

SEDM PODOB BADATELSKY ORIENTOVANÉHO VYUČOVÁNÍ MATEMATICE I

Libuše Samková

Abstrakt

Tento příspěvek je první částí třídielné série, jejímž cílem je pomocí různě zaměřených příkladů vyjasnit podstatu badatelsky orientovaného vyučování matematice. Článek uvádí Deweyovu definici bádání a na jejím základě třídi úlohy podněcující bádání z hlediska charakteru vstupních informací. Představeny jsou tři typy úloh s různými charaktery vstupních informací: minimalistickým, gradujícím a dynamickým.

1 ÚVOD

V posledním desetiletí se stále častěji setkáváme s pojmem *badatelsky orientované vyučování* (BOV). Nejprve byl tento termín spojován s přírodovědnými předměty, postupem času se objevil i ve spojitosti s matematikou. V českém prostředí panuje kolem BOV mnoho nejasností, hlavně kolem badatelsky orientovaného vyučování matematice (BOVM). Přestože mnoho českých vzdělávacích institucí bylo či je zapojeno v národních i mezinárodních badatelsky orientovaných projektech, vztah českého vzdělávacího prostředí a BOV dosud nebyl zcela vyjasněn.

Tento příspěvek je první částí třídielné série, jejíž snahou je pomocí vhodně vybraných příkladů vyjasnit odborné veřejnosti naše pojetí BOVM. Dalšími díly série jsou příspěvky [5, 6].

2 CO TO JE BADATELSKY ORIENTOVANÉ VYUČOVÁNÍ

Termín *badatelsky orientované vyučování* je překladem anglického termínu *inquiry-based education*, jedná se o vyučování založené na *inquiry* neboli bádání.

Bádání jako pedagogický pojem se poprvé objevilo v práci amerického filozofa a pedagoga Johna Deweye (1859–1952), jenž položil teoretické základy pojmu a pokusil se je realizovat v praxi. Ve své knize *Logic: The theory of inquiry* z roku 1938 uvádí tuto definici bádání:

Bádání je kontrolovaná nebo řízená transformace neurčité situace v situaci, která je určitá do té míry, nakolik to vyžaduje zařazení prvků původní situace do nějakého jednotného celku.

[4, s. 104, vlastní překlad]

a v navazujícím textu objasňuje:

Ta počáteční neurčitá situace není pouze „otevřená“ bádání, ale je také otevřená v tom smyslu, že její součásti nedrží pohromadě.... Neurčité situace mohou být charakterizovány různými pojmenováními. Jsou znepokojivé, svízelné, nejednoznačné, popletené, plné protichůdných tendencí, mlhavé, apod. [4, s. 105, vlastní překlad]

Pro bádání je tedy potřeba, aby vstupní situace obsahovala něco pro řešitele neznámého, co je vnímáno jako podnětné nebo zajímavé. Ale bádání je možné pouze pokud k této neznámé části můžeme přistupovat prostřednictvím věcí již známých, protože pouze známá fakta a jejich souvislosti mohou vést k domněnkám a úsudkům, díky kterým přetvoříme neurčitou vstupní situaci v dostatečně určitou situaci výslednou.

Pro úlohy podněcující bádání budeme v tomto příspěvku používat označení *badatelská úloha*.

3 BADATELSKY ORIENTOVANÉ VYUČOVÁNÍ MATEMATICE A JEHO PODOBY

Za téměř století, které uběhlo od uveřejnění Deweyovy knihy, si myšlenka vyučování založeného na bádání postupně našla cestu do přírodovědného vzdělávání, a to jako součást učení objevováním, aktivizujících metod učení, projektové metody, apod. V nedávné době se objevilo několik velkých mezinárodních badatelsky orientovaných projektů zaměřených zároveň na přírodovědné předměty i na matematiku (např. projekt Fibonacci), které plynule propojily BOV i s výukou matematiky. Nicméně, výzkum v oblasti BOV probíhal dlouho odděleně od matematiky, a tak není odborně sladěn s výzkumem v oblasti matematického vzdělávání. Velice podrobnou aktuální koncepcionalizaci BOVM lze nalézt v článku [2].

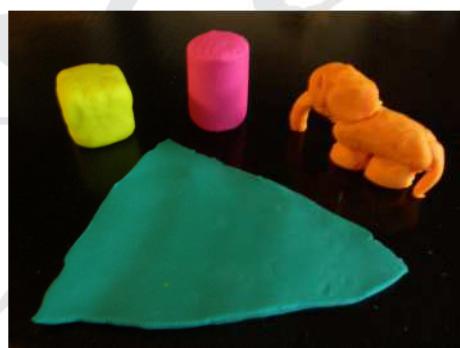
V tomto příspěvku budeme vycházet z Deweyovy definice bádání a na jejím základě ukážeme některé možné podoby BOVM. Protože klíčovou komponentou Deweyovy definice je *počáteční neurčitá situace*, roztrídíme badatelské úlohy z hlediska charakteru vstupních informací a podle něj také nazveme jednotlivé podoby BOVM.

3.1 PODOBA PRVNÍ: MINIMALISTICKÁ

Nejjednodušší neurčitá počáteční situace je založena na jediné informaci. Příkladem takové informace může být tvrzení „Objem télesa je 64 cm^3 .“ Badatelskou úlohu pak můžeme formulovat takto:

„Objem neznámého předmětu je 64 cm^3 . Jak by tento předmět mohl vypadat?“

Starší žáci ji nejspíš pochopí jako impuls k zopakování vzorečků pro objem základních geometrických těles. Zadání úlohy však umožňuje i jiný typ řešení: použijeme-li jako pomůcku modelínu o objemu 64 cm^3 (větší kelímek Play-doh), je správným řešením úlohy libovolná figurka, kterou z této modelíny dokážeme vytvarovat (obr. 1). Takto pojatá badatelská úloha je pak vhodná i pro mladší žáky, protože směřuje k prekonceptům objemu.



Obr. 1: Čtyři různé předměty o objemu 64 cm^3

Badatelské úlohy tohoto typu pracují s minimálním množstvím vstupních informací. Jsou na vstupu hodně neurčité a díky tomu nabízejí mnoho způsobů, jak neurčitost transformovat v určitost. Mají tedy velký badatelský potenciál.

3.2 PODOBA DRUHÁ: GRADUJÍCÍ

Badatelskou úlohu můžeme dostat postupným zobecňováním úloh spíše nebadatelských, jako tomu je u následující šestice úloh:

1. Rozlož číslo 10 na součet dvou (přirozených) čísel a tato dvě čísla vynásob. Jaký nejmenší a jaký největší součin dostaneš?
2. Číslo 10 rozlož na součet tří (přirozených) čísel a tato tři čísla vynásob. Jaký nejmenší a jaký největší součin dostaneš?
3. Číslo 10 rozlož na součet libovolného počtu (přirozených) čísel a tato čísla vynásob. Jaký nejmenší a jaký největší součin dostaneš?
4. Jak bude řešení úloh 1)–3) vypadat pro čísla 7, 8, 9 a 11?
5. Existuje strategie pro řešení úloh 1)–3) nezávislá na volbě rozkládaného čísla?
6. Jak se situace změní, budeme-li úlohu řešit v oboru racionálních či reálných čísel?

Na úlohách 1)–4) si mohou experimentování s čísly vyzkoušet mladší žáci, sada úloh 1)–5) je určena pro starší žáky, úlohy 1)–6) pro SŠ/VŠ studenty. Ideálními pomůckami jsou pouze tužka a papír.

Řešení úloh ponecháváme badatelsky na čtenáři, nedočkavci najdou řešení v [3, s. 7]. Pozornost si rozhodně zaslouží zdůvodnění podoby strategií z úloh 5) a 6) a jejich vztah.

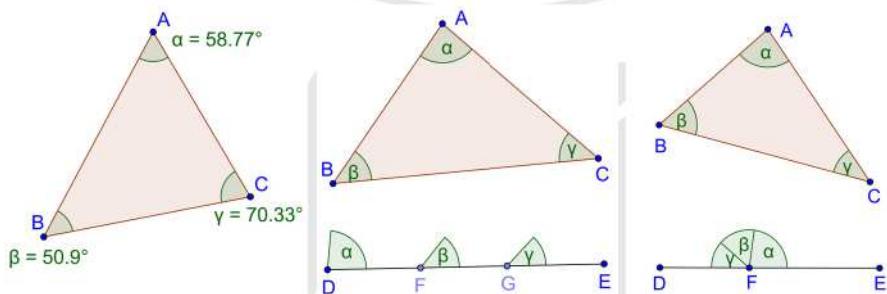
U souboru badatelských úloh tohoto typu se řešení jedné úlohy stává vstupem úlohy další. Tento vstup má v sobě prvky neurčitosti, protože nikdy přesně nevíme, jaké součásti řešení první úlohy jsou pro druhou úlohu relevantní a jaké nikoliv.

3.3 PODoba třetí: DYNAMICKÁ

Některé námítky vůči bádání v matematice jsou založeny na tvrzení, že v matematice není možné experimentovat, protože se neodehrává v laboratoři. Že tomu tak není, jsme si ukázali již v předchozích úlohách: experimentovat se dá s běžně dostupnými školními pomůckami (modelínou) či s matematickými objekty (číslы). Experimentovat můžeme i prostřednictvím počítače. Avšak pozor – ne každé experimentování s počítačem je badatelské!¹

Pro badatelské účely jsou vhodné programy dynamické geometrie (GeoGebra apod.), které například umožňují zkonstruovat trojúhelník daný vrcholy, vyznačit si jeho vnitřní úhly a jejich velikosti (obr. 2a), a pak s vrcholy libovolně manipulovat (měnit tvar a umístění trojúhelníku). My takovou dynamickou konstrukci použijeme jako součást zadání úlohy

„Jaký je vztah mezi úhly v trojúhelníku?“



Obr. 2: Počítačový experiment: aritmetická verze (a), geometrická verze (b), (c)

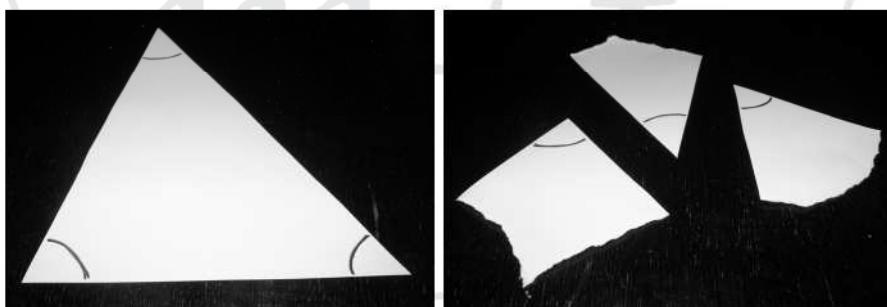
Protože s každou změnou tvaru trojúhelníku souvisí změna velikostí úhlů, je naše dynamická konstrukce vlastně počítačovým experimentem, který je schopen

¹V této úloze se inspirujeme příkladem tzv. *pseudo-bádání* uvedeným v [1].

generovat libovolné množství dat – trojic čísel α, β, γ . Nyní jen zbývá zkoumat vztahy mezi těmito daty.

Je takový experiment bádáním? Zajisté. Není však bádáním geometrickým, přestože zadání úlohy je geometrické. Geometrickou část úlohy „vyřešil počítač“. K bádání nám přenechal data v podobě trojic čísel, jedná se tedy o záležitost aritmetickou.

Můžeme experiment přetvořit tak, aby byl bádáním geometrickým? To bychom museli vycházet z neurčité geometrické situace a geometrickými úvahami ji přetvořit v situaci zobrazující nějaký vztah mezi úhly. Z obrázku by musely zmizet všechny aritmetické atributy, tj. čísla udávající velikosti úhlů. Používat bychom mohli pouze geometrické úpravy, například nanesení úhlů vedle sebe na jednu úsečku (obr. 2b) nebo nanesení úhlů vedle sebe do jednoho společného vrcholu (obr. 2c). Počítačové provedení těchto dvou úprav však nepatří mezi nejjednodušší. Mnohem pohodlnější a názornější je manipulace s papírovým modelem: papírový trojúhelník roztrhneme na 3 části tak, aby každá obsahovala jeden jeho vnitřní úhel, a tyto papírové úhly různě přikládáme k sobě (obr. 3).



Obr. 3: Papírový model

Široká nabídka možností dynamického programu svádí k jejich nadměrnému užívání, které z badatelské úlohy může snadno vytvořit úlohu nebadatelskou. V naší úloze by tohoto nezádoucího efektu dosáhl třeba interaktivní text uvádějící na pracovní ploše součet velikostí vnitřních úhlů zobrazeného trojúhelníku.

4 ZÁVĚR

Na základě Deweyovy definice bádání jsme představili tři různé typy badatel-ských matematických úloh. Předložená typologie rozhodně není kompletní, další možné typy naleznete v [5, 6]. Není ani striktní, neboť jednotlivé podoby BOVM se mohou překrývat. Velkou roli při určování podoby bádání hraje i didaktické záměry učitele a způsob, jakým učitel bádání řídí (např. u úlohy 3.3 rozhoduje, zda učitel dá žákům k dispozici nůžky a papír, nebo počítač).

PODĚKOVÁNÍ

Článek vznikl za podpory GA ČR v rámci projektu 14-01417S (Zkvalitňování znalostí matematického obsahu u budoucích učitelů 1. stupně prostřednictvím badatelsky orientované výuky).

LITERATURA

- [1] ARTIGUE, M. *Science, mathematics and ICT*. Prezentace k přednášce na Fibonacci First European Conference, 21.–22. 9. 2010, Bayreuth.
- [2] ARTIGUE, M., BLOMHØJ, M. Conceptualizing inquiry-based education in mathematics. *ZDM Mathematics Education*. 2013, roč. 45, s. 797–810.
- [3] ARTIGUE, M., BAPTIST, P. *Inquiry in mathematics education*. The Fibonacci Project Resources, 2012, www.fibonacci-project.eu [cit. 30–05–2014].
- [4] DEWEY, J. *Logic: The theory of inquiry*. New York: Holt, 1938.
- [5] ROUBÍČEK, F. Sedm podob badatelsky orientovaného vyučování matematice II. In *Setkání učitelů matematiky všech typů a stupňů škol 2014*, Plzeň: Vydavatelský servis, 2014, s. 169–174.
- [6] TICHÁ, M., HOŠPESOVÁ, A. Sedm podob badatelsky orientovaného vyučování matematice III. In *Setkání učitelů matematiky všech typů a stupňů škol 2014*, Plzeň: Vydavatelský servis, 2014, s. 217–223.