

## **METÓDA ČIERNEJ SKRINKY - NETRADIČNÁ METÓDA VO VYUČOVANÍ FYZIKY**

**Ľudmila Onderová**

Oddelenie didaktiky fyziky, ÚFV PF UPJŠ v Košiciach

**Abstrakt:** Čierna skrinka predstavuje pomerne jednoduchú učebnú pomôcku, ktorá nám ale poskytuje široké didaktické možnosti. Metóda čiernej skrinky vedie študentov k samostatnej a tvorivej práci a vo fáze preverovania predstavuje vhodný indikátor teoretických i praktických vedomostí študentov, ako aj úrovne ich fyzikálneho myslenia. To sú fakty, ktoré podporujú jej zaraďovanie do vyučovania fyziky. Metódu čiernej skrinky je pritom možné použiť rôznymi spôsobmi, ktoré sa môžu líšiť náročnosťou problému, rozsahom realizácie a technikou práce. V príspevku sú prezentované niektoré možnosti využitia tejto metódy vo vyučovaní fyziky.

**Kľúčové slová:** aktívne poznávanie, čierna skrinka, didaktická hra

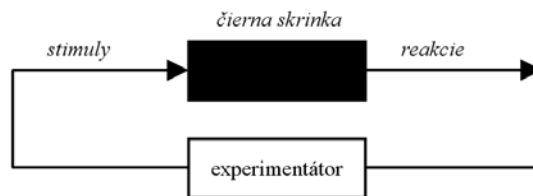
### **Úvod**

V poslednom čase v súvislosti s nadchádzajúcou reformou školstva [1] zaznieva čoraz častejšie názor, že v školách by sa mal dôraz presunúť z vedomostí na kompetencie. Čo sú to vlastne tie kompetencie a ako ich u žiakov rozvíjať? Sú to schopnosti, ktorým sa zatiaľ naša škola dostatočne nevenuje. Aké schopnosti máme na mysli? Napríklad schopnosť nielen čítať, ale aj rozumieť tomu, čo čítam. Alebo schopnosť nielen rozumieť tomu, čo som prečítal, ale aj utvoriť si vlastný názor. Alebo schopnosť nielen mať názor, ale aj vedieť argumentovať v jeho prospech, resp. schopnosť nielen argumentovať, ale aj argumenty počúvať. Obzvlášť v prírodných vedách je dôležitá schopnosť nielen urobiť pokus podľa návodu, ale dokázať aj sám vymyslieť, ako by mal pokus vyzeráť. A schopnosť nielen pokus vymyslieť, ale ho aj uskutočniť. A schopnosť nielen pokus urobiť, ale sa aj nad jeho výsledkom zamyslieť a urobiť z neho správne uzávery. Znamená to, že nestačí, ak učíme deti mechanicky poznať výsledky bádania a tvorivého poznávania iných. Musíme voliť taký spôsob výučby, pri ktorom sa sami budú podieľať na získavaní nových poznatkov, pri ktorom sa naučia samostatne bádať a tvorivo poznávať. Na dosiahnutie tohto cieľa existuje mnoho metód a jednou z nich je aj metóda čiernej skrinky. Táto metóda vyžaduje operatívne spojenie myšlienkových operácií analýzy a syntézy s konkrétnou experimentálnou činnosťou a predstavuje tak jeden zo základných bádateľských prístupov k riešeniu mnohých fyzikálnych problémov. Ide o metódu veľmi blízku prirodzenej ľudskej zvedavosti. Prekonávanie ťažkostí pri skúmaní čiernej skrinky poskytuje žiakom hlboké citové zážitky, rozvíja ich predstavivosť, tvorivosť aj technické myslenie. Okrem toho majú čierne skrinky ďalšiu výhodnú vlastnosť – bezpodmienečne vyžadujú aktívny prístup žiakov.

### **1 Pojem a metóda čiernej skrinky**

Termín čierna skrinka (z angl. black box) zaviedol anglický neurológ Ashby na označenie nejakého zariadenia, ktorého vnútorné usporiadanie nepoznáme, ale môžeme naň usudzovať podľa toho, ako reaguje na našu manipuláciu. Cieľom tejto manipulácie je určiť obsah skrinky. Z didaktického hľadiska vystupuje čierna skrinka ako problém, ktorého riešenie spočíva v nepriamom odhalení vnútorného usporiadania skrinky, jej štruktúry. Čierna skrinka je teda akýkoľvek relatívne uzavretý systém, ktorého štruktúra nie je známa vôbec alebo len čiastočne a je

natoľko neprístupná, že sa nedá určiť priamym pozorovaním. Na štruktúru čiernej skrinky usudzujeme na základe jej chovania, ktoré vyšetrujeme experimentom. Pokiaľ čierna skrinka vykazuje determinované chovanie usudzujeme na jej štruktúru ľahšie, než v prípade náhodilého chovania. Schematicky metódu čiernej skrinky znázorňuje obrázok 1.



Obr.1 Schéma metódy čiernej skrinky

V prvej etape metódy čiernej skrinky uskutočňuje experimentátor sériu pokusov, aby určil správanie čiernej skrinky. Na vstup skrinky privádza postupnosť stimulov a na výstupe pozoruje zodpovedajúcu postupnosť reakcií. Predpokladom tejto manipulácie je znalosť vstupu a výstupu skrinky. V prípade, že to tak nie je, čo sa môže stať hlavne u systémov celkom neznámych, začína analýza správania hľadaním vstupu a výstupu skrinky. Súčasťou tejto etapy je aj zápis protokolu správania, do ktorého experimentátor zaznamenáva údaje o čase, o použitých stimuloch a pozorovaných reakciách. Ako náhle získa dostatočný počet údajov, pristupuje k určeniu zákonitostí v správaní skrinky. V ďalšej etape riešenia problému čiernej skrinky formuluje experimentátor na základe zistenej zákonitosti správania hypotézu o jej štruktúre. Vzhľadom na to, že jedno a to isté správanie môžeme realizovať celou triedou štruktúr, zostáva hypotéza o štruktúre hypotézou tak dlho, pokiaľ nie je overená. Cestou experimentu sa uskutočňuje analýza systému a zisťuje sa, či správanie skrinky jednoznačne a presne zodpovedá predpokladanej štruktúre. Až potom hypotézu prijímame, avšak s tým obmedzením, že takto určená štruktúra skrinky, je len jednou z možných štruktúr. Istotu o skutočnej štruktúre skrinky môže dať len priame a bezprostredné pozorovanie obsahu skrinky. Ak nemá byť riešenie čiernej skrinky len náhodné experimentovanie musí teda riešiteľ uvážlivo voliť rad nadväzujúcich pokusov. Táto voľba potom predstavuje stratégiu riešenia čiernej skrinky.

## 2 Realizácia čiernej skrinky

Realizácia čiernej skrinky ako učebnej pomôcky väčšinou nie je náročná ani materiálno ani konštrukčne. Jednou z možností je použiť plastové krabice s odnímateľným dnom, alebo uzatvárateľné krabice z PVC vyrábané pre kuchynské použitie. Na povrchu krabice je umiestnený potrebný počet prístrojových svoriek, ktoré predstavujú vstupy a výstupy. Jednotlivé elektrické súčiastky sú vmontované vo vnútri skrinky, pričom môžu byť mechanicky prichytené priamo vývodmi na svorky, alebo pri použití väčších súčiastok na malej doštičke z tenkej preglejky.

Ja som na tento účel využila odpadový obalový materiál – plastové tuby od liekov. Na protilahlých koncoch tuby sú vyvrtané otvory, do ktorých sú zasunuté zdievky. Pomocou izolovaných lankových vodičov sú k zdievkam pripojené príslušné elektronické prvky (rezistory, kondenzátory, diódy a pod.). Pri zostavovaní skriniek dbáme na to, aby zapojenie prvkov vo vnútri bolo pokiaľ možno jednoduché a prehľadné, čo je potrebné pri konfrontácii overenej hypotézy so skutočnou štruktúrou. Odnímateľný uzáver a pružné vodiče umožnia jednoduché odhalenie vnútornej štruktúry skrinky. Vonkajší vzhľad skrinky závisí od učiteľa – stačí ju

napríklad oblepiť čiernym papierom. Ako vyplýva z popisu aj z obrázku 2, zhotovenie takejto čiernej skrinky je nenáročné a hravo ho zvládne každý učiteľ.



Obr. 2 Čierna skrinka

### 3 Čierna skrinka vo vyučovaní

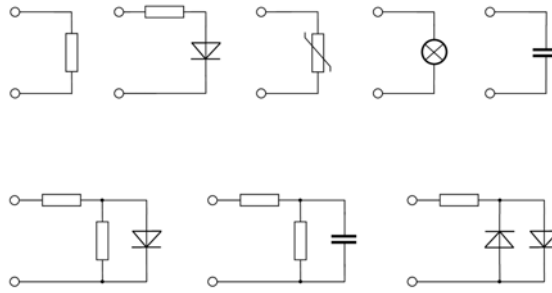
Čierna skrinka predstavuje pomerne jednoduchú učebnú pomôcku, ktorá nám ale poskytuje široké didaktické možnosti. Čiernu skrinku pritom môže učiteľ využiť v rôznych etapách vyučovacieho procesu a síce ako prostriedok:

- na motiváciu na začiatku osvojovania nového učiva,
- prvotnej kontroly pochopenia vyloženej časti učiva,
- na prehlbovanie nových poznatkov v etape upevňovania učiva (napomáha k triedeniu faktov, utvoreniu vzťahov a súvislostí medzi faktami),
- na finálnu kontrolu v etape preverovania žiackych vedomostí (môžu byť súčasťou písomných alebo ústnych skúšok).

Kritickým miestom pri zadávaní úlohy žiakom je rozsah oznámenia o možnej štruktúre skrinky. O úspešnosti rozhoduje výber potrebných poznatkov a určitý návod k postupu, ktorý je potrebné žiakovi podať. Čím minimálnejší návod podáme, tým viac provokujeme tvorivé myslenie. Prekročenie únosnej hranice však môže viesť k strate záujmu a snáď i blokáde myslenia z pocitu neschopnosti problém čiernej skrinky vyriešiť. Možnosti využitia čiernej skrinky vo vyučovaní fyziky ilustrujeme niekoľkými príkladmi:

#### ➤ *Využitie čiernej skrinky ako prostriedku kontroly*

V etape preverovania vedomostí študentov skupinovú formou vyučovania im predkladáme čierne skrinky ako problémovú úlohu, ktorej riešením je určenie stavebných prvkov skrinky. Použijeme čierne skrinky, zhotovené z túb od liekov, ktoré obsahujú samostatné elektrotechnické súčiastky (rezistor, cievka, dióda, kondenzátor) prípadne jednoduché zapojenia obsahujúce tieto prvky. Úlohou študentov je zistiť, aké prvky sa nachádzajú v jednotlivých skrinkách. Nami zhotovené čierne skrinky z túb od liekov obsahovali zapojenia na obr.3.



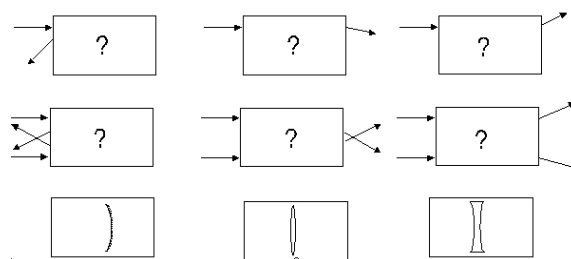
Obr.3 Schémy zapojení

Študentom dáme k dispozícii vodiče, ampérmeter, voltmeter a zdroj jednosmerného regulovateľného napätia a oboznámime ich s možnými zapojeniami. Ich úlohou je zistiť obsah konkrétnej čiernej skrinky. Je vhodné, hlavne ak sa študenti stretávajú s touto metódou prvýkrát, zaradiť pred samotnú experimentálnu činnosť heuristický rozhovor, ktorého cieľom je nájsť algoritmus na odhalenie prvku umiestneného v skrinke [2].

➤ *Využitie čiernej skrinky v etape opakovania a prehľbovania učiva*

Pri použití čiernej skrinky v optike nahradíme skutočné čierne skrinky ich modelmi nakreslenými na fólii.

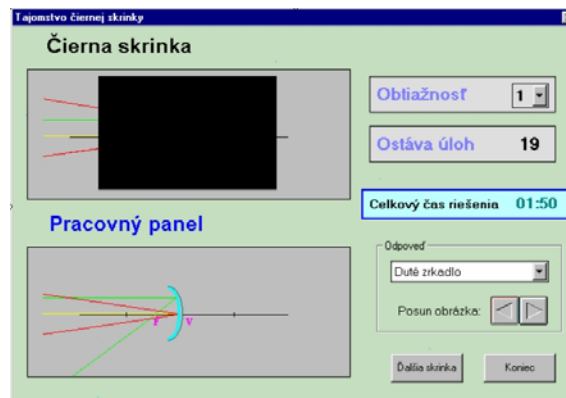
Na zopakovanie základných poznatkov geometrickej optiky, ktoré si študenti osvojili na predchádzajúcich hodinách, im predložíme tri čierne skrinky, ktoré obsahujú rôzne optické sústavy, o ktorých sa doteraz učili. Optické sústavy sú v skrinkách uložené tak, že ich optické osi splývajú s osami skriniek. Úlohou študentov je zistiť, aká optická sústava sa nachádza v príslušnej čiernej skrinke. Pri skúmaní štruktúry čiernych skriniek volíme heuristickú metódu. Študenti navrhujú postup skúmania a učiteľ postupne na fólii odkrýva reakcie jednotlivých skriniek na nimi navrhované podnety. Na základe zhodnotenia reakcií čiernych skriniek potom konfrontujú odhalenú štruktúru so skutočnou štruktúrou čiernej skrinky, ktorá tvorí posledný riadok fólie.(obr.4) S výhodou možno použiť tri fólie, ktoré sa prekladajú cez seba. Na fólii č.1 sú znázornené čierne skrinky a chod lúčov vstupujúcich. Chod lúčov vystupujúcich je znázornený na fólii č.2. Na fólii č.3 je štruktúra jednotlivých skriniek.



Obr.4 Modely čiernych skriniek na fólii

➤ *Didaktická počítačová hra*

Na modelovanie čiernych skriniek z optiky možno s výhodou využiť možnosti a prednosti počítača. Uvedené skutočnosti ma priviedli k myšlienke vytvoriť výučbový program - didaktickú počítačovú hru *Tajomstvo čiernej skrinky* [3]. Týmto programom možno študentov motivovať a uviesť do problematiky zobrazovania optickými sústavami ale hlavne dať im možnosť preveriť si svoje vedomosti z tejto oblasti a zároveň si zasúťažiť. Okno tohto programu je na obrázku 5.



Obr.5 Okno programu Tajomstvo čiernej skrinky

V čiernej skrinke sa v jednej z troch polôh môže nachádzať jedna z nasledovných optických sústav: priehľadné prostredie, rovinné zrkadlo, duté zrkadlo, vypuklé zrkadlo, spojka, rozptylka, priehľadný hranol. Na základe vstupujúcich a vystupujúcich lúčov a nadobudnutých vedomostí študenti určujú, ktorá z ponúknutých možností sa nachádza v skúmanej čiernej skrinke. Smer vchádzajúcich lúčov sa tiež mení trojakým spôsobom. Pracovný panel a možnosť umiestnenia vybranej optickej sústavy do jednej z troch polôh pomáhajú študentom pri výbere správnej možnosti. V rámci jednej hry pracuje študent s 20 skrinkami.

### Záver

Z ukážok je zrejmé, že vďaka námety pre uplatnenie metódy čiernej skrinky poskytuje učivo z elektriny a optiky, ale určite sa dajú nájsť aj ďalšie vhodné aplikácie, napr. [4,5]. Metódu čiernej skrinky je pritom možné použiť rôznymi spôsobmi, ktoré sa môžu líšiť náročnosťou problému, rozsahom realizácie a technikou práce. Spôsob použitia závisí od vyučovacích cieľov, povahy učiva, vekového stupňa a schopností študentov. Rozsah príspevku neumožňuje uviesť mnohé ďalšie príklady na uplatnenie tejto metódy vo vyučovaní fyziky. Budeme preto radi, ak príspevok posluží ako inšpirácia a podneti aj ďalších učiteľov k „experimentovaniu“, lebo nácvik riešenia problémov metódou čiernej skrinky do školy určite patrí.

### Literatúra

- [1] Vzdelávacie programy – dostupné na stránke ŠPÚ: [http://www.statpedu.sk/buxus/generate\\_page.php?page\\_id=1221](http://www.statpedu.sk/buxus/generate_page.php?page_id=1221) citované: 11.7.2008
- [2] Onderová, Ľ.: Čierna skrinka netradične, Matematika, fyzika, informatika, roč.7/1997, č.2, str.100 -104
- [3] Onderová, Ľ.: Čierne skrinky z optiky netradične, Matematika, fyzika, informatika, roč.9/2000, č.5, str.298 – 302
- [4] Tifi A, Natale N, Lombardi A (2006) Scientists at play: teaching science process skills. *Science in School* 1: 37-40
- [5] Tifi A, Natale N, Lombardi A (2006) Scientists at play: contraptions for developing science process skills. *Science in School* 2: 20-23.

### Adresa autora

RNDr. Ľudmila Onderová, PhD.  
 Oddelenie didaktiky fyziky  
 Ústav fyzikálnych vied PF UPJŠ  
 Park Angelinum 9  
 041 54 Košice  
 Email: ludmila.onderova@upjs.sk