

Inspirace pro badatelsky orientovanou výuku

Eva Hejnová

Katedra fyziky Přírodovědecké fakulty UJEP, Ústí nad Labem

eva.hejnova@ujep.cz

Květa Kolářová

ZŠ Buzulucká, Teplice

Kveta.Kolarova@seznam.cz

Ivana Hotová

Podkrušnohorské gymnázium, Most

hotova@gymbilina.cz

Úvod

V rámci dílny „Inspirace pro badatelsky orientovanou výuku“ jsme sdíleli zkušenosti z realizace badatelsky orientované výuky (dále jen BOV). Diskutovány byly jednotlivé části hodiny na téma Archimédův zákon, které byly prezentovány ve formě videozáznamu ze dvou vyučovacích hodin v 7. ročníku na ZŠ Buzulucká v Teplicích. Na výuce bylo přítomno 23 žáků, přičemž se jednalo se o třídu s rozšířenou výukou matematiky a přírodovědných předmětů a s rozšířenou výukou informatiky. Pořízený videozáznam byl sestříhán na 55 min.

Součástí prezentace byla také další videonahrávka na téma Elektrický náboj a elektrické pole s ukázkami použití heuristické metody a s náměty na BOV. Tato výuka byla realizována na Podkrušnohorském gymnáziu v Mostě v rámci dvou vyučovacích hodin. V tomto případě se jednalo o 1. ročník čtyřletého gymnázia bez speciálního zaměření. Přítomno bylo 29 žáků. K dispozici je sestříhaná videonahrávka v délce 1 h 19 min.

Oba videozáznamy byly pořízeny v rámci projektu CZ.1.07/2.3.00/45.0034 „Partnerským ke zkvalitnění přípravy lidských zdrojů pro přírodovědné a technické vzdělávání“ z grantového programu OP VK 2.3 Lidské zdroje ve výzkumu a vývoji. Prezentace ze semináře, obě videonahrávky a pracovní list pro žáky je ke stažení na adrese http://physics.ujep.cz/~ehejnova/Pro_ucitele/. Všechny tyto materiály jsou též k dispozici v elektronickém sborníku ze semináře (na DVD).

V dalším textu se zaměříme na komentáře k jednotlivým částem hodiny na téma Archimédův zákon a ve stručnosti uvedeme diskusní příspěvky, které v rámci dílny zazněly. Na úvod ještě uvedme, že některé aktivity zařazené v různých částech hodiny byly inspirovány metodikou projektu Heuréka [1].

Komentář k videozáznamu na téma Archimédův zákon

Co by měli žáci už umět z minulých hodin

1. Pascalův zákon.
2. V důsledku působení gravitační síly Země působí kapalina v nádobě v klidu tlakovou silou kolmo na dno nádoby, na stěny nádoby a na plochy ponořené v kapalině.
3. Velikost této síly závisí na obsahu plochy, hloubce, hustotě kapaliny a na konstantě g .

Výukové cíle

1. Pokusem ukázat, že na těleso ponořené v kapalině působí vztlaková síla.
2. Zjistit, na čem závisí vztlaková síla.
3. Formulovat matematické vyjádření pro velikost vztlakové síly.
4. Slovně vyjádřit Archimedův zákon.
5. Pracovat podobně jako vědci, tj.:
 - Klást otázky a hledat vysvětlení.
 - Pozorovat a formulovat hypotézy.
 - Naplánovat pokus a provést pokus.
 - Shromáždit informace a důkazy.
 - Shrnout výsledky a vyslovit závěry.

Struktura dvou vyučovacích hodin na téma Archimedův zákon

1. Opakování a motivace: úloha zadaná formou diskuze.
2. Pokus 1: Kapalina v nádobě působí v klidu tlakovou silou kolmo na dno nádoby, na stěny nádoby a na plochy ponořené v kapalině (práce žáků ve dvojicích).
3. Pokus 2 (Ovoce ve vodě): Na čem závisí chování těles v kapalině (celotřídní diskuze)?
4. Pokus 3 (Polystyren ve vodě): Prokázání existence vztlakové síly (frontální pokus).
5. Pokus 4: Samostatné bádání ve skupinách.
6. Matematické vyjádření velikosti vztlakové síly.
7. Řešení testové úlohy ve skupině a hlasování s využitím hlasovacích karet.

V dalším textu uvádíme komentáře k jednotlivým částem videonahrávky.

1. Opakování a motivace: úloha zadaná formou diskuze

V úvodní části hodiny byla žákům zadána úloha ve formě diskuze (obr. 1). Cílem této části hodiny je zopakování již dříve probraného poznatku, že kapalina v nádobě působí v klidu tlakovou silou kolmo na plochy ponořené v kapalině.

Žáci diskutují o jednotlivých odpovědích dětí na obrázku a vyjadřují se prostřednictvím hlasování k tomu, zda s jednotlivými tvrzeními souhlasí, či ne.

V rámci dílny byla z videonahrávky prezentována diskuze žáků s učitelem (0.25 - 3.45) min.

V kádince s vodou je ponořeno jablko. Popište, jak působí voda na jablko?



A: Jana
Kvůli gravitaci tlačí voda na jablko jen shora.

B: Milan
Myslím, že voda do jablka tlačí také ze strany šikmo dolů.

C: Zdeněk
Nemáte pravdu, řekl bych, že když je jablko úplně ponořeno, tlačí na něj voda ze všech stran.

D: Alenka
Voda na jablko vůbec nepůsobí, protože jablko se ve vodě nerozpouští.

Obr. 1

Metodické poznámky a diskutované problémy:

Zajímavá diskuze mezi učitelkou a žáky se rozvinula k nabízené možnosti, že voda do jablka tlačí také ze strany šikmo dolů. Cílem této diskuse bylo ukázat, že voda působí tlakovou silou kolmo na její stěny (tedy i šikmo, ale ne libovolně šikmo). V rámci celotřídní diskuse byla použita krychlička, na které je možné dobře ukázat, jaký směr má mít síla a co je to „šikmo dolů“. Problematické to však může být u jablka, které nemá stěny kolmé, resp. šikmé, ale má kulatý tvar.

2. Pokus 1: Kapalina v nádobě působí v klidu tlakovou silou kolmo na dno nádoby, na stěny nádoby a na plochy ponořené v kapalině (práce žáků ve dvojicích)

V rámci této části hodiny měli žáci předvést pokusy, kterými by dokázali, že voda působí kolmo na stěny nádoby. Cílem bylo připomenutí pokusů, kterými lze výše uvedenou skutečnost ukázat.

V rámci dílny byly z videonahrávky prezentovány tyto části:

1. Zadání úkolu: „Jakými pokusy byste to ukázali?“ (4.07 - 4.47) min
2. Předvedení 1. pokusu: pramének vody stříká (vytéká) vždy kolmo ke stěně lahve. (6:00 - 7:38) min
3. Předvedení 2. pokusu: tlaková síla působí na destičku ve směru svislém vzhůru, kolmo na plochu destičky. (8:05 - 9:33) min

Metodické poznámky a diskutované problémy:

V rámci diskuse mezi účastníky dílny zazněly připomínky, že vytékání vody může ovlivnit např. velikost a tvar otvoru. Při realizaci pokusu je proto třeba dbát na to, aby byl otvor malý a láhev propíchnout tak, aby otvor měl pokud možno pravidelné a zaoblené okraje, které by neovlivňovaly směr vytékajícího pramínku vody.

Dále je třeba si uvědomit, že pokud na láhev děti tlačí, působí vnější silou (Pascalův zákon). Voda již nevytéká volně, nicméně tlaková síla tlačí na stěny stále kolmo a pramének vody stříká kolmo na stěnu láhve. Pro ukázkou skutečnosti, že voda působí na stěny nádoby také kolmo nahoru, je možné využít např. igelitový sáček naplněný vodou. Je to však méně pohodlná varianta pokusu.

3. Pokus 2 (Ovoce ve vodě): Na čem závisí chování těles v kapalině? (celotřídní diskuze)

V další části hodiny měly děti zkoumat, jak se budou chovat různé druhy ovoce ve vodě (pomeranč se slupkou, oloupaný pomeranč, jablko a hruška, citron a limetka). Cílem bylo motivovat žáky k dalšímu bádání a nasměrovat je k přemýšlení o tom, proč některé ovoce plave a jiné klesá ke dnu. Následující diskuze pak vyústila ve formulaci výzkumných otázek („Co bychom mohli zkoumat?“, „Co se chcete o tomto tématu dozvědět?“).

Z videonahrávky byly prezentovány následující části:

1. Zadání úkolu: „Zapište si do sešitu, jak myslíte, že se bude chovat ovoce ve vodě?“ (9.59 - 10.10) min
2. Žáci předpovídají, jak se bude ovoce ve vodě chovat (diskuze ve dvojicích) - předpovědi zapisují do sešitu, poté předvedení pokusu a celotřídní diskuze. (10.37 - 12.16) min
3. Co bychom mohli zkoumat? (celotřídní diskuze a zápis témat na tabuli) (12:18 - 13:20) min

4. Kde se s něčím takovým setkáme? Co se chcete o tomto tématu dozvědět?
(13:22 - 15:35)

Metodické poznámky a diskutované problémy:

V rámci diskuse mezi účastníky dílny zazněly zejména úvahy, proč neoloupaný pomeranč plove (pod slupkou je vzduch) a oloupaný klesá ke dnu (po oloupaní má větší průměrnou hustotu než voda). V této fázi hodiny však není vhodné dětem vysvětlovat, proč se ovoce ve vodě chová různě, pokusy s ovocem mají pouze motivační účel.

Co se týče výzkumných otázek, bylo doporučeno, aby děti také zkoumaly vliv velikosti nádoby na velikost vztlakové síly (žáci sami tuto možnost neuvedli, bylo by tedy třeba je k této možnosti nasměrovat).

4. Pokus 3 (Polystyren ve vodě): Prokázání existence vztlakové síly (frontální pokus)

V této části hodiny měly děti prozkoumat, zda ve vodě existuje nějaká „nadmáscí“ síla. Cílem této části hodiny bylo prakticky si vyzkoušet, že vztlakovou sílu vnímáme jako sílu, která těleso nadlehčuje (vytlačuje) nebo jako sílu, která zmenšuje „tíhu“ tělesa. Žáci by si měli uvědomit, že vztlaková síla působí na tělesa, která plovou i na ta, která neplovou.

K prokázání existence vztlakové síly používaly děti kádinky s vodou a kousek polystyrenu, který „zatlačovaly“ do vody. Vztlakovou sílu vody děti nazvaly jako „síla vody“

V rámci dílny bylo z videonahrávky prezentováno provedení pokusu a diskuse učitele se žáky (15.40 - 17.00) min.

Metodické poznámky a diskutované problémy:

Žáci si během pokusu s polystyrenem mají možnost „osahat sílu vody“ (vztlakovou sílu). Je také vhodné nasměrovat děti k tomu, aby si při provádění pokusu všimly, že při ponořování polystyrenu síla vody roste.

V rámci následné diskuse mezi účastníky dílny se objevily dotazy, co se rozumí silou vody a zda je vhodné tento název ve výuce používat (s ohledem na zavedenou terminologii, tj. síla vody = vztlaková síla). K tomu lze říci, že pokud tento pojem, tj. „síla vody“, učitel ve výuce používá, mělo by být žákům zřejmé, kterou sílu má na mysli (sílu směrem nahoru, tj. vztlakovou sílu). Zejména u mladších žáků bývá někdy vhodnější při výkladu používat takové názvy a označení, které jsou jim bližší, než trvat ihned na používání přesné terminologie. Nicméně musíme vždy dbát na to, aby bylo zřejmé, co těmito názvy označujeme. Ve vhodné chvíli je pak třeba použít pro „sílu vody“ správné označení „vztlaková síla“.

Důležité také je, aby si žáci uvědomili, že vztlaková síla působí i na tělesa, která neplovou, ale potápějí se (např. na kámen). U dětí se totiž můžeme setkat velmi často s miskoncepcí, že např. míč je pod vodou nadlehčován větší silou než stejně velký kulatý kámen. Proto je vhodné provést i jinou variantu výše uvedeného pokusu a do vody ponořovat nejprve prázdnou plastovou láhev (tj. naplněnou vzduchem) – vztlakovou sílu vnímáme jako „odpor vody“ - a poté láhev naplněnou vodou, resp. pískem - vztlakovou sílu vnímáme jako „nadmáscí sílu vody“ ([1], [2]). K ponořování láhve je vhodné použít větší nádobu (např. kbelík nebo větší akvárium. Nevýhodou tohoto pokusu ale je, že si ho většinou nemají možnost vyzkoušet všechny děti. O nadlehčování tělesa ve vodě se ale mohou žáci snadno přesvědčit zavěšením např. kovového válečku (závaží) na siloměr a změřením síly ve vodě a ve vzduchu. Tento pokus mohou snadno provést i v lavicích.

5. Pokus 4: Samostatné bádání ve skupinách

Tato část hodiny byla ústřední částí výuky, které předcházely předchozí přípravné aktivitě. Cílem bylo samostatné bádání žáků ve skupinách a prezentace výsledků u tabule.

Děti byly vyučující rozděleny do skupin, ve kterých měly samostatně prozkoumat jim přidělenou výzkumnou otázku. K tomu využívaly pracovní list s tabulkou, který je k dispozici na DVD.

Z videonahrávky byly prezentovány následující části:

1. Celotřídní diskuze (formulace hypotézy): Na čem by mohla síla vody záviset?
2. Rozdělení do skupin a zadání úkolů k bádání. (17.18 - 19.54) min
3. Ukázky práce dětí ve skupinách (19.54 - 20.34, 21.55 - 22.18, 23.20 - 27.20) min
4. Prezentace výsledků u tabule (28.16 - 30.16, 31.52 - 32.37, 33.15 - 35.44) min
5. Celá vyplněná tabulka (37.09 - 37.07) min

Metodické poznámky a diskutované problémy:

V rámci prezentace výsledků experimentování nastala zajímavá situace, kdy dvě skupiny zkoumající stejný problém došly k protichůdným závěrům (viz videoukázky v časech 28.16 - 30.16 min a 31.52 - 32.37 min). Řešení této situace by vyžadovalo provedení dalšího pokusu, který by podpořil správný závěr.

V rámci dílny se rozvinula poměrně široká diskuse o tom, co lze považovat za badatelsky orientovanou výuku. V ideálním případě by žáci měli samostatně formulovat výzkumnou otázku (která by se navíc týkala nějakého, ještě neprozkoumaného problému), vyslovit hypotézu, naplánovat a provést pokus a vyslovit závěr. Většina účastníků dílny se shodla na tom, že žáci v 7. ročníku tak velké míry samostatného bádání schopni zpravidla nejsou a že musí být učitelem nasměrováni a do určité míry musí být jejich jednotlivé kroky řízeny. V tomto smyslu bychom pak měli mluvit spíše o řízeném bádání než o BOV v jejím nejužším pojetí. Nicméně běžnou realitou je, že učitelé mnohé aktivity, které vykazují některé prvky BOV, chápou jako badatelsky orientovanou výuku. Důležité je, že žák objevuje poznatky pro sebe a v tomto smyslu tedy objevuje něco, co je pro něj nové a z jeho pohledu dosud neobjevené.

6. Matematické vyjádření velikosti vztlakové síly

V této části hodiny vyučující společně se žáky formulovala matematické vyjádření Archimedova zákona. Cílem bylo dojít k tomu, že u všech veličin, na nichž závisí velikost vztlakové síly, je přímá úměrnost mezi nimi a vztlakovou silou.

Z videonahrávky byly prezentovány následující části:

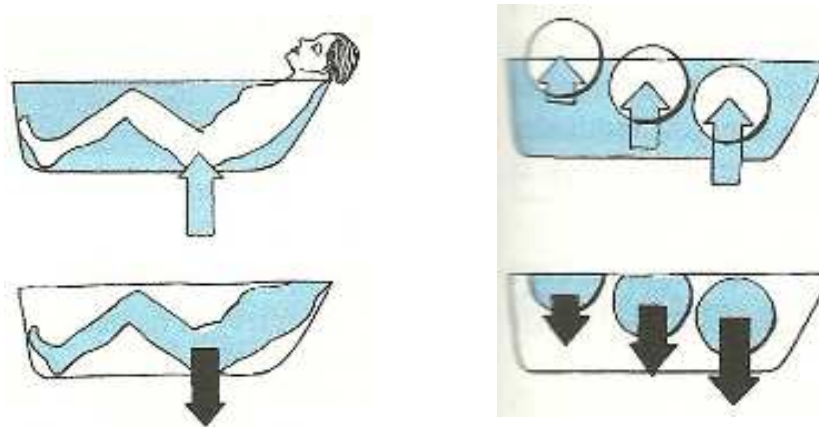
1. Co jsme vyzkoumali? Matematické vyjádření vztlakové síly. (39.04 – 44.50) min
2. Hledání veličiny g . (41.51 – 44.01) min
3. Ústní formulace Archimedova zákona. (45:06 – 49:29) min

Metodické poznámky a diskutované problémy:

Objevení závislosti vztlakové síly na veličině g (tíhové zrychlení) může být pro žáky obtížné. Do diskuze byla proto ve vhodném okamžiku zařazena videonahrávka, jak se chová voda v beztlákovém stavu, která měla děti navést k odhalení vlivu gravitační síly na velikost vztlakové síly. Také ústní formulace Archimédova zákona je pro žáky velmi obtížná. Protože se jednalo již o závěrečnou část dvouhodinové výuky, projevovala se i únava žáků. Formulaci Archimédova zákona je třeba věnovat dostatek času a vrátit se

k ní ještě v následující hodině (což bylo vyučující plánováno). Pro snazší pochopení formulace Archimédova zákona je vhodné provést ještě další pokusy, např. se sáčkem naplněným vodou, který se vznáší ve vodě nebo pokus se dvěma kalíšky (viz metodika Heuréky [1].)

Pochopení Archimédova zákona může též usnadnit zavedení pojmu „Archimédův míč“ nebo „Archimédovo tělo [3] (obr. 2).



Obr. 2

Archimédův zákon pak můžeme formulovat takto: „Těleso je nadlehčováno silou stejně velkou, jakou působí gravitace na Archimédovo těleso“ [3]. Někteří učitelé v rámci diskuse uvedli, že používají pojem „díra po tělese“ [1].

7. Řešení testové úlohy ve skupině a hlasování s využitím hlasovacích karet

V poslední části hodiny řešili děti úlohu zadanou formou diskuse. Žáci pracovali ve skupinách a pro hlasování využívali hlasovacích karet. Cílem této části výuky bylo ukázat, že hmotnost tělesa se v různých prostředích nemění, a dovést žáky k zobecnění Archimédova zákona, tj. že vztlačová síla působí na těleso nejen v kapalinách, ale i např. když se nachází ve vzduchu (tj. nachází-li se těleso v tekutině).

Zadání úlohy:

Vážím třikrát stejný předmět - jednou je ponořený ve vodě, jednou je ve vzduchu, jednou je ve vzduchoprázdnu. Kdy je nejlehčí?

- ve vodě
- ve vzduchu
- ve vzduchoprázdnu
- v žádném případě

V rámci dílny bylo z videonahrávky prezentováno zadání úlohy, hlasování žáků a jejich diskuse s učitelem (49.40 - 54.56) min.

Metodické poznámky a diskutované problémy:

Zadaná úloha byla pro děti poměrně obtížná. V rámci diskuse učitelky se žáky se objevila častá miskoncepce, že ve vzduchoprázdnu nepůsobí gravitační síla. Pro žáky se jedná o řešení problému v nové situaci, protože se s představou vztlačové síly působící na těleso ve vzduchu pravděpodobně dosud nesešli. Obtížnost této situace tedy spočí-

vala zejména v tom, že museli zobecnit své dosavadní zkušenosti a poznatky pro všechny tekutiny.

Náměty na další aktivity

V prezentaci (viz str. 18) je uveden ještě další námět na úlohu zadanou formou diskuse. Někteří učitelé zadávají dětem samostatný úkol, aby samy vymyslely podobné úlohy (často jim říkají „obrázkové úlohy“). Ukázka takové úlohy, kterou žáci vymysleli sami, je v prezentaci na str. 19.

Na závěr příspěvku ještě uvedme přehled částí druhé videonahrávky, která byla pořízena na gymnáziu v Mostě. Tato nahrávka nebyla vzhledem k omezenému času v rámci dílny prezentována, ale je k dispozici na DVD nebo na adrese http://physics.ujep.cz/~ehejnova/Pro_ucitele/.

Ukázka hodiny na téma Elektrický náboj a elektrické pole

1. Úvodní opakování učiva s využitím hlasovacích zařízení (00.08 min)
2. Pokus 1 (Brčka): Vzájemné silové působení souhlasně a nesouhlasně zeledrovaných těles (16:03 min)
3. Pokus 2 (Lodička): Vzájemné silové působení souhlasně zeledrovaných těles (34.37 min)
4. Pokus 3 (Plechovka a platová trubka): Vodič a izolanty, elektrostatická indukce (40.06 min).
5. Pokus 4 (Balonek): Elektrovaní těles. Práce s apletem (Svetr a balonek) <http://apps.dotyk.ujep.cz/aplikace/e72o2-balonky-a-staticka-elektrina> (50.22 min)
6. Pokus 5 (Vychylování praménku vody): Silové působení mezi nabitými a zpolarizovanými tělesy (58.17 min)
7. Pokus 6 (van de Graaffův generátor): Model elektrického pole (1.06.26 min)
8. Práce s apletem (Travolta): Simulace elektrovaní těles třením, elektrický výboj <http://apps.dotyk.ujep.cz/aplikace/n1ukm-phet-john-travoltage> (1.14.54 min)

Závěr

Badatelsky orientované vyučování je jednou z účinných metod, která může pomoci zvýšit zájem žáků nejen o fyziku, ale o přírodovědné vzdělávání obecně. Pro učitele to není snadná a jednoduchá cesta, příprava takové hodiny je náročná na čas, vyžaduje dobré promyšlení jednotlivých fází hodiny a zkušenost učitele např. s prací žáků ve skupinách. Badatelsky orientovaná výuka bývá náročná na vybavení školy pomůckami, limitujícím faktorem se někdy ukazuje i nemožnost realizovat takovou výuku ve vhodné (nejlépe specializované) učebně. Nicméně pro žáky je tato forma výuky zajímavá a přínosná, a to zejména s ohledem na nácvik dovedností, které pomáhají rozvíjet jejich vědecké myšlení.

Literatura a další zdroje

- [1] Metodika projektu Heuréka. Dostupné na <https://kdf.mff.cuni.cz/heureka/>.
- [2] MACHÁČEK, J.: *Příručka pro učitele k učebnicím Fyzika 6 až 9 pro ZŠ a víceletá gymnázia*. Praha: Prometheus, 2007. ISBN 978-80-7196-348-6.

[3] ROJKO, M. a kol.: *Fyzika kolem nás (Fyzika I pro základní a občanskou školu)*. Praha: Scientia, 1995. ISBN 80-85827-83-2.