



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



# Didaktická kazuistika

## Účinky gravitační síly Země na kapalinu

VYUČOVACÍ PŘEDMĚT: FYZIKA (6. ročník ZŠ)

AUTOŘI: Renata Holubová a Lukáš Richterek

Katedra experimentální fyziky, Přírodovědecká fakulta  
Univerzita Palackého v Olomouci

---

## Anotace

Pro potřeby této kazuistiky byl využit záznam výuky pořízený 23. 3. 2017 v rámci projektu CZ.02.3.68/0.0/0.0/16\_011/0000660 *Podpora společenství praxe jako nástroj rozvoje klíčových kompetencí*.

Hodina fyziky, která je předmětem studia, proběhla v 7. ročníku ZŠ, přítomno bylo 21 žáků.

Této hodině předcházela výkladová hodina na téma Pascalova zákona a jeho využití v hydraulických zařízeních, na toto téma navazoval i první příklad počítaný v hodině. Vyučujícím je student 1. ročníku navazujícího magisterského studia na první souvislé pedagogické praxi, který má hodně zkušeností z popularizačních akcí a pracuje v Pevnosti poznání.

Výklad odpovídá příslušné kapitole v učebnici Kolářová, R. a Bohuněk, J.: *Fyzika pro 7. ročník základní školy*. Praha, Prometheus 2009. Součástí výkladu jsou dva pokusy (válec s destičkou na dně ponořený do vody a výtok vody stěnami nádoby), v závěru je vztah pro tlakovou sílu v závislosti na hloubce pod hladinou a hustotě kapaliny. Na toto téma pak v příští hodině naváže výklad hydrostatického tlaku v kapalině.

Výuková situace, kterou se zabývá tato kazuistika, nastala v závěru 30:00–43:30 a je ukončena zvoněním.

## Činnosti učitele a žáků

V obecném pohledu z celé hodiny vyznívá přátelská atmosféra mezi žáky a vyučujícím. Vyučující udržuje kontakt s žáky kladením otázek po celou dobu hodiny. Většina žáků sleduje výklad a spolupracuje s učitelem, je ale zřejmé, že některé poznatky z předchozích hodin nejsou zažité a odpovědi místy nejsou správné; ze záznamu jedné hodiny nelze vyvodit, jaký vztah k předmětu a jaké úsilí případně kolik času věnují domácí přípravě. Studentka u tabule zvládla výpočet vycházející z předcházející hodiny až s dopomocí učitele.

Z hlediska žáků jde o partii poměrně náročnou, tlakovou sílu nelze při současném působení tíhové síly na všechny předměty přímo změřit. Oba experimenty zařazené do výkladu byly pojaty jako experimenty demonstrační, učitel je předvádí v čele třídy a přitom klade otázky směřující k popisu a vysvětlení pozorovaných jevů. Oba experimenty také dokládají závislost tlakové síly v kapalině na hloubce, závislost na hustotě je dovozena přes hmotnost.

## Analýza

*Transkripce výukové situace je uvedena jako příloha na konci kazuistiky.*

**Tematická vrstva** obsahuje objekty, se kterými se žáci setkají prostřednictvím pozorování – použité nádoby a vodu jako příklad běžné kapaliny.

Do **konceptové vrstvy** můžeme zařadit abstraktní pojmy spojené s výkladem experimentů a odvozením vztahu jako síla (gravitační i v kapalině), tlak, hustota. Konceptem zastřešujícím

---

poznatky žáků získaných pozorováním je pak závěrečný vztah, který ve formě informační komprese zahrnuje závislost tlakové síly v kapalině a hloubce pod hladinou.

Z koncepčního pohledu je poměrně obtížný výklad experimentu s výtokem ve stěně nádoby, který je většinou zařazován v souvislosti s Torricelliho vztahem na střední škole. Závislost rychlosti výtoku a tlakové síly není jednoduchá a bez konceptu hydrostatického tlaku (který ale bude tématem až následující hodiny) zřejmě nenejednoduše zdůvodnitelná na úrovni znalostí žáků.

Pozornost si zaslouží i zakreslování působících sil. Ve shodě s učebnicí nejsou zakreslovány se značkou vektoru (tj. označení  $F$  je „bez šipky“), ale např. zakreslování tlakové síly působící na píst nebo ponořenou destičku zespoda může vést k miskoncepci, že síla působí „někde v kapalině“; vhodnější by bylo důsledně působíště síly (tj. počátek orientované úsečky) spojit s tělesem, na které síla působí, např. s jeho hmotným středem.

**Kompetenční vrstvu** tvoří zejména komunikační kompetence a kompetence k řešení problému. Žáci (nebo alespoň většina z nich) spolupracují s učitelem při vysvětlení pozorování a získání výsledného vztahu.

**Vědecká složka** výkladu je ve školním prostředí téměř vždy omezena zejména matematickými znalostmi žáků a učitel tak musí hledat rovnováhu mezi srozumitelností a odbornými pojmy, které používá. Ve studované hodině nepozorujeme žádné podstatné odborné prohřešky či nedostatky na straně učitele. V souladu s učebnicí je používán pojem gravitační síla namísto přesnějšího tíhová, tento postup je ale v kontextu ZŠ standardní.

**Technická složka** byla zvládnuta bez problémů, učitel provedl experimenty přesvědčivě. Určitým omezením (zejména pro žáky v zadních lavicích) je velikost použitých pomůcek.

**Metodická složka** nabízí potenciál pro změny, i když její hodnocení je pochopitelně nejsubjektivnější složkou analýzy a níže uvedená doporučení bez ověření v konkrétní třídě je proto nutné brát nikoli jako výtky, nýbrž jako možnosti pro případné vyzkoušení v další práci s žáky. Pozitivně lze hodnotit snahu učitele dovést žáky k jednotce síly (nikoli ji pouze konstatovat) i velmi pečlivý, esteticky pěkný výtvarný projev učitele při kreslení doprovodných obrázků. V hodině nezbyl větší prostor pro opakování probraného učiva ani nebylo zadáno žádné domácí cvičení, které by k opakování mělo vést; lze ale usoudit, že učitel se opakování z předchozí hodiny věnuje v úvodu. Jako nevyužitý potenciál lze vnímat skutečnost, že převážná část činnosti je vázaná přímo na učitele a žáci formulují krátké odpovědi. Lze soudit, že žáci jsou na tento styl práce zvyklí, nicméně zejména pokus s výtokem z nádoby (např. sáčku, jak je uvedeno v učebnici) by mohl být proveden ve skupinách samotnými žáky.

## Alterace

Při všech doporučeních je třeba vzít v úvahu, že v roli učitele vystupuje student na první pedagogické praxi, i když jde o studenta s popularizačními zkušenostmi z Pevnosti poznání a letních vědeckých táborů, navíc praxi vykonává na škole, kterou sám kdysi navštěvoval, tj. v prostředí, jež pro něj není neznámé.

Navzdory výše uvedeným drobným připomínkám lze studovanou hodinu považovat za příklad fungující výuky, v níž žáci komunikují s učitelem a sledují jeho výklad. Ve stylu výuky je zde zřejmá snaha dovést žáky k odpovědím kladenými otázkami, ne pouze sdělit výsledek. Pro větší podporu komunikačních a sociálně-personálních kompetencí by dávalo větší prostor zařazení samostatného experimentování žáků ve skupinách. Tato alterace by byla časově i organizačně náročnější a vyžadovala by i dostupnost pomůcek na dané škole.

Při vhodném vybavení na škole (např. některým typem dataloggerů nebo citlivým siloměrem) by u prvního experimentu bylo možné měřit výslednou sílu působící na ponořovanou kruhovou destičku (rozdíl tíhové/gravitační síly a tlakové síly kapaliny). Použitím slané vody nebo lihu by pak bylo možné ukázat i závislost tlakové síly na hustotě kapaliny.

Z jazykového hlediska je vyjadřování učitele velmi neformální s řadou hovorových výrazů („ňáká“, „kterej“, „tohodle“), vhodnější by asi bylo hovorových výrazů se vystříhat.

## Příloha

**Roman Chvátal, fyzika, přepis části vyučovací hodiny, ZŠ Spoječů, 23. 3. 2017, 30:00-43:30**

Předchází: výklad působících sil na destičku s provázkem ponořenou s válcem do kapaliny

**U:** Tady působí ta síla  $F$  nahoru, to je jakoby detail toho (nesrozumitelné), a tady působí na tu destičku ňáká síla  $F_g$  (chybně označuje sílu jako gravitační, jde o tíhovou tedy  $F_G$ ) a zase si můžete napsat, že  $F$  je větší než  $F_g$ . A proto tedy ta destička drží pod tou skleněnou trubičkou.

**U:** Je to všem jasný?

**Ž:** Ano ... (většina)

**Ž:** (žákyně – dotaz): A kdyby tam byla (...) na desku, kdyby to bylo uzavřené, tak by ta síla byla ...

**U:** Když by byl uzavřený, tak, hmmm, jakoby takhle shora (demonstruje), a teďka se mi začíná napouštět voda, tak nějaká už se začne napouštět, protože my jsme si řekli co, že reálný plyny jsou ...

**Ž:** stačitelný

**U:** ... ano, stlačitelný, takže částečně by se tam ta voda určitě napustila. (přejde za katedru)

**U:** A pod to si zase můžete napsat, opět stejný začátek věty: kapalina v gravitačním poli Země (opakuje), působí tlakovou silou (opakuje) na plochy ponořené v kapalině. (opakuje znovu celou větu). Stihli všichni?

**Ž:** Ano ... (většina)

**U:** (32:10) Teď si to všechno shrneme. Řekli jsme tedy, účinky gravitační síly na kapalinu, na celou tu kapalinu působí ... jaká síla v gravitačním poli Země?

**Ž:** bez reakce, šum ve třídě, po chvíli: gravitační síla

**U:** V gravitačním poli Země působí na tu kapalinu gravitační síla. Ta má první účinek, kterej jsme si ukázali. S tou blánou, že působí ta kapalina tlakovou silou na dno nádoby. U toho druhého příkladu, tady s těmi otvory, jsme si řekli, že ta kapalina působí tlakovou silou na stěny nádoby. A posledním úkolem jsme si ukázali, že ta kapalina působí ...

Ž: tlakovou silou na plochy ...

U: ... tlakovou silou na plochy v té, na plochy v té kapalině ponořené. To nám tedy říká zákon, který máte zapsaný v učebnici, a zapíšete si ho do sešitu, já vám teda budu diktovat pomalu, a pište si ... celkově, celkově tedy ze všech těch pokusů vyplývá: V důsledku (opakuje) působení, v důsledku působení gravitační síly Země (opakuje tuto část věty), působí (opakuje) kapalina v nádobě v klidu (opakuje část věty 2x), hydrostatickou silou (opakuje 2x, zapisuje slovo *hydrostatickou* na tabuli), jo?, hydrostatickou silou, kolmo (opakuje) na dno nádoby, kolmo na dno nádoby, čárka, na stěny nádoby (opakuje), a na plochy (opakuje) ponořené v kapalině (opakuje celou část věty). Stihli všichni?

Ž: ano ...

U: Výborně. Když se podíváte na tu definici, kterou jsme si zapsali do sešitu, co asi bude znamenat to ..., těch pár slov, které říkají, že v nádobě v klidu ... takže (přechází k demonstračnímu stolku), je ta nádoba v klidu?

Ž: je

U: Je, správně. Takže nikdo asi nepochybuje, prostě stojí, je v klidu. A ještě jednu věc nám to taky může říkat, že v klidu může být myšleno tak, že na ní nepůsobí okolní síly. A okolní síly, vnější síly, ty popisuje kdo? Jaký zákon? Působení vnější síly na kapalinu ...

Ž: nejprve bez reakce, pak někdo nesměle, nejistě: Pascalův zákon

U: Pascalův zákon, správně. Takže tento zákon platí od okamžiku, kdy ta kapalina je v klidu, a nepůsobí na ni vnější síly. To znamená, že my neuplatňujeme ten Pascalův zákon, nevzniká tam žádný tlak vyvolaný vnější silou. To znamená tedy to, že je v klidu, tyhle ty věci. (36:30) A ... jak tu hydrostatickou sílu vypočítáme? My už jsme si do toho, do toho zákona napsali, že se jedná o hydrostatickou sílu ... (maže tabuli). A čemu byste řekli, že se bude rovnat? Můžete vyjít tady z tohodle obrázku (ukazuje na tabuli na obrázek s prohnutou blánou). Ta síla  $F$  se bude asi rovnat čemu?

Ž: (žákyně v druhé lavici) Gravitační síle?

U: Čemu?

Ž: Gravitační síle?

U: Správně, výborně. Můžete si tedy napsat (současně zapisuje na tabuli): Výpočet hydrostatické síly (opakuje). Jak jste řekli, že  $F$ , a když bude hydrostatická, tak si zavedeme pro ni index, jaký asi, když gravitační je  $F_g$  ...

Ž: há a nesrozumitelný výkřik

U: ... tak hydrostatická  $F_h$ , malý psací  $h$ , se rovná  $F_g$ . Když to teda rozepíšu, tak  $F_h$  se rovná, čemu se rovná  $F_g$ ?

Ž: gravitační síle ...  $F$  ...

U: Když chci rozepsat to  $F_g$ , jak vypočítáme  $F_g$ ?

Ž: ...  $m$  krát  $g$ ...

U: ...  $m$  krát  $g$ , správně,  $m$  krát  $g$ . Když já mám tady tu nádobu, vím, že v ní je nákejš 400 mililitrů, ale neznám tu její hmotnost, tak jak vypočítám z té hmotnosti, co použiju? Když chci vědět hmotnost, znám objem...

Ž: ...  $g$  krát ...

U: Ne, ne, ne, je to ještě vztah vedle nákej, počítali jste to v šesté třídě, když znám objem, tělesa, chceme vypočítat jeho hmotnost, použijeme k tomu konstantu ...

Ž: ... bez reakce ...

U: Hustotu (zapisuje řecké písmeno  $\rho$ ), hustota se rovná, a teď zalovte v šesté třídě, jak vypočítáme hustotu tělesa?

Ž: ... bez reakce ...

U: Už jsem vám poradil, je to vztah mezi hmotností a objemem.

Ž: ...  $m$  krát ...

U:  $m$  lomeno  $V$  (zapisuje vzorec).

Ž: jo, ahaa ...

U: A když já teďka chci tady dosadit to  $m$  za to, tak z tohodle si to  $m$  vyjádřím, jak vypočítáme (?),  $m$  se rovná ... čemu? ...  $m$  se rovná, co udělám s věčkem?

Ž: ... naznačují gestem převod  $V$  na druhou stranu rovnice.

U: Ano, sem, takže budu mít,  $m$  se rovná  $\rho$  krát  $v$ . To můžu dosadit sem (ukazuje na vztah  $F_h = mg$ ). Takže tohle sem (kreslí červenou šipku, odkud kam bude dosazovat), dosadím za to  $m$ ,  $F_h$  se rovná,  $\rho$  krát  $v$  krát  $g$ .

Ž: (žák v první lavici) Ježíši...

U: A teď už jen jednoduchá úprava, jak vypočítám objem toho tělesa, obecně? Když byste mi chtěli vypočítat objem toho válce, a já vám řeknu jaký je, jaký je obsah té podstavy a vy si změříte jaká je výška toho, tak jak vypočítáte objem?

Ž: hmm (přemýšlí)

U: Zase matematika ...  $v$  se rovná  $es$  krát  $h$ , obsah toho tělesa (ukazuje na vzorec) krát výška toho tělesa.

Ž: Cože?

U: A to můžeme zase dosadit do toho vztahu (kreslí další červenou šipku), a získáváme  $F_h$  se rovná  $\rho$  krát  $es$  krát  $h$  krát  $g$  (dává výsledný vztah do červeného rámečku)

Ž: (žák v první lavici) A tohle se budu muset učit nebo jak? (ostatní smích)

U: (41:10) A pro vás je nejdůležitější tenhle vztah na konci. No nebudete se ho muset učit, když si to takhle odvodíte, do písemky takhle od začátku, tak se nemusíte učit žádný vztah nazpaměť.

Ž: ... šum ve třídě ...

U: (41:22) Takže ještě jednou (ukazuje na tabuli na předchozí zapsané odvození), správně jste řekli, že ta síla hydrostatická se bude rovnat té gravitační, gravitační vypočítáme jako  $m$  krát  $g$ , za  $m$  si můžeme z výpočtu hustoty dosadit  $\rho$  krát  $v$ , a  $v$  vypočítáme jako obsah toho tělesa (což je chybně řečeno, protože se jedná o obsah podstavy) krát výška, takže zase dosadíme do toho vztahu, a vychází nám teda že,  $F$  hydrostatická se rovná  $\rho$   $es$   $h$   $g$ .

Ž: (žák v první lavici) Ježíš marjá...

U: Takže v sešitě abyste měli, hydrostatická síla, jakou má teda, jak ji značíme

Ž:  $F_h$

U: Správně, já vám to ještě jednou napíšu (zapisuje na tabuli, co říká): Hydrostatická síla, značka  $F_h$ , jednotka, jaká bude jednotka hydrostatické síly?

Ž: ... bez reakce ...

U: Je to síla ... pořád ...

Ž:  $F_h$

U: Tak ji značíme a jednotka síly ...

Ž:  $F$  ...

U: ... newtony ...

Ž: (žák v první lavici): Pascaly!

U: Pascal je čeho?

Ž: hmmm

U: No, čeho je Pascal?

Ž: hmm toho gravitačního ..., nee té ...

U: (43:04) Tlaku! (žáci opakují) Takže jednotka je N, newton. A vztah pro její výpočet, si můžete napsat, je teda  $F_h$  se rovná há ró gé es. Mě se třeba líp pamatuje tenhle ten vztah tady v tomhle tvaru, há ró gé es. Takže tohle abyste měli všichni v sešitě. (zvoní).



Toto dílo podléhá licenci Creative Commons Uveďte původ 4.0 Mezinárodní.  
Pro podrobné licenční podmínky navštivte <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.