

Implementácia historických prvkov do vyučovania fyziky na gymnáziu

PATRIK KRIEK

Gymnázium Jozefa Gregora Tajovského, Banská Bystrica, SLOVENSKO

Úvod

Motivačný popud, ktorý vychádza z konštatovania, že „fyzika u žiakov nepatrí práve medzi obľúbené predmety“, je snáď taký starý, ako vyučovanie fyziky samo. Spoločnou snahou učiteľov fyziky a výskumníkov v oblasti didaktiky fyziky je neustále hľadanie ciest, ako možno tento stav zvrátiť, urobiť vyučovanie fyziky pre žiakov atraktívnejším a môcť tak poukázať na jeho neodmysliteľné miesto vo všeobecnom vzdelaní a praktickom živote. Je pochopiteľné, že v 21. storočí hľadáme tieto cesty najmä v informačných technológiách a, najmä posledné roky, v začlenení umelej inteligencie do vyučovania. Z nášho pohľadu je však zaujímavé aj „obzrieť sa späť“. Fyzikálne poznatky, objavy a metódy ich získavania majú svoj príbeh, históriu. Práve história poznatkov a metód poznávania by mohla byť účinnou cestou, ktorá by dokázala žiakov viac motivovať a priblížiť im fyziku. Tematikou dejín fyziky sa už zaoberalo viacero autorov z rôznych uhlov pohľadu, menujme napr. [1]. Ako sme už aj spomenuli, oproti iným metódam a technikám má jednu veľkú výhodu – je medzipredmetová, jej využitím tak možno motivačne pôsobiť aj na veľkú časť žiakov s iným ako prírodovedným zameraním. Vystáva však otázka, či využitie histórie fyziky vo vyučovaní má aj iné prínosy ako len motiváciu žiakov. Príspevok vznikol so zámerom priblížiť závery a zistenia autora v tejto oblasti v rámci jeho diplomovej práce [2]. Kladie si tak nasledovné ciele:

- v stručnosti podať prehľad o možnostiach implementácie historických prvkov do vyučovania fyziky na gymnáziu vrátane vlastných skúseností,
- predstaviť pedagogický experiment, ktorý skúmal výsledky implementácie historických prvkov do vyučovania fyziky na gymnáziu so zreteľom na postoje žiakov k tomuto predmetu a kvantitu resp. kvalitu ich vedomostí.

Článok je určený najmä učiteľom fyziky na gymnáziu, ktorí hľadajú rôzne cesty, ako motivovať žiakov vo vyučovaní. Môže však poslúžiť ako inšpirácia aj pre učiteľov fyziky v základných školách, kde je túto motivačnú techniku taktiež možné aplikovať.

1. História fyziky ako motivačná technika

V súvislosti s motiváciou žiakov zavádza Josef Trna [3] pojem *motivačné výučbové techniky*, ktoré chápe ako „... *podnet a spôsob, ktorým sú vo výučbe žiaci motivovaní, a to pri použití ľubovoľnej vyučovacej metódy*.“ Bližšie ich klasifikuje a spomína aj motivačné výučbové techniky *medzipredmetové*, medzi ktoré radí aj históriu fyziky a jej objavov. V našom ponímaní hovoríme o *historických prvkoch vo vyučovaní fyziky*, ktoré chápeme ako „*také prvky, ktoré využívajú históriu udalostí, výskumu, biografie fyzikov a ďalšie historické súvislosti ako prostriedok na obohatenie výučby fyziky*“ [2]. Analýzou dostupných prameňov v tejto oblasti sme rozčlenili množinu týchto prvkov na menšie obsahové jednotky:

Autobiografické prvky

Ide o autobiografické poznámky, ktoré vo formou medailónov bývajú súčasťou učebníc fyziky, pracovných zošitov či iných knižných materiálov. Slúžia na rýchle zoznámenie žiakov s fyzikmi, ktorí súvisia s preberanou témou. Obsahujú základné a najdôležitejšie informácie o ich živote, diele v súvislosti s témou a často aj zaujímavosti. S medailónmi možno pracovať aj opačne – žiaci na základe podrobného opisu života a diela fyzikov sa snažia vytvoriť ich medailóny, vybrať tak dôležité informácie a pracovať s textom (obr. 1).



*Christiaan Huygens (1629 - 1695) bol holandský fyzik a prírodovedec. Spočiatku sa venoval právu, aj ho študoval, už počas školských čias ho však zaujala matematika a fyzika. Zostrojil ďalekohľad a zaoberal sa kyvadlovými hodinami. Huygens sa tiež zaoberal podrobne teóriou svetla, bol zástancom jeho vlnovej povahy. Jeho predstavy sa však v tej dobe zatienili korpuskulárnou teóriou I. Newtona. Jeho meno nesie princíp, ktorý vysvetľuje šírenie vlnenia v prostredí pomocou tzv. vlnoplôch. Až na sklonku života napísal dielo *Cosmotheoros* (Pozorovateľ kozmu), kde zhrnul dovtedy známe poznatky o vesmíre. Nikdy sa neoženil ani nemal žiadnych potomkov.*

Obr. 1 Príklad medailónu fyziky Christiaana Huygensa

Opis doby a podmienok

Žiaci majú tendenciu posudzovať cestu k fyzikálnym objavom očami jedinca žijúceho v 21. storočí. Neuvedomujú si, že ľudia ešte na počiatku 17. storočia nemali také prístroje a metódy, ktoré by im dovolili merať

presne napr. čas či iné veličiny. Vývoj fyzikálnych poznatkov a rozhodnutia vedcov sú ovplyvnené vtedajšou politickou situáciou a kultúrnymi podmienkami. Žiaci by mali o týchto skutočnostiach vedieť, aby si vedeli urobiť správny obraz o fungovaní vedy a nemali skreslenú predstavu (obr. 2).

Známy Ohmov zákon, ktorého platnosť dnes vieme demonštrovať pomocou meracích prístrojov na hodine fyziky za pár minút, nebolo možné v minulosti dokázať až tak ľahko. V prvej polovici 19. storočia nemal G. S. Ohm k dispozícii citlivé meracie prístroje a ani zdroj stáleho napätia. Cesta k Ohmovmu zákonu, tak ako ho poznáme dnes, mu tak trvala niekoľko rokov.

Obr. 2 Opis doby a vtedajších podmienok pri objave Ohmovho zákona (podľa [4])

Historické pokusy a prístroje

Historický pokus je zo všetkých historických prvkov najčastejšou motivačnou výučbovou technikou, zároveň tak aj najviac bádateľsky preskúmanou oblasťou (napr. [5]). Jej výhoda spočíva v tom, že množstvo významných experimentov, ktoré v minulosti viedli k veľkým objavom, vieme prakticky úplne presne zreprodukovať aj dnes pomocou jednoduchých pomôcok. Prednými stránkami takejto techniky je teda najmä jej autenticita a prepojenie fyziky s historickým pozadím. Medzi najznámejšie a využívané vo vyučovaní fyziky patria napr. Oerstedov pokus s magnetkou, Galileov pokus s naklonenou rovinou a iné.

Fyzikálne úlohy s historickým obsahom

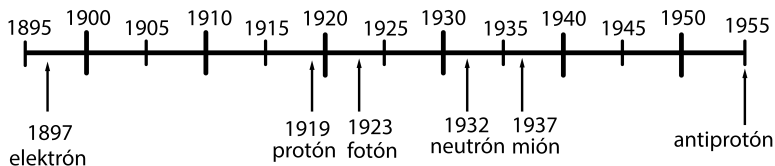
Inou možnosťou, ako implementovať históriu fyziky do jej vyučovania, je v rámci riešenia fyzikálnych úloh vychádzať zo situácií, ktoré súvisia práve s historickými experimentami. Pritom môže ísť o úlohy kvalitatívne aj kvantitatívne. Podstata a historické pozadie úloh nemusí presne zodpovedať skutočným udalostiam tej doby a experimentu, dôležité je však vyhnúť sa takým formuláciám, ktoré by históriu fyziky skresľovali či poďávali nepravdivé informácie (obr. 3).

Podľa dobových (ale nie zcela istých) zdrojov skúmal Galileo Galilei zákonitosti voľného pádu púšťaním rôzne ťažkých gúľ zo Šikmej veže v Pise. Výška tejto veže je 55 m a je odklonená od zvislého smeru asi 3 m. Koľko tepov svojho srdca mohol zaznamenať Galileo Galilei pri páde guľe s hmotnosťou 5 kg, ak zoberieme priemernú tepovú frekvenciu 70 tep/min?

Obr. 3 Príklad kvantitatívnej fyzikálnej úlohy s historickým kontextom (podľa [6])

Časová priamka

Časová priamka je jednou z dôležitých pomôcok pri práci s viacerými časovými udalosťami, ktoré si potrebujeme prehľadne a graficky zatriediť. Žiaci s ňou môžu aktívne pracovať pri jej tvorbe, vhodná je najmä pri potrebe zatriediť viacero udalostí v chronologickom slede. Autor má skúsenosť s jej tvorbou napr. pri objavoch elementárnych častíc v 19./20. storočí (obr. 4).



Obr. 4 Príklad časovej priamky v téme objavy elementárnych častíc

Nobelove ceny

Motivačnou technikou, ktorá priamo súvisí s históriou fyziky, je prehľad udelených Nobelových cien za fyziku. Pozornosť môže byť venovaná ako autobiografiám vedcov, tak opisu ich objavov. Pôsobnosť tohto historického prvku zasahuje aj do súčasnosti a nabáda tak žiakov sledovať aj najnovšie objavy z fyziky a technických vied. Tematika môže byť spracovaná formou referátu či časovej priamky.

Fyzikálne zaujímavosti o dejinách fyziky

Dejiny fyziky v sebe skrývajú nielen množstvo poučných príbehov, ale častokrát aj úsmevné (či menej úsmevné) zaujímavosti, nazývané aj kuriozity. Tie pôsobia na žiakov obzvlášť motivačne, autor má vlastnú skúsenosť s kvízom, ktorého obsahom sú práve takéto kuriozity a zaujímavosti. Môžu slúžiť ako ozvláštnenie hodín fyziky, či aktivitu pre zastupovanú hodinu, kedy chceme so žiakmi „nenápadne“ riešiť fyziku. Zdrojom pre tieto zaujímavosti je sústavná analýza diel, ktoré sa zaoberajú práve dejinami fyziky, napr. [4]. Je však dôležité používať zaujímavosti overené, často možno nájsť (najmä na internete) nepodložené „fámy“ (obr. 5).

Pojmy v historickom kontexte

Je zaujímavé pozrieť sa na to, ako sa v priebehu času vyvíjali aj fyzikálne pojmy. Už len samotné slovo *fyzika* si prešlo svojím vývojom a bolo by zaujímavé zistiť, koľko žiakov pozná význam slova *silospyt*. Podobne si svojím vývojom prešli mnohé fyzikálne pojmy ako hmotnosť, či hustota – merná hmotnosť. Aj mnohé iné pojmy z techniky z posledných dvadsiatich

rokov už pomaly nadobúdajú historický charakter – CD či disketa sú pre dnešných žiakov vzdialené ale stále majú svojim princípom fungovania čo ponúknuť.

Johannes Kepler, známy Keplerovými zákonmi, trpel polyopiou, videl „rozmazane“. Najväčší hvezdár Európy 17. storočia tak na hviezdy ani poriadne nevidel.

Pierre Curie, ktorý značnú časť svojho života pracoval s rádioaktivitou, zomrel v roku 1906. Nie však na následky rádioaktivity, ako by mnohí predpokladali. Zrazil ho konský povoz.

Skvelý vynálezca Nikola Tesla mal fóbiu z perál. Jeho strach bol natoľko intenzívny, že sa vyhýbal všetkému, čo perly len pripomínalo. Vyhýbal sa tak dokonca aj ženám, ktoré nosili perlové náhrdelníky.

Obr. 5 Príklady zaujímavostí z dejín fyziky

Slovenskí (českí) fyzici

Prvok, ktorý priamo súvisí s autobiografickými poznámkami sú medailóny slovenských (českých) vedcov a fyzikov. Je dôležité, aby žiaci okrem zahraničných osobností vedeli aj o našich rodákoch, ktorí v dejinách taktie prispeli k rozvoju fyzikálnej vedy a techniky. Medzi tých najznámejších patria *Štefan Banič*, *Maximilián Hell*, *Jozef Murgaš* či *Dionýz Ilkovič*. Téma slovenských (českých) fyzikov je vhodná najmä na prácu s referátom či prezentáciou.

Pri rozdelení množiny historických prvkov na menšie celky si nerobíme nárok na ich úplnosť, takéto rozdelenie by mohlo byť vyčerpávajúce a nové prvky by mohli byť nachádzané prakticky stále. Naším zámerom bolo predstaviť tie základné, ktoré možno čo najjednoduchšie implementovať do vyučovania fyziky. V ďalšom texte chceme poukázať na konkrétny pokus implementácie takýchto prvkov do vyučovania a našich výsledkov.

2. Implementácia histórie fyziky do vyučovania v podobe pracovných listov

Našou myšlienkou bolo určitou formou popri klasickom výklade učiva priblížiť súčasným žiakom aj dejiny fyziky. Takémuto zámeru sa núka viacero ciest, napr. tvorba učebného textu, prezentácie či multimediálneho textu. My sme sa rozhodli pre formu pracovných listov a to z toho dôvodu, že by sme radi okrem pasívneho predávania informácií o dejinách fyziky žiakov uviedli aj do aktívneho riešenia úloh a problémov s historickým kontextom. Východiskom tvorby pracovných listov bol v dobe písania tohto príspevku platný Štátny vzdelávací program (ŠVP) [7] a Cieľové po-

žiadavky na vedomosti a zručnosti maturantov z fyziky [8]. Cieľovou oblasťou, na ktorej sme sa rozhodli tieto pracovné listy aj otestovať, bola oblasť *dynamika hmotného bodu*. V rámci diplomovej práce [2] tak vzniklo 10 pracovných listov, ktoré cielene viedli žiakov témami historickým prístupom. Pracovné listy mali jednotnú štruktúru, pričom prvky listov uvádzame na obr. 6. Čitateľ ich nájde v plnom znení v spomínanej práci [2].

3. Metodológia výskumu

Pohnútkou k výskumnému zámeru uvedenému nižšie bola otázka, či okrem motivačného účinku hovorí pre implementáciu historických prvkov do vyučovania fyziky aj niečo iné, napr. pozitívny vplyv na rozsah a úroveň žiackych vedomostí. Na základe predpokladov sme stanovili *výskumný cieľ*: overiť, či implementácia historických prvkov v učive fyziky v podobe pracovných listov má pozitívny vplyv na

- postoj žiakov k predmetu fyzika v strednej škole,
- rozsah a úroveň nadobudnutých poznatkov v predmete fyzika žiakmi strednej školy.

V súvislosti s týmto cieľom sme sformulovali konkrétne *výskumné hypotézy*:

- H1: Implementácia historických prvkov v učive fyziky v podobe pracovných listov má pozitívny vplyv na postoj žiakov k predmetu fyzika v strednej škole.
- H2: Implementácia historických prvkov v učive fyziky v podobe pracovných listov má pozitívny vplyv na rozsah a úroveň nadobudnutých poznatkov v predmete fyzika žiakmi strednej školy.

Ako výskumné nástroje boli využité neštandardizovaný dotazník a didaktický test z oblasti dynamika hmotného bodu, ktorých tvorbu a presné znenie nájde čitateľ v [2]. Dotazník mal podobu vstupného a výstupného dotazníka a obsahoval výroky s možnosťou odpovede na Likertovej škále. Dotazník obsahoval 10 položiek, pričom cieľom prvých 5 bolo identifikovať zmenu v postojoch žiakov strednej školy k predmetu fyzika. Prvú polovicu položiek vyplňala experimentálna aj kontrolná trieda. Druhá polovica položiek sa vzťahovala k historickým prvkom a postoju žiakov k nim. Túto časť vyplňala len experimentálna trieda, kde boli do vyučovania implementované pracovné listy s historickým kontextom. Cieľom metódy didaktického testu bolo identifikovať zmenu v rozsahu a úrovni nadobudnutých poznatkov žiakmi v tematickom celku *Sila a pohyb* – konkrétne z častí kinematika a dynamika. Rozhodli sme sa použiť neštandardizovaný test s ohľadom na ŠKVP danej školy, kde výskum prebiehal. Test pozostával

Úvodný motivačný text

Medailón fyzika

Miesto pre odhad a nápady žiakov

Text s historickými poznámkami

I. POZOROVANIE, MERANIE, EXPERIMENT

1.1 Ako odmerať palicou obvod Zeme?

Ále veľká je chuť naša Zemi? Kedy vám niekto povedal túto otáčku, pravdepodobne by ste siakli po smutku a našli do pár sekúnd približný obvod zeme, pretože zemeguľa. Takáto motivačná otázka nemá rovnaký účel. Ako sa to teda priť? Asi nie pomocou priamke merania, ale trochu viďak na veľkom obkole. Teda otáčku na zoslední si asi v roku 250 pred našim letopočtom grécky učiteľ Eratosthenes z Kyreny. Ako to urobil, ako z drevenou palicou? Boli jeho výsklady pravej?

1. Prečítaj si opäť informáciu o živote Eratosthenesa z Kyreny.



Eratosthenes z Kyreny (asi 284 p. n. l. – 202 p. n. l.) bol grécky matematik, astronóm, básnik a jeden z najväčších geografov antického obdobia. Z povinnosti panovníkov z dynastie Ptolemajcov viackrát naplávajúcim kultúru staroveku – Alexandrijskej kultúry. Veľa jeho diel sa stratilo, zachoval sa len zlomok, najmä z práce a opäť nedokladov učenia. Pravdepodobne ako prvý začal používať pojmy ako zemepisná dĺžka a šírka. Je známy pre Eratosthenesovo sivo, čo je algoritmus na výpočet pravej. V staroveku typy depozit, je možné, že umelý kľúčom. Výsledná nie je ani teória o jeho zosmerovaní.



Motivačný názov pracovného listu

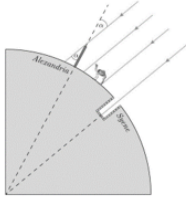
Motivačná ilustrácia

2. Ak Eratosthenes urobil svoj prvotný odhad. Skús odhadnúť, aký obvod v kilometroch má Zem.

Môj odhad: Zem má obvod asi _____ km

3. Ako by si urobil odhad množstva v Eratosthenesovej dobe ty?

4. Eratosthenes zistil v Alexandrii odklon tieňa 7.2°, pričom situáciu videl na obrázku nižšie. Ďalej poznal približnú vzdialenosť medzi Syene a Alexandriou $d = 800$ km. Skús za pomoci týchto informácií urobiť približný obvod Zeme tak, ako to urobil Eratosthenes.



Dobová mapa



5. Pozri si video, v ktorom je ešte raz vysvetlený Eratosthenesov postup určovania približného obvodu zemegule. Aké ďalšie informácie v ňom zazrel? Pomocou čísel 1 až 4 odhadni číselnosti tohto postupu, začni číslom 1. K viden sa dostaneš pomocou priloženého QR kódu.

☐

☐

☐

☐

6. Zisti pomocou internetu, aký je približný obvod Zeme. Prečo možno dohľadať viac hodnôt? Ako sa líši Eratosthenesov odhad od skutočnosti? A čo tvoj odhad v úlohe č. 2?

Záverečné otázky a reflexia odhadov žiakov

Motivačný názov pracovného listu

Motivačná ilustrácia

Dobová mapa

Úlohy súvisiace s historickým textom

Doplňujúce úlohy s podporou externého zdroja

Záverečné otázky a reflexia odhadov žiakov

Obr. 6 Štruktúrne prvky pracovných listov, bližšie popísané v [2]

Matematika – fyzika – informatika **35** (3) 2026

z ôsmich úloh (štyri úlohy z kinematiky a štyri úlohy z dynamiky), každá položka sa vzťahovala k jednému pracovnému listu, ktoré boli všetky aplikované v experimentálnej triede. Typy úloh boli rôznorodé, od výberu správnej odpovede po otvorené otázky. Vzhľadom na absenciu pilotáže výskumného nástroja sme pristúpili k vlastnému skórovaniu didaktického testu. Keďže jeho cieľom bolo primárne zistiť zmenu v úrovni a rozsahu poznatkov nadobudnutých žiakmi, opreli sme sa o Niemierkovu taxonómiu poznávacích cieľov. Podľa toho bolo jendotlivým úlohám pridelené bodovanie nasledovne:

- zapamätanie ($w = 1$) 1 b,
- porozumenie ($w = 2$) 2 b,
- špecifický transfer ($w = 3$) 3 b,
- nešpecifický transfer ($w = 4$) 4 b.

Výskum prebiehal v rámci dvoch paralelných tried prvého ročníka (I. A a I. B) na všeobecnom gymnáziu, ktoré majú v predmete fyzika rovnakého vyučujúceho s dotáciou hodín 2+1, triedy sa na jednej hodine v týždni delia na skupiny. Obe triedy sú porovnateľne veľké, v I. A triede je 32 žiakov a I. B triede 31 žiakov. Triedu I. A sme zvolili za *experimentálnu triedu* a I. B za *kontrolnú triedu*. V zmysle metodologickej terminológie sme tak vzhľadom na podmienky a možnosti vykonať takýto časovo náročnejší pedagogický experiment zvolili *dostupný výber*. V rámci správneho postupu sme pred vstupom do terénu uskutočnili tzv. *pilotážny prieskum*. Jeho cieľom bolo hlavne zoznámiť sa s terénom a zistiť informácie o našom výskumnom súbore. Dozvedeli sme sa, že triedy sú okrem počtu žiakov porovnateľné aj vo výkone, vedomostiach a zručnostiach z fyziky. Túto skutočnosť nám potvrdila ich vyučujúca fyziky, ktorá si úroveň vedomostí a zručností žiakov overuje pri nástupne na strednú školu, čím chce zistiť, aké sú rozdiely medzi žiakmi prichádzajúcimi z rôznych základných škôl. Po pilotážnom prieskume sme podľa metodologických zvyklostí pristúpili v predvýskumu, ktorého cieľom je hlavne overiť *nosnosť výskumných nástrojov*. Šiestim žiakom bol daný nami vytvorený dotazník, aby sme si overili, či žiaci správne rozumejú položeným otázkam a vedia, ako pracovať s použitou škálou. Na základe tohto predvýskumu sme jasnejšie formulovali použitie škály pri značení odpovedí. Predvýskum didaktického testu z časových dôvodov nebolo možné vykonať.

Výskum začal v druhej polovici októbra 2023, keď vyučujúca začala na hodinách preberať tematický celok *Sila a pohyb*. Za tento čas si už žiaci oboch triedy zvykli na nové prostredie a čiastočne si vybudovali nový po-

stoj k fyzike na inom stupni školy, pričom bola oslabená zložka ich postoja, ktorú si priniesli zo základnej školy. Žiakom oboch tried bol v tejto dobe zadaný vstupný dotazník. Experimentálna trieda vyplnila obidve časti dotazníka, kontrolná trieda len prvú časť týkajúcu sa postoja k fyzike ako vyučovaciemu predmetu. Nasledovala fáza implementácie pracovných listov, ktorú v exmperimentálnej triede vykonávala vyučujúca fyziky. V experimentálnej triede boli popri klasických metódach aplikované v učive mechaniky aj pracovné listy s historickými prvkami. V kontrolnej triede boli aplikované len klasické metódy, zväčša výklad nových tém. Po prebratí poslednej témy, šmykového trenia, nastala vo februári 2024 posledná fáza výskumu. V experimentálnej a kontrolnej triede sme zadali výstupný dotazník (zhodný so vstupným), pričom opäť experimentálna trieda vyplnila všetky jeho časti a trieda kontrolná len časť týkajúcu sa postoja k fyzike ako vyučovaciemu predmetu. Obom triedam bol následne zadaný aj rovnaký didaktický test. Vzhľadom na povahu výskumu a možnosti nebol žiakom zadávaný pretest, približne rovnakú úroveň vedomostí a zručností oboch tried sme si overili v rámci pilotážneho prieskumu, kde nám to potvrdila ich vyučujúca.

4. Výsledky výskumu a ich diskusia

Nižšie uvádzame hlavné závery výskumu, ktorý sa týkal implementácie historických prvkov do vyučovania fyziky strednej školy. Kompletné vyhodnotenie výsledkov môže čitateľ nájsť opäť v zdroji [2]. V tomto článku by sme radi vyzdvihli najmä zistenia, ktoré môžu byť užitočné pre prax a prínosom vo fyzikálnom vzdelávaní.

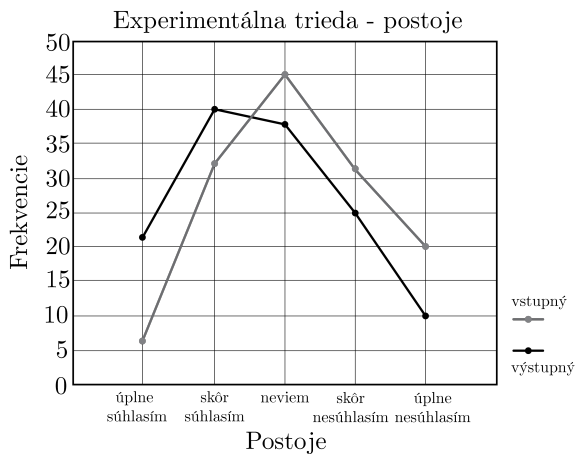
V rámci prvej hypotézy sme sa snažili zistiť, či implementácia historických prvkov do vyučovania fyziky strednej školy má štatisticky významný pozitívny vplyv na postoj žiakov k tomuto predmetu. Prostredníctvom Pearsonovho chí-kvadrát testu nezávislosti sme porovnávali postoje žiakov k predmetu fyzika na začiatku ich štúdia a po prebratí tematického celku *Sila a pohyb*, počas ktorého boli do výučby fyziky aplikované pracovné listy s historickou tematikou. Výsledky štatistickej analýzy potvrdili, že v experimentálnej skupine v priebehu sledovaného obdobia došlo k signifikantnej zmene v postojoch žiakov k predmetu fyzika – študenti vyslovili pozitívnejší vzťah k predmetu fyzika ($\chi^2 = 13,21$; $df = 4$; $p = 0,01026 < 0,05$; Cramer $V = 0,221$ – stredný efekt). Môžeme teda konštatovať, že implementácia historických prvkov a artefaktov vo výučbe fyziky predstavuje signifikantný, stredne silný faktor, ktorý má pozitívny vplyv na postoje študentov k predmetu fyzika (obr. 7).

Sumár frekvencií Experimentálna skupina		POSTOJE				
Dotazník	úplne súhlasím	skôr súhlasím	neviem	skôr nesúhlasím	úplne nesúhlasím	Total
VSTUPNÝ	7	32	45	31	20	135
VÝSTUPNÝ	22	40	38	25	10	135
Celkovo	29	72	83	56	30	270

Sumár očakávaných frekvencií Experimentálna skupina		POSTOJE					$\chi^2 = 13,21$ $p = 0,10276$
Dotazník	úplne súhlasím	skôr súhlasím	neviem	skôr nesúhlasím	úplne nesúhlasím	Total	
VSTUPNÝ	14,5	36	41,5	28	15	135	
VÝSTUPNÝ	14,5	36	41,5	28	15	135	
Celkovo	29	72	83	56	30	270	

Obr. 7 Štatistické spracovanie prvej hypotézy pre experimentálnu skupinu

Zisteniu zodpovedá aj situácia v kontrolnej triede. Posun postoja k predmetu fyzika v danom časovom úseku je v kontrolnej triede len minimálny ($\chi^2 = 1,34$; $df = 4$; $p = 0,855 > 0,05$). Môžeme tak predpokladať, že za zmenu postoja v experimentálnej triede môže jediný odlišný faktor medzi týmito dvoma skupinami – pravidelná aplikácia dejín fyziky v podobe pracovných listov do vyučovania. Časť dotazníka, ktorá sa týkala dejín fyziky a vyplňala ju len experimentálna trieda potvrdzuje, že história fyziky je žiakmi vnímaná pozitívne (obr. 8).



Obr. 8 Frekvencia postojov žiakov experimentálnej triedy k predmetu fyzika

V rámci druhej hypotézy sme sa zamerali na otázku, či implementácia historických prvkov v podobe pracovných listov má vplyv na rozsah a úroveň žiackych vedomostí.

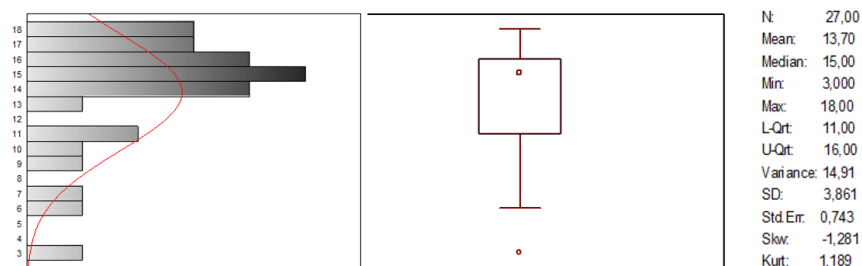
Výskumným nástrojom bol didaktický test, ktorý po prebratí celku *Sila a pohyb* (dynamika hmotných bodov) bol zadaný tak ako experimentálnej, tak aj kontrolnej skupine. Vybierali sme dokopy 27 testov v experimentálnej a 28 testov v kontrolnej triede. Na vyhodnotenie rozdielov medzi skupinami bol využitý neparametrický U-test, pričom jeho výsledky uvádzame na obr. 9.

Premenná	Mann-Whitney U-test				
	Rank Sum exp.	Rank sum kon.	U	Z	p
Bodové skóre	794	746	340	0,636954	0,524155

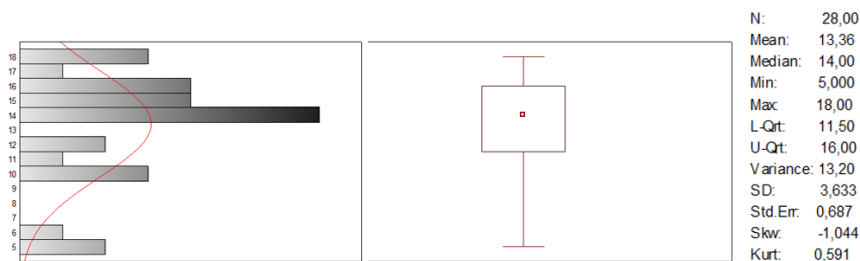
Obr. 9 Mann-Whitney U-test pre druhú hypotézu

Ako môžeme vidieť z tabuľky, výsledky U-testu medzi sledovanými skupinami žiakov nepotvrdili štatisticky významné rozdiely v úrovni dosiahnutých vedomostí preukázaných v rámci didaktického testu z fyziky ($U = 340,00$; $p = 0,524 > 0,05$; $\eta^2 = 0,07$ – veľmi malá miera efektu), tj. implementácia pracovných listov s historickou tematikou nemá signifikantný vplyv na úroveň fyzikálnych vedomostí žiakov.

Na obr. 10 a obr. 11 uvádzame aj bodové skóre a iné štatistické charakteristiky pre experimentálnu a kontrolnú triedu.



Obr. 10 Bodové skóre a štatistika pre experimentálnu skupinu



Obr. 11 Bodové skóre a štatistika pre kontrolnú skupinu

Priemerné bodové skóre žiakov experimentálnej skupiny dosiahlo hodnotu $M = 13,70$ bodov (medián = 15; tj. aspoň polovica žiakov získala minimálne 15 z 18 možných bodov), v prípade žiakov kontrolnej skupiny to bolo $M = 13,36$ bodov (medián = 14, t. j. aspoň polovica žiakov získala minimálne 14 bodov). Takéto zistenie je však mimoriadne zaujímavé. Je pedagogicky známe, že motivácia žiakov je nedielnym predpokladom k lepším učebným výkonom. Ako sa však v našom šetrení nakoniec ukázalo, ide pravdepodobne o predpoklad nutný a nie postačujúci, keďže aj v motivovanejšie triede, v ktorej došlo k posunu v postojoch k predmetu fyzika sme nezaznamenali štatisticky významný rozdiel v úrovni a rozsahu nadobudnutých poznatkov oproti kontrolnej triede. Uvedomujeme si, že vzhľadom na podmienky nášho výskumu, veľkosť vzorky a časové rozpätie experimentu nemusia byť výsledky úplne smerodajné a táto otázka by si zaslúžila väčšie šetrenie. Tento zaujímavý výsledok môže byť spôsobený aj práve limitáciami výskumného šetrenia a nemožno tak s istotou vylúčiť vplyv implementácie historických prvkov na kvalitu a kvantitu žiackych vedomostí.

Záver

V tomto príspevku sme sa zamerali na možnosti implementácie histórie fyziky do vyučovania a ich teoretických prínosov pre vyučovanie samotné. Výsledky sú súčasťou diplomovej práce [2], kde čitateľ nájde podrobné zistenia a vyhodnotenie.

Ako sa ukázalo, dejiny fyziky majú vysoký motivačný potenciál najmä kvôli skutočnosti, ktorú už sme skôr uviedli, a síce, že ide o medzipredmetovú motivačnú techniku, ktorá má potenciál zaujať aj žiakov, ktorí k prírodným vedám neinklinujú. Aj keď sa v pedagogickom experimente neukázal štatisticky významný vplyv využívania takýchto prvkov na kvan-

titu a kvalitu žiackych vedomostí, nemožno tento vplyv plne vylúčiť vzhľadom na limitácie výskumného šetrenia. História fyziky, objavov a vedcov má okrem motivačného aj veľa iných aspektov, ktoré jednoznačne odporúčajú jej zaradenie do vyučovania fyziky. Veríme, že historické prvky tak nájdu cestu k učiteľom a budú môcť byť aplikované do vyučovania ako historické spestrenie hodín fyziky.

Literatúra

- [1] Šebesta, J.: Dejiny a filozofia fyziky vo fyzikálnom vzdelávaní. FMFI UK, Bratislava, 1998.
- [2] Kriek, P.: Historické prvky v učive fyziky strednej školy. Diplomová práca, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, 2024. Dostupné na: <https://opac.crzp.sk/?fn=detailBiblioFormChildCELJ9&sid=B4B27B8958935512D756C0CEE3A9&seo=CRZP-detail-kniha>.
- [3] Trna, J.: Jak motivovat žáky ve fyzice se zaměřením na nadané. Paido, Brno, 2012. ISBN 978-80-7315-238-3
- [4] Štoll, I.: Dějiny fyziky. Prometheus, Praha, 2009. ISBN 978-80-7196-375-2.
- [5] Veselá, A.: Významné historické experimenty jako motivace ve výuce fyziky. Diplomová práce. Univerzita Hradec Králové, 2017. Dostupné na: <https://theses.cz/id/xeglp4/>.
- [6] Vondřejcová, K.: Životy fyziků v úlohách a experimentech. MaFy, Hradec Králové, 2011. ISBN 978-80-86148-72-4.
- [7] Štátny pedagogický ústav: Inovovaný štátny vzdelávací program. 2015. Dostupné na: <https://www.statpedu.sk/sk/svp/inovovany-statny-vzdelavaci-program/>.
- [8] Štátny pedagogický ústav: Cieľové požiadavky na vedomosti a zručnosti maturantov z fyziky. 2015. Dostupné na: https://www.statpedu.sk/files/sk/svp/maturitne-skusky/platne-od-sk-r-2018/2019/cp_fyzika_2019.pdf.