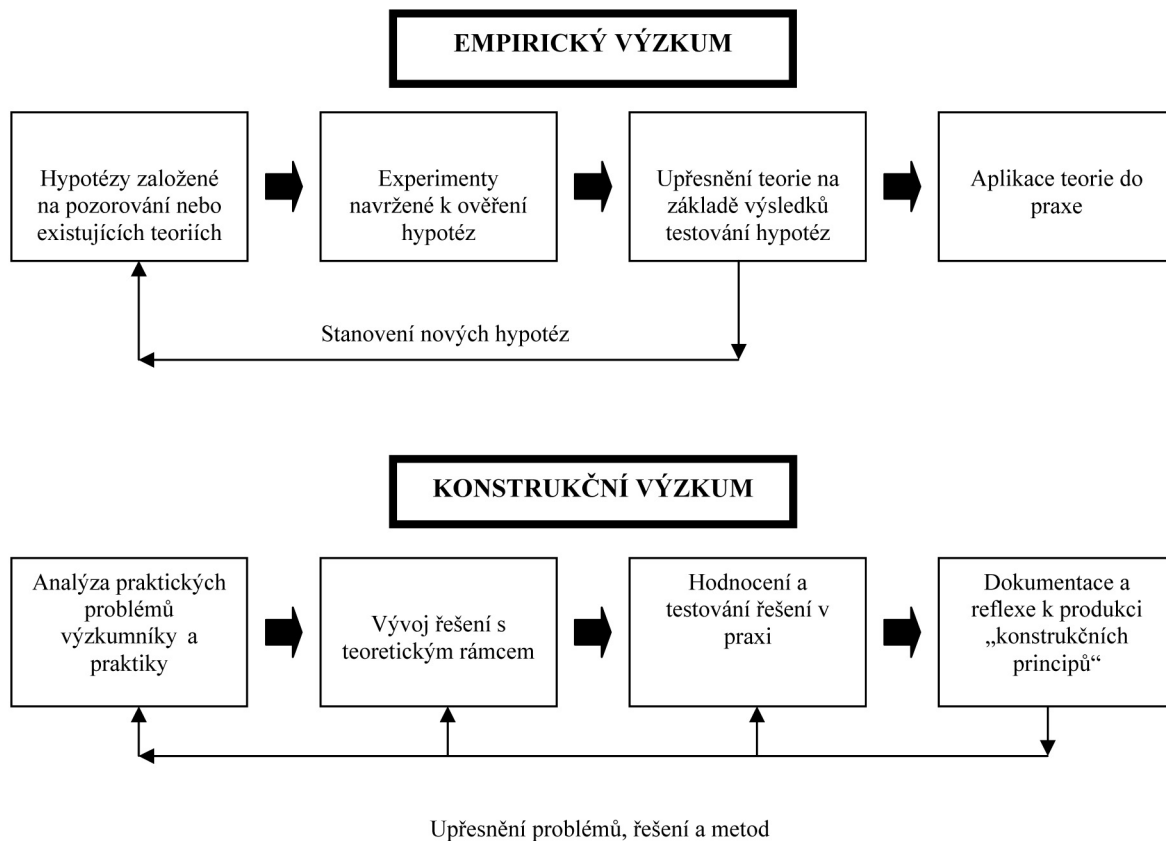
1. výzkumné řešení obecné problematiky rozvoje přírodovědného vzdělávání,
2. vývojová tvorba specifických konkrétních postupů a nástrojů, které mohou vést k rozvoji praxe přírodovědného vzdělávání.

Podstatou dualismu těchto dvou výzkumně-vývojových cílů konstrukčního výzkumu je jejich neoddelitelnost a vzájemná podmíněnost. Konstrukční výzkum tak plně vyhovuje aktuálnímu požadavku realizace „aplikací inspirovaného základního výzkumu“ v tzv. Pasteurově kvadrantu (viz odst. 2). Je třeba zdůraznit, že konstrukční výzkum je prvotně výzkumem, jehož hlavním cílem je objevování nových poznatků. Nejde tedy jen o pouhý vývoj. Je však těsně spjatý a podněcovaný aplikační sférou, pro kterou vyvíjí nové metody a prostředky.

Objevuje se otázka, kdo může realizovat konstrukční výzkum. Půjde-li o jedince, pak musí mít výzkumné i vývojové kompetence s bohatými zkušenostmi ze vzdělávací praxe. Nepůjde tedy o samostatného začínajícího výzkumníka. Složitost narůstajících poznatků i praktických problémů ve vzdělávání si při konstrukčním výzkumu vyžaduje týmovou spolupráci. V týmu musí být zastoupeni pracovníci s výše uvedenými kompetencemi. V konkrétní podobě to může být např. dvojice výzkumníků, složená z oborového didaktika a zkušeného pedagoga z praxe. Náročnost výzkumných metod si vyžaduje případné posílení týmu o odborníka na výzkumné metody (designér, statistik).

6.2 STRUKTURA KONSTRUKČNÍHO VÝZKUMU

Konstrukční výzkum s vývojovými a akčními cíli se liší od jiných druhů výzkumů. Pro názornost je vhodné grafické srovnání struktury konstrukčního (vývojově-akčního) výzkumu s empirickým výzkumem (viz obr. 1), které sestavil Reeves (2000).



Obr. 1: Empirický a konstrukční výzkum (upraveno podle Reeves, 2000)

Podrobný rozbor a srovnání empirického a konstrukčního výzkumu přesahuje cíle této studie. Hlavní výhodou konstrukčního výzkumu je jeho systémová provázanost s praktickou aplikací. Mnohdy se stává, že výsledky teoretického nebo empirického výzkumu, který je prováděn odděleně od praxe, nejsou učiteli chápány a využívány. Základním principem konstrukčního výzkumu je naopak těsná spolupráce mezi odborníky a učiteli. Ta je předpokladem vhodného výběru zkoumaných problémů a následného využití výstupů z výzkumu v praxi (Van den Akker et al., 2006).

7 PŘÍKLAD KONSTRUKČNÍHO VÝZKUMU V DIDAKTICE FYZIKY

Pro snadnější porozumění podstatě konstrukčního výzkumu je vhodné uvést příklad tohoto výzkumu. Jde o ukázkou konstrukčního výzkumu v didaktice fyziky, obsahově širě přírodovědně zaměřenou na téma „Měření na lidském těle“.

Významnou motivační mezipředmětovou metodou (lépe technikou) je *Aplikace fyziky v každodenním životě* (Trna, Trnová, 2006). Do této sféry vzdělávacích obsahů patří především:

- **Fyzika a lidský organismus.** Sem řadíme poznatky mající vazbu na biologii, medicínu, ekologii, ochranu zdraví apod. Žáky a studenty seznámujeme s fyzikálními parametry lidského těla, které lze vyjádřit pomocí fyzikálních veličin, jednotek a zákonů. Významné jsou i informace o vnějších fyzikálních podmínkách, které jsou nutné pro udržení životních funkcí lidského organismu, včetně ochrany zdraví před negativními vlivy okolí (radioaktivita, ozónová díra, hluk, vibrace, výbuchy, nárazy, pády aj.).

- **Fyzika v domácnosti, při zábavě, sportu apod.** Žáky a studenty můžeme výrazně motivovat vysvětlováním fyzikální podstaty běžně užívaných zařízení v domácnosti, jako jsou elektrické, tepelné a světelné zdroje, dopravní prostředky, ICT apod. Stále většího významu nabývají fyzikální informace o bezpečném, ekonomickém a ekologickém provozu těchto zařízení z pohledu fyziky. Mnoho informací s fyzikální tematikou se vyskytuje i v oblasti sportu a zábavy žáků a studentů.

Lidský organismus je pro většinu žáků a studentů mimořádně motivačním učivem, a to v širokém věkovém spektru. Je to dáno zejména trvalým uvědomováním si naší tělesnosti, mění se funkce našeho organismu a zájmem o vlastní zdraví.

Budeme se zde věnovat vlastní struktuře tohoto konstrukčního výzkumu a uvedeme jeho jednotlivé etapy v souladu s Reevesovým schématem:

Etapa 1. Analýza praktických problémů výzkumníky a praktiky

Praktici – učitelé i didaktici fyziky – dlouhodobě zjišťují klesající zájem žáků a studentů o výuku fyziky. Obdobná situace je i v dalších přírodovědných předmětech (Kričfaluši, 2006; Škoda, Doulík, 2002; aj.). Je třeba nalézt vzdělávací obsahy a vytvořit vhodné metody (techniky), formy a prostředky, které budou žáky motivovat, vzbuzovat v nich především poznávací motivaci. Analýza praktického problému, kterým je demotivace žáků ve výuce fyziky, tak přinesla problém k řešení. Jeho jádrem se jeví *výběr motivačních vzdělávacích obsahů a následný vývoj příslušných motivačních výukových metod, forem a prostředků, které by v žácích a studentech vyvolávaly především poznávací motivaci k učení se fyzice*. Takto je naplněna první etapa konstrukčního výzkumu, kterou je analýza a stanovení praktického problému.

Etapa 2. Vývoj řešení s teoretickým rámcem

Teoretickým rámcem vývoje řešení problému se staly psychologické a pedagogické poznatky o teorii motivace, motivačních metodách aj. Při vlastním vývoji řešení problému byly použity různé metody a postupy. Patří k nim zejména: podrobná didaktická analýza biologických a medicínských poznatků o lidském organismu, vývoj jednoduchých postupů a pomůcek pro měření a experimentování na lidském těle, sestavování úloh, diskuse s experty v medicíně o vhodných poznacích a metodách použitelných ve výuce atd. Jako ukázka vytvořených kurikulárních materiálů může sloužit žákovský experiment ve formě pracovního listu, jehož část uvádíme (určeno žákům ZŠ, věk 11–15 let).

Plochá noha

Popis: Rozměry chodidla jsou zjišťovány při diagnostice poruch stavby nohou. Stavba nohy je důležitá pro pohybové stavy těla. Nejznámější vadou je plochá noha. Jednoduché délkové měření může tuto vadu odhalit. Ke vzniku ploché nohy přispívá nesprávná obuv. Proto je délka chodidla důležitá při koupi obuvi. Pro její měření používají prodejci speciální délková měřidla, která jsou cejchována v různých jednotkách.

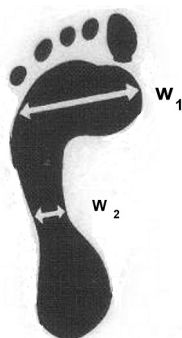
Pomůcky: otisk chodidla (plantogram), měřítko

Experiment:

1. Natřete chodidlo olejem (vodovou barvou, jen vodou) a stoupněte si na savý papír.
2. Změřte nejširší (w_1) a nejužší část (w_2) otisku chodidla.
3. Vypočítejte poměr $I = w_2/w_1$.
4. Vyhodnoťte výsledek podle tabulky 4.

Tab. 4: Plochá noha – měření

$I = w_2/w_1$	
Normální noha	$I =$ méně než 0,45
Začínající plochá noha	$I = 0,45$
Plochá noha	$I =$ více než 0,45



Obr. 2: Měření ploché nohy

Etapa 3. Hodnocení a testování řešení v praxi

Zejména pomocí akčního výzkumu ve školském terénu byla ověřována vhodnost a efektivnost jednotlivých motivačních metod, forem a prostředků vytvořených na tématu lidský organismus (zjednodušeně lidské tělo). Postupně byly do akčního výzkumu vkládány jednotlivé dílčí i komplexnější metody, formy a prostředky. V rámci reflexní fáze akčního výzkumu byly k hodnocení a testování produktů řešení použity obvyklé diagnostické metody (pozorování žáků, analýza produktů žáků, dotazníky, pretestování a posttestování vědomostí a dovedností). Vytvořeny byly i speciální diagnostické metody, např. v podobě průzkumu motivační efektivity pomocí rodinného přírodovědného vzdělávání (Trna, Trnová, 2010). Aby došlo k co největšímu křížovému ověřování efektivnosti vyvinutých řešení, je vhodné kombinovat různé metody a nástroje testování.

Jako ukázkou hodnocení uvádíme výsledky dotazníkového šetření u rodičů žáků (věk žáků: 11 let), kteří prováděli ve škole měření ploché nohy:

Dva týdny po realizaci Měření ploché nohy ve školní výuce (bez domácí úlohy) byl distribuován rodičům žáků dotazník. Dotazník obsahoval čtyři otázky. Odpovědi byly vyhodnoceny a zpracovány do následující tabulky 5.

Výsledky výzkumu potvrdily efektivitu motivační techniky Měření ploché nohy.

Tab. 5: Plochá noha – výsledky výzkumu

	<i>Otázky pro rodiče</i>	<i>Četnost odpovědí: ANO (2006): (%)</i>	<i>Četnost odpovědí: ANO (2009): (%)</i>	<i>Počet vrácených dotazníků (2006/2009):</i>
1	<i>Znáte nějakou jednoduchou metodu pro zjištění ploché nohy?</i>	68	65	75/80
2	<i>Naučili jste se tuto metodu od svého dítěte?</i>	60	62	75/80
3	<i>Změřili jste si nohu pomocí této metody?</i>	24	30	75/80

Etapa 4. Dokumentace a reflexe k produkci „konstrukčních principů“

Etapa reflexe je zásadní součástí konstrukčního výzkumu, která jeho oprávněnost potvrzuje. V této fázi je třeba se vrátit k původním výzkumným problémům a zjistit, jestli vytvořené, testované a hodnocené řešení je či není skutečně řešením těchto problémů. Reflexe vychází z dat získaných ve třetí etapě a uvádí je do souvislostí.

V našem případě bylo problémem zvýšení motivace žáků k fyzikálnímu (přírodovědnému) vzdělávání. Základem pro reflexi jsou data, jež byla získána především z akčního výzkumu. Zde je třeba stavět na těch datech, která ověřují zvýšení motivace žáků. Nárůst motivace žáků potvrdily především výsledky žákovských a učitelských dotazníků, vliv motivace na efektivitu výuky ověřují didaktické testy. Využili jsme i další metody, např. pozorování a dotazníky v rámci rodinného fyzikálního vzdělávání.

Finální částí této etapy konstrukčního výzkumu je zobecnění výsledků vývoje nových postupů, technik a nástrojů, vedoucích k produkci „konstrukčních principů“. Jde tedy o syntézu obecných zásad, jak žáky a studenty motivovat pomocí speciálních vzdělávacích obsahů, jako je lidský organismus. Tyto nově objevené zásady je možno stručně vyjádřit takto:

- *Vhodnými kritérii pro výběr motivačních obsahů jsou: praktická aplikace poznatků a dovedností v denním životě, interdisciplinární témata, jednoduché žákovské experimentování.*
- *Je třeba maximálně využívat žákovské prekoncepce s důrazem na rozvoj pozitivních prekonceptů a překonávání miskonceptů.*
- *Jako zásadní opatření se jeví podněcení a rozvoj kreativity žáků i učitelů v přírodovědném experimentování.*

Jak bylo na začátku zdůrazněno, konstrukční výzkum a zejména jeho konkrétní produkty jsou určeny pro praktickou aplikaci ve výuce. Proto je třeba bez prodlení implementovat vytvořené metody, formy a prostředky do výuky a do přípravy učitelů. Obé jsme realizovali tak, že některá měření a experimenty prováděné na lidském těle jsme zařadili do učebnic (Matyášek et al., 2004). Problematiku měření na lidském těle jsme současně vložili do pregraduální přípravy učitelů přírodovědy na prvním stupni ZŠ i učitelů fyziky a přírodopisu na druhém stupni ZŠ.

Výzkum se stává výzkumem, pokud jsou jeho výstupy publikovány a mají ohlas v odborné veřejnosti. To jsme realizovali zařazením této problematiky do několika mezinárodních výzkumných projektů a do našich příspěvků na mezinárodních konferencích (Trna, Trnová, 2008; Trna, Trnová, 2010, aj.).

8 ZÁVĚR

Prezentovaná studie je zamýšlena především jako vstup do širší diskuse v přírodovědných didaktikách. Je zřejmé, že je třeba v budoucnu mnohem podrobněji popsat vlastní metodu konstrukčního výzkumu s jeho historickým vývojem a zasazením do systému metodologie přírodovědných didaktik. Nabízí se řada výzkumných problémů, jako např. propojení konstrukčního výzkumu a praxe, vazba aktuálního paradigmatu přírodovědných didaktik a konstrukčního výzkumu, vztah konstrukčního a akčního výzkumu, zařazení prvků konstrukčního výzkumu do profesní přípravy učitelů atd.

Rozvoji konstrukčního výzkumu v přírodovědných didaktikách může bránit dosavadní odlišné aplikované výzkumné paradigma, zúženě vedoucí jen k empirickému a teoretickému výzkumu. Je třeba uvažovat ve směru posunu paradigmatu výzkumu (Kuhn, 1970). Konstrukční výzkum by měl v přírodovědných didaktikách získat a obhájit své rovnocenné a oprávněné postavení.

Relativní výhodou je současná situace dosud plně nestabilizované výzkumné metodologie přírodovědných oborových didaktik, což umožňuje, aby při implementaci konstrukčního výzkumu došlo k jeho rychlému rozvoji a aplikaci.

LITERATURA

KRIČFALUŠI, D. *Podpora zájmu mládeže o studium přírodovědných oborů. Závěrečná zpráva o řešení Rozvojového projektu MŠMT č.615/1*. Ostrava : Ostravská univerzita, 2006.

KUHN, T. S. *The structure of scientific revolutions*. Chicago, IL : The University of Chicago Press, 1970.

MATYÁŠEK, J., ŠTIKOVÁ, V., TRNA, J. *PŘÍRODOVĚDA 5 – Člověk a jeho svět. Učebnice pro 5. ročník ZŠ*. Brno : Nová škola, 2004.

MERRILL, M. D., DRAKE, L., LACEY, M. J., PRATT, J. Reclaiming instructional design. *Educational Technology*, 1996, roč. 36, č. 5, s. 5–7.

REEVES, T. C. *Enhancing the Worth of Instructional Technology Research through Design Experiments and Other Development Research Strategies*. Paper presented on April 27, 2000 at Session 41.29, International Perspectives on Instructional Technology Research for the 21st Century, a Symposium sponsored by SIG/Instructional Technology at the Annual Meeting of the American Educational Research Association [online]. New Orleans, LA, USA [cit. 2011–04–12]. Dostupný z WWW: <http://it.coe.uga.edu/treeeves/AERA2000Reeves.pdf>.

REEVES, T. C. Design research from the technology perspective. In AKKER, J. V., GRAVEMEIJER, K., MCKENNEY, S., NIEVEEN, N. (eds.). *Educational design research*. London : Routledge, 2006, s. 86–109.

STOKES, D. E. *Pasteur's quadrant: Basic science and technological innovation*. Washington, DC : Brookings Institution Press, 1997.

ŠKODA, J., DOULÍK, P. Změny učebních činností – nezbytný předpoklad modernizace výuky chemie. In *Acta Facultatis Paedagogicae Universitatis Tyrnaviensis*. Série D. Supplementum 1. Trnava : Trnavská univerzita, 2002, s. 111–117.

TRNA, J. Nastává éra mezioborových didaktik? *Pedagogická orientace*, 2005, roč. 15, č. 1, s. 89–97.

TRNA, J., TRNOVÁ, E. Cognitive Motivation in Science Teacher Training. In *Science and Technology Education for a Diverse World*. Lublin : M. Curie-Sklodovska university press, 2006, s. 491–498.

TRNA, J., TRNOVÁ, E. Family science and technology education as a new teaching and learning strategy for all including gifted students. In *XIV. IOSTE Symposium. Socio-cultural and human values in science and technology education*. Ljubljana : Institute for innovation and development of University of Ljubljana, 2010, s. 143–149.

TRNA, J., TRNOVÁ, E. Safety of the Human Body in Hands-on Science Experiments. In *Selected Papers on Hands-on Science*. Braga : Associacio Hands-on Science Network, Vila Verde, Portugal, 2008, s. 572–579.

VAN DEN AKKER, J., GRAVEMEIJER, K., MCKENNEY, S., NIEVEEN, N. *Educational design research*. London : Routledge, 2006.

PODĚKOVÁNÍ

Studie byla zpracována v rámci řešení projektu 7. rámcového programu EU 266589 „PROFILES – Professional Reflection-Oriented Focus on Inquiry-based Learning and Education through Science“ a projektu MŠMT ČR MSM 0021622443 „Speciální potřeby žáků v kontextu Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání“.

doc. RNDr. Josef Trna, CSc. – E-mail: trna@ped.muni.cz
katedra fyziky PdF MU
Poříčí 7, 603 00 Brno, Česká republika