

# VĚDECKÉ MYŠLENÍ ŽÁKŮ - JAK HO LZE ROZVÍJET A TESTOVAT

Irena DVOŘÁKOVÁ

## Abstrakt

Příspěvek je věnován metodice použití Lawsonova testu vědeckého myšlení ve výuce. Tento test je určen učitelům, kteří se zajímají o identifikaci úrovně vědeckého myšlení svých studentů. Kromě toho, že může být velmi užitečným zdrojem informací o kognitivním rozvoji jednotlivých studentů, může také pomoci učiteli najít takový obsah výuky, její cíle, metody a evaluační kritéria, kterými bude vědecké myšlení svých žáků kvalitně rozvíjeno. V příspěvku je uveden příklad jedné úlohy a popsán způsob zpracování výsledků testu. Na konkrétním příkladu výsledků žáků je naznačena možnost didaktického využití výsledků testu. Zájemci mohou požádat o zaslání testu a ve své výuce ho zadat.

## SCIENTIFIC REASONING ABILITY – HOW TO DEVELOP AND TEST IT

### Abstract

This paper is aimed at using the Lawson's Classroom Test of Scientific Reasoning in teaching. The test described in this article is intended mainly for use by teachers interested in determining the developmental levels of their students. Use of the test as a source of knowledge about individual student reasoning processes can be very useful and it can help a teacher adapt course content, goals and teaching methods to develop students' potential.

Example of one pair of tasks is presented in the article and the method of scoring is described. The possibility of using the results as a source of knowledge about students' developmental levels is shown. Those interested in testing the students can ask for sending this test.

### Jak zjistit, co studenti umějí?

Učitel ve své práci potřebuje vědět, co své žáky naučil, co skutečně umějí (čili nejen jaké mají znalosti, ale také jak jsou schopni poznatky aplikovat). Může k tomu použít několik různých způsobů v závislosti na tom, co chce zjistit.

- V oblasti daného tematického celku může použít například:
  - Zkoušení
  - Vlastní písemné práce či testy
  - Testy stažené z Internetu
  - Standardizované testy (FCI), úlohy v různých mezinárodních výzkumech
- V přírodovědě obecně lze použít například:
  - Testy Kalibro
  - Testy TIMSS, PISA
- V oblasti myšlení obecně například:
  - Testy IQ
  - Testy obecných studijních předpokladů

V některých případech však může učitel chtít zjistit, jak kvalitně jeho žáci zvládají vědecké myšlení, nezávisle na konkrétním tematickém celku a konkrétních znalostech. K tomuto účelu může dobře sloužit **Lawsonův test vědeckého uvažování**.

### Lawsonův test vědeckého uvažování

Tento test vytvořil A. E. Lawson na konci 70. let a vycházel přitom z výzkumů J. Piageta. Test vypovídá o tom, jaké úrovně vědeckého uvažování daný respondent dosáhl.

Ve svém příspěvku se nebudu věnovat psychologickému a pedagogickému základu, na němž byl test vytvořen, zájemce najde mnoho informací v uvedené literatuře ([1] – [5]) i v dalších zdrojích. Lawsonův test nabízí učitelům možnost ověřit efektivitu jejich výuky z pohledu toho, zda a do jaké míry rozvíjí vědecké myšlení žáků. Test byl autorem používán také jako pre-test a post-test pro zjištění, jak efektivní byla či jakou „přidanou hodnotu“ měla výuka zaměřená na rozvoj právě tohoto typu myšlení.

Vzhledem k tomu, že se jedná o test, který v českých zemích není rozšířen a je do značné míry specifický, chtěla bych se v tomto článku věnovat spíše technickým pokynům týkajících se zadávání testu a zpracování výsledků tak, aby výsledky, které učitelé získají, byly navzájem srovnatelné. Pokud učitelé budou ochotni sdílet své výsledky s ostatními kolegy, může začít vznikat databáze charakterizující úroveň vědeckého myšlení českých žáků a studentů. V závěru článku je uveden kontakt, na kterém mohou zájemci získat českou verzi Lawsonova testu.

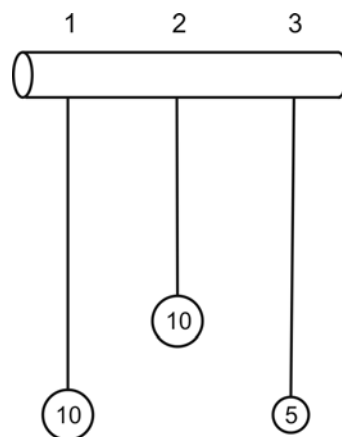
V testu jsou použity otázky se stoupající náročností. Používají se různé varianty (do češtiny byla přeložena varianta s 24 otázkami), ale základní princip je vždy zachován. Tímto základním principem je, že se hodnotí odpověď na danou otázku **a současně** zdůvodnění této odpovědi (kromě posledních dvou otázek, které jsou nezávislé).

Jako příklad zde uvádím 9. a 10. úlohu:

9. Obrázek vpravo ukazuje tři provázky visící z tyčky. Na koncích všech tří provázek jsou připevněna kovová závaží. Provázky 1 a 3 mají stejnou délku. Provázek 2 je kratší. Na konci provázku 1 je závaží o tíze 10 jednotek. Závaží o tíze 10 jednotek je připevněno i na konci provázku 2. Závaží o tíze 5 jednotek je připevněno na konci provázku 3. Provázky a k nim připevněná závaží se mohou kývat a můžeme měřit dobu jejich kmitu.

Řekněme, že byste chtěli určit, zda má délka provázku vliv na dobu, za níž se kývá tam a zpět. *Které provázky byste si vybrali, abyste to zjistili?*

- jen jeden provázek
- všechny tři provázky
- 2 a 3
- 1 a 3
- 1 a 2



10. *protože*

- musíme užít nejdelší provázek.
- musíme porovnat provázky s lehkým a s těžkým závažím.

- c. se liší jen délka.
- d. potřebujeme provést všechna možná srovnání.
- e. se liší hmotnosti.

### Pokyny pro přípravu a zadávání testu

Proto, abyste získali výsledky srovnatelné s výsledky dalších skupin žáků, prosím, abyste dodrželi pokyny a doporučení, které v tomto textu uvádím.

- Dříve, než zadáte test svým žákům, doporučuji, abyste si vyřešili test sami (pochtivě, bez nahlížení do řešení). Pomůže vám to vytvořit si lepší představu o náročnosti testu než pouhé jeho přečtení.
- Zvažte, jaký máte cíl, co chcete testem zjistit. Test v žádném případě **nesmí sloužit k hodnocení** či klasifikaci žáků. To, jak je rozvinuto vědecké myšlení každého jednotlivce, závisí do značné míry na tom, zda měl dostatek podnětů k rozvoji tohoto typu myšlení (a samozřejmě na věku). Není možné žáka hodnotit negativně, pokud dostatek vnějších podnětů neměl a jeho vědecké myšlení je tedy málo rozvinuté.
- Rozmnožte text testu, nepravujte ani rozložení, ani pořadí otázek. Pro úsporu papíru je možné test rozmnožit na formát A5 oboustranně.
- Vyčleňte si jednu vyučovací hodinu, kterou testování věnujete.
- Na začátku hodiny informujte žáky o tom, že budou psát test, sdělte jim svůj cíl, proč tento test zadáváte. Upozorněte je, že test nebude známkován, ale požádejte je, aby se přesto pokusili test vyřešit co nejlépe.
- Rozdejte žákům test, nechte je pracovat. Úlohy se snažte příliš nevysvětlovat, pokud možno nedávejte žákům další doplňující informace. Vše, co k řešení potřebují, je obsaženo v textu úlohy.
- Pokud je někdo hotov dříve, může samozřejmě test odevzdat, nesmí pak ale rušit ostatní.
- Po dokončení práce všemi žáky doporučuji, abyste jim poděkovali za ochotu.

### Pokyny pro zpracování dat a vyhodnocení výsledků

- Vytvořte si tabulku, do které zanesete všechny odpovědi všech žáků.
- Přidělte body každému žákovi:
  - pro úlohy 1 – 22 jsou přiděleny body pouze tehdy, jsou-li správně vyřešeny **obě související úlohy**. Není tedy možné získat bod za první otázku, jestliže je druhá, související otázka zodpovězena nesprávně.
  - úlohy 23, 24 jsou nezávislé a hodnoceny samostatně.
  - maximální počet možných bodů je 24.
- Body jednotlivých žáků sečtete, seřadte žáky podle výsledku od nejlepšího po nejhorší výsledek, vypočítejte průměrný počet získaných bodů a jejich procentní vyjádření.
- Podle výsledků testu můžete zjistit, jaké úrovně vědeckého uvažování daný žák dosáhl. První vývojová úroveň je úroveň konkrétně operační, nacházejí se v ní žáci, kteří v Lawsonově testu získají 0-8 bodů. Druhá úroveň je přechodná, patří do ní žáci, kteří v testu získají 9-16 bodů. Nejvyšší úroveň uvažování je formálně operační úroveň. Tuto úroveň mají žáci, kteří získají 17-24 bodů. Vypočítejte, jaká část žáků je na jednotlivých vývojových úrovních (v procentech). Podrobnější informace o jednotlivých etapách kognitivního vývoje osobnosti lze najít například v [6] a [7].

- Test vám umožňuje i podrobnější rozbor výsledků z hlediska celé skupiny. Určete, kolik žáků řešilo správně jednotlivé úlohy (nezapomínejte prosím, že bod za úlohu žák dostane pouze tehdy, jestliže řešil správně obě související úlohy, kromě posledních dvou úloh).
- Úlohy v testu jsou rozděleny do sedmi odlišných oblastí popisujících různé typy uvažování: 1. zachování hmotnosti (otázky 1+2), 2. zachování vytlačeného objemu (otázky 3+4), 3. poměrové myšlení (otázky 5+6, 7+8), 4. identifikace a kontrola změny (otázky 9+10, 11+12, 13+14), 5. pravděpodobnostní myšlení (otázky 15+16, 17+18), 6. korelační myšlení (otázky 19+20) a 7. kombinační myšlení, obsahující prvky ze všech předchozích oblastí (otázky 21+22, 23, 24). Můžete tedy vypočítat, jaká část žáků úspěšně vyřešila úlohy v těchto sedmi oblastech.

### Jak pracovat s výsledky?

- Sdělte žákům výsledky testu. Zvažte přitom prosím, zda výsledky zveřejňovat otevřeně, zcela anonymně, částečně otevřeně – jen několik nejlepších žáků jmenovitě, ostatní již anonymně, případně pouze individuálně. Závisí to na tom, jaká je atmosféra ve skupině žáků. Je nutné zabránit tomu, aby se ti žáci, kteří dosáhli nejhorších výsledků (někdy ale i ti, kteří dosáhli nejlepších výsledků!!!), stali cílem zesměšňování, slovní šikany, apod.
- Pracujte s výsledky testu pro vlastní potřebu podle cíle, který jste si dali.
- Můžete porovnat své studenty i s dalšími skupinami studentů, kteří test řešili. Tato data Vám sdělím, pokud budete ochotni sdílet s ostatními vyučujícími výsledky svých žáků. Máte-li zájem o tyto výsledky, prosím vás, abyste vyplnili následující dvě tabulky a poslali mi je. Přidám vaše výsledky do kompletního přehledu a pošlu vám celkovou tabulku zpět. Jako příklad vyplnění zde uvádím výsledky svých žáků.

Tabulka shrnující celkové výsledky:

Typ školy	Třída	Termín testování	Počet žáků	Prům. počet bodů	1. úroveň (0-8 bodů)	2. úroveň (9-16 bodů)	3. úroveň (17-24 bodů)
Adresa školy	Věk žáků			%	%	%	%
ZŠ	9. C (matematická)	Červen 2010	23	14,8 bodu	2 žáci	14 žáků	7 žáků
Alžírská 680, Praha 6	15 let			61,8 %	8,7 %	60,9 %	30,4 %

Tabulka shrnující výsledky podle jednotlivých oblastí myšlení:

1. oblast	2. oblast	3. oblast	4. oblast	5. oblast	6. oblast	7. oblast
% úsp. odpovědí	% úsp. odpovědí	% úsp. odpovědí	% úsp. odpovědí	% úsp. odpovědí	% úsp. odpovědí	% úsp. odpovědí
95,7 %	73,9 %	50,0 %	59,4 %	78,3 %	65,2 %	33,7 %

Z výsledků svých žáků (po porovnání s dalšími skupinami žáků a studentů, které mám k dispozici a které samozřejmě poskytnu i ostatním zájemcům) jsem usoudila, že moji žáci, kteří navštěvovali třídu s rozšířenou výukou matematiky a přírodovědných předmětů a byli ve výuce fyziky vedeni metodikou projektu Heuréka, měli dostatek příležitostí k rozvoji svého vědeckého myšlení. Svědčí o tom nejen to, že téměř třetina žáků dosáhla již nejvyšší úrovně, ale hlavně to, že pouze dva žáci se nacházeli na nejnižší úrovni myšlení.

Pokud bych s žáky pracovala dál (testování se však uskutečnilo na konci docházky na ZŠ), věnovala bych asi větší pozornost rozvoji poměrového myšlení, kde je výsledek výrazně horší. Naopak se v testu projevilo, že se již žáci v matematice setkali s úlohami pravděpodobnostního typu, jejich výsledek byl v této oblasti velmi dobrý.

Učitel se také může věnovat tomu, zda školní výsledky žáků (speciálně v přírodovědných předmětech) nějak korelují s výsledky žáků v Lawsonově testu. Může se stát, že žáci s výborným výsledkem v testu mají průměrné či podprůměrné známky v některém předmětu, kde by tento typ myšlení měl být rozvíjen a podporován (nebo naopak – žáci s výbornými známkami mají výrazně horší výsledek v testu). Tato situace může vést k zamyšlení, čím je to způsobeno, zda výuka daného předmětu skutečně rozvíjí kvalitní myšlení nebo se jedná spíše o předávání formálních vědomostí, atd.

## **Závěr**

S Lawsonovým testem jsem se setkala poprvé na studijním pobytu ve Slovinsku. Tehdejší doktorand na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity v Ljubljani Mihael Gojkošek pomocí tohoto testu zjišťoval úroveň vědeckého myšlení slovinských studentů. Požádal nás o možnost porovnat tyto výsledky s výsledky českých studentů. Z tohoto důvodu byl test přeložen do češtiny a zadán několika skupinám našich maturantů. Já jsem pak použila tento test ve své třídě a pro srovnání ve stejné věkové skupině požádala kolegy o zadání testu v prvních ročnících středních škol.

Domnívám se, že Lawsonův test je natolik zajímavou a kvalitní metodou ověření, zda výuka (nejen fyziky) vede k rozvoji vědeckého myšlení žáků a studentů, že má smysl, aby byl tento test rozšířen v České republice a byla postupně vytvářena databáze navzájem srovnatelných výsledků. Proto jsem o Lawsonově testu informovala účastníky konference *Moderní trendy ve výuce fyziky 5* a nabízím ho i dalším zájemcům k vyzkoušení. Věřím, že bude učitele motivovat k takové výuce, která tento typ myšlení bude rozvíjet.

## **Literatura**

- [1] LAWSON, A. E. *The development and validation of a classroom test of formal reasoning*. *JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING*, 1978. 15(1), 11-24.
- [2] LAWSON, A. E., KARPLUS, R. & ADI, H. *The development of propositional logic and formal operational schemata during adolescence*. *JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING*, 1978. 15(6), 465-478.
- [3] LAWSON, A. E. & BEALER, J. M. *Cultural diversity and differences in formal reasoning ability*. *JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING*, 1984. 21(7), 735-743.
- [4] LAWSON, A. E. *A review of research on formal reasoning and science teaching*. *JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING*, 1985. 22(7), 569-618.

[5] RENNER, J. W., LAWSON, A. E. *Promoting Intellectual Development through Science Teaching*. *PHYSICS TEACHER*. 12. May 1973, s. 273-276

[6] KOHOUTEK, R. *Kognitivní vývoj dětí a mládeže* [online]. [cit. 17. 4. 2011]

Dostupné z:

<<http://rudolfkohoutek.blog.cz/1003/kognitivni-vyvoj-deti-a-mladeze>>

[7] KOHOUTEK, R. *Kognitivní vývoj dětí a školní vzdělávání*. *PEDAGOGICKÁ ORIENTACE* 2008, roč. 18, č. 3, s. 3 - 22. ISSN 1211-4669. [online]. [cit. 17. 4. 2011]

Dostupné z:

<[http://www.ped.muni.cz/pedor/archiv/2008/Pedor08\\_3\\_Kohoutek\\_KognitivniVyvojSkolniVzdelavani.pdf](http://www.ped.muni.cz/pedor/archiv/2008/Pedor08_3_Kohoutek_KognitivniVyvojSkolniVzdelavani.pdf)>

### **Kontaktní adresa**

RNDr. Irena Dvořáková

KDF MFF UK

V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8

Telefon: +420 221 912 412

E-mail: irena.dvorakova@mff.cuni.cz