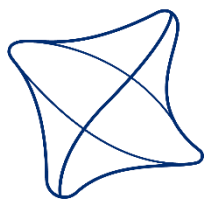


Zborník abstraktov z konferencie

Aktuálne problémy fyzikálneho vzdelávania a možnosti ich riešenia 2026

23. - 25. 9. 2026

Univerzitné stredisko UNIZA Zuberec



**ŽILINSKÁ UNIVERZITA
V ŽILINE**

Fakulta elektrotechniky a informačných
technológií, Žilinská univerzita v Žiline

web: <https://feit.uniza.sk/>

e-mail: peter.hockicko@uniza.sk

Editor: Peter Hockicko

ISBN 978-80-554-2308-1

Aktuálne problémy fyzikálneho vzdelávania a možnosti ich riešenia 2026

23. - 25. 9. 2026

Univerzitné stredisko UNIZA Zuberec

Organizátor

Katedra fyziky, Fakulta elektrotechniky a informačných technológií,
Žilinská univerzita v Žiline

V spolupráci s:

Katedra fyziky, elektrotechniky a aplikovanej mechaniky, Drevárska
fakulta, Technická univerzita vo Zvolene

Katedra fyziky, Fakulta prírodných vied UMB v Banskej Bystrici

Katedra fyziky, matematiky a techniky, FHPV PU v Prešove

PodĎakovanie

Tento zborník abstraktov vznikol ako súčasť riešenia projektov KEGA č. 006ŽU-4/2024 „Rozvíjanie kľúčových kompetencií v STEAM vzdelávaní od primárneho až po terciárne na UNIZA“ a KEGA 003TU Z-4/2024 „Rozvoj experimentálnych zručností v systéme vysokoškolského vzdelávania“.

Vedecký výbor

Peter Hockicko

Jozef Kúdelčík

Gabriela Tarjániová

Miroslav Němec

Miloš Gejdoš

Martin Čulík

Jana Richvalská

Miriam Spodniaková Pfefferová

Martin Hruška

Sergej Ilkovič

Organizačný výbor

Peter Hockicko

Martin Čulík

Recenzenti

Marián Kireš, Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach

Klára Velmovská, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského v Bratislave

Obsah

Štúdium „Akustiky drevených stavieb“ na Technickej univerzite vo Zvolene, časť: Akustické prvky miestnosti – meranie a hodnotenie parametrov priestorovej akustiky	5
Martin Čulík, Daniel Henček	
ExpEDU: Transformácia STEM vzdelávania cez digitálne laboratória	7
Peter Hockicko	
Experimentálne štúdium šírenia a difrakcie ultrazvukového vlnenia	8
Jozef Kúdelčík	
Fyzika v krajine hrubého národného šťastia: výzvy prírodovedného vzdelávania v Bhutáne a na Slovensku	9
Sergej Il'kovič	
Výšetrovanie lítiových iónovo vodivých fosfátových skiel dopovaných meďou akustickou a elektrickou spektroskopiou na FEIT UNIZA	11
Peter Hockicko, Karolína Pradeniaková	
Videoexperimenty v aplikovanej fyzike	12
Miroslav Němec, Miloš Gejdoš, Rastislav Igaz, Jana Richvalská, Ľuboš Krišťák, Martin Čulík, Ivan Ružiak, Dagmara Bednárová, Peter Hockicko, Jozef Kúdelčík	
Keď správne meranie nestačí: reflexia žiakov pri bádateľských aktivitách z optiky	14
Miriam Spodniaková Pfefferová, Natália Dzialak	
Bádateľské aktivity s digitálnymi technológiami vo vyučovaní periodických dejov: skúsenosti z pilotného overenia	16
Martin Hruška, Dominika Kružíková	
Detekcia dronov prostredníctvom ich fyzikálnych charakteristík	18
Kristián Hockicko, Peter Hockicko	

Porovnanie študijných výsledkov z Force Concept Inventory 20 testu v troch kurzoch pre študentov prvého ročníka FEIT

Peter Hockicko, Gabriela Tarjányiová

Štúdium „Akustiky drevených stavieb“ na Technickej univerzite vo Zvolene, časť: Akustické prvky miestnosti – meranie a hodnotenie parametrov priestorovej akustiky

Martin Čulík, Daniel Henček

Katedra drevených stavieb, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, Slovensko

culik@tuzvo.sk

Abstrakt

Akustika výrazne ovplyvňuje akustický, ale aj životný komfort, zrozumiteľnosť reči a schopnosť sústrediť sa v interiéroch ako sú napr. učebne či pracovné kancelárie. Priestorová akustika sa zaoberá riešením akustickej kvality čiastočne alebo úplne uzavretých priestorov s dôrazom na optimálny tvar a veľkosť priestoru ako aj materiály použité na jeho výstavbu a vybavenie. Hodnotiace parametre priestorovej akustiky vychádzajú zo základných vlastností zvuku v uzavretom zvukovom poli a zo spôsobu jeho vnímania ľudským sluchom. V uzavretých priestoroch je potrebné zabezpečiť optimálne akustické podmienky vedúce k dosiahnutiu akustickej pohody, čo v praxi znamená najmä zabezpečenie vhodného času dozvuku pre daný typ priestoru. Tento stav možno dosiahnuť použitím vhodných interiérových (akustických) prvkov alebo stavebnými úpravami. Avšak, stavebné úpravy na zlepšenie akustiky sú často nákladné, komplikované a najmä neprijateľné v chránených objektoch. Prenosné a flexibilné riešenia môžu umožniť dočasnú a požadovanú úpravu akustiky bez zásahu do nosných konštrukcií. Použitie dreva a drevných kompozitov v akustických aplikáciách zlepšuje technické parametre interiérov a zároveň podporuje environmentálne zodpovedné a udržateľné riešenia v architektúre a dizajne. Akustické prvky z dreva môžu znižovať dozvuk, a tým zlepšovať zrozumiteľnosť reči a prispievať tak k vyššiemu komfortu vnútorného prostredia. Pre zlepšenie akustiky interiéru nie je rozhodujúci len druh dreva, ale najmä jeho štruktúra, hrúbka a spôsob spracovania (perforované alebo drážkované prvky). Najlepšie výsledky dosahujú perforované drevené akustické prvky s absorpčnou výplňou (minerálna vlna, drevovlákn, atď.).

Aktuálne požiadavky na navrhovanie, projektovanie a realizáciu uzavretých priestorov pre kultúrne, školské, verejné a administratívne účely stanovuje slovenská technická norma STN 73 0527:2024 Akustika. Projektovanie v odbore priestorovej akustiky. Priestory pre kultúrne a školské účely. Priestory pre verejné účely. Administratívne pracovne.

V rámci pedagogickej činnosti, konkrétne pri výučbe predmetu *Akustika drevených stavieb*, môže ako názorný príklad vplyvu interiérových prvkov na akustickú pohodu poslúžiť meranie a vyhodnotenie priestorovej akustiky v drevostavbe z CLT panelov s dvoma presklenými (zvukovo-odrazivý materiál) nosnými stenami obvodového plášťa. Pozornosť je pritom zameraná predovšetkým na zmenu času dozvuku T_{30} . Meranie demonštruje výraznú zmenu hodnoty času dozvuku po zatiahnutí závesov (zvukovo-pohltivý materiál) na oknách v obývacej miestnosti využívanej ako posluchová miestnosť s ozvučovacím systémom, a tým aj plnenie požiadaviek normy. Podobné experimentálne merania, založené na jednoduchých úpravách interiéru, je možné realizovať aj počas cvičení so študentmi, čím sa podporuje lepšie pochopenie princípov priestorovej akustiky a vplyvu interiérových prvkov

na akustické vlastnosti miestnosti. Meracia aparátúra na meranie a vyhodnocovanie parametrov priestorovej akustiky pozostáva z certifikovaných prístrojov a softvérov spoločnosti Brüel & Kjær, konkrétne zo softvéru DIRAC ver. 6, zosilňovača a normalizovaného všesmerového zdroja zvuku Brüel & Kjær, všesmerového mikrofónu Brüel & Kjær, predzosilňovača so zvukovým rozhraním M-Audio AIR 192|4 a notebooku.

Podakovanie: Príspevok vznikol v rámci riešenia projektu KEGA 003TU Z-4/2024 „Rozvoj experimentálnych zručností v systéme vysokoškolského vzdelávania“ na Katedre fyziky, elektrotechniky a aplikovanej mechaniky, a projektu APVV-23-0369 „Transparentné konštrukcie obalového plášťa zelených budov na báze dreva s vyššími fyzikálnymi a úžitkovými vlastnosťami“ na Katedre drevených stavieb DF TU vo Zvolene.

ExpEDU: Transformácia STEM vzdelávania cez digitálne laboratória

Peter Hockicko

Katedra fyziky, FEIT UNIZA

hockicko@uniza.sk

Abstrakt

Medzinárodný projekt Erasmus+: „expEDU - Experiments for better teaching in higher education“, 2025-1-PL01-KA220-HED-000363551 zastrešuje Sliezska univerzita v Katowiciach (Poľsko) v spolupráci s VSB-Technical University of Ostrava (Česká republika), Ivan Franko National University of Lviv (Ukrajina) a Žilinskou univerzitou v Žiline (Slovensko). Cieľom projektu je vytvoriť prepojenejší systém vysokoškolského vzdelávania prostredníctvom budovania medzinárodnej komunity pedagógov v oblasti prírodných vied, ktorí spoločne zdieľajú vedomosti, zdroje, skúsenosti a osvedčené postupy v oblasti fyzikálnych a chemických experimentov. Tento rámec spolupráce posilňuje schopnosť partnerských inštitúcií efektívnejšie spolupracovať, čo v konečnom dôsledku prispieva k zlepšeniu výsledkov vzdelávania. Hlavnou prioritou projektu je stimulovať inovácie vo výučbe a učení prostredníctvom podpory pedagogických experimentov a zavádzania nových prístupov k výučbe vo vysokoškolskom vzdelávaní. Projekt okrem iného vytvorí 80 experimentálnych videí z fyziky a chémie s podrobnými pokynmi pre pedagógov vo viacerých jazykových mutáciách.

Predchádzajúci projekt Erasmus+: „A lexicon of educational films on the subject of STEM for primary and secondary school“ (Films4Edu), 2020-1-PL01-KA226-SCH-096354, na ktorý nadväzuje súčasný projekt, mal za cieľ zvýšiť kvalitu a dosah dištančného vzdelávania v disciplínach STEM na základných a stredných školách. Projekt bol realizovaný v štyroch krajinách a šiestich partnerských inštitúciách: Sliezska univerzita v Katowiciach (Poľsko), Univerzita v Innsbrucku (Rakúsko), Univerzita v Malage (Španielsko), Nadácia Detská univerzita Malopolska (Poľsko), AGH Univerzita vied a technológií (Poľsko) a Žilinská univerzita v Žiline (Slovensko). Projekt sa zameriaval na vývoj a výrobu inovatívnych audiovizuálnych vzdelávacích zdrojov, ktoré by uľahčili prácu učiteľom na základných a stredných školách a pomohli študentom v STEM vzdelávaní. V rámci projektu bolo vytvorených 100 videí z oblasti fyziky a chémie, ktoré spolu so scenármi napomáhajú učiteľom vo vzdelávacom procese. Videá sú dostupné na platforme YouTube:



V rámci prezentácie príspevku budú spustené prvé pripravené videá vytvorené v rámci riešenia projektu a bude širokou fyzikálno-pedagogickou komunitou diskutovaný ich fyzikálny obsah, čo v budúcnosti prispeje k príprave kvalitnejších videí pre ďalšie fyzikálne vzdelávanie. Po ukončení projektu budú všetky videá dostupné na webe cez YouTube kanál, budú pripravené scenáre k videám vo viacerých jazykových mutáciách, čo umožní učiteľom fyziky na vysokých školách a univerzitách zlepšiť prednáškový proces a študentom zvýšiť názornosť vo výuke predmetov súvisiacich s fyzikou.

PodĎakovanie: Tento príspevok vznikol ako súčasť riešenia projektov KEGA č. 006ŽU-4/2024 Rozvíjanie kľúčových kompetencií v STEAM vzdelávaní od primárneho až po terciárne na UNIZA, KEGA 003TU Z-4/2024 Rozvoj experimentálnych zručností v systéme vysokoškolského vzdelávania, Erasmus + program: expEDU - Experiments for better teaching in higher education, 2025-1-PL01-KA220-HED-000363551.

Experimentálne štúdium šírenia a difrakcie ultrazvukového vlnenia

Jozef Kúdelčík

Katedra fyziky, FEIT UNIZA

jozef.kudelcik@uniza.sk

Abstrakt

Vlnenie predstavuje spôsob prenosu energie prostredím bez makroskopického premiestňovania látky. Pri experimentálnom štúdiu ultrazvukového vlnenia s frekvenciou 40 kHz možno názorne pozorovať a analyzovať základné vlnové javy, ako sú odraz, absorpcia, interferencia a difrakcia. Na generovanie a detekciu ultrazvuku sa využívajú ultrazvukové vysielače a prijímače, ktoré umožňujú elektricky vyhodnocovať vlastnosti šíriaceho sa vlnenia. Meraním amplitúdy prijímaného signálu v závislosti od polohy a uhla prijímača možno určiť smerové charakteristiky vysielača a prijímača a sledovať priestorové rozloženie ultrazvukového poľa. Pri odraze ultrazvukového vlnenia a jeho interferencii s dopadajúcim vlnením možno vytvoriť stojaté vlnenie. Z polohy jeho uzlov alebo kmitní možno experimentálne určiť vlnovú dĺžku a zo známej frekvencie následne vypočítať rýchlosť šírenia zvuku vo vzduchu. Takto realizované merania prepájajú základné poznatky o mechanickom vlnení s princípmi elektrického generovania, snímania a spracovania ultrazvukových signálov.

Osobitná pozornosť je venovaná difrakcii, ktorá umožňuje názorne demonštrovať vlnový charakter zvuku. Difrakcia (ohyb) vlnenia nastáva pri prechode vlnenia cez otvor alebo v okolí prekážky, pričom sa vlnenie šíri aj do oblasti geometrického tieňa. Tento jav je charakteristický pre všetky druhy vlnenia a je výrazný najmä vtedy, keď sú rozmery otvoru alebo prekážky porovnateľné s vlnovou dĺžkou. Pri dopade vlnenia na štrbinu sa podľa Huygensovho princípu každý bod vlnoplochy v otvore štrbiny stáva zdrojom elementárnych vln. Jednotlivé čiastkové vlny za štrbinou navzájom interferujú. V závislosti od ich vzájomného fázového rozdielu sa v určitých smeroch zosilňujú alebo zoslabujú, prípadne úplne vyrušia. Výsledkom je difrakčný obrazec tvorený centrálnym maximom a postrannými maximami oddelenými minimami. Teoretický priebeh amplitúdy akustického tlaku za jednoduchou štrbinou možno opísať štrbinovou funkciou v závislosti od difrakčného uhla. Tvar difrakčného obrazca závisí predovšetkým od šírky a tvaru štrbiny a od vlnovej dĺžky. So zmenšovaním šírky štrbiny vzhľadom na vlnovú dĺžku sa difrakčný obrazec rozširuje. V experimente s ultrazvukovým vlnením bude teoreticky vypočítaný priebeh porovnaný s nameranou uhlovou závislosťou akustického signálu. Difrakčné vlastnosti ultrazvukového vlnenia sa skúmajú pri prechode okolo prekážky a cez jednoduchú a dvojité štrbinu. Meraním závislosti intenzity prijímaného signálu od polohy alebo uhla prijímača sa určia a porovnajú príslušné difrakčné obrazce. Ďalšie experimenty umožňujú pozorovať difrakciu na kruhovej clone a kruhovom kotúči a skúmať interferenčné javy pomocou Fresnelovho zrkadla. Takto koncipované experimenty umožňujú názorne demonštrovať základné vlastnosti ultrazvukového vlnenia a experimentálne skúmať jeho šírenie a správanie pri rôznych vlnových javoch.

Podakovanie: Tento príspevok vznikol ako súčasť riešenia projektov KEGA č. 006ŽU-4/2024 Rozvíjanie kľúčových kompetencií v STEAM vzdelávaní od primárneho až po terciárne na UNIZA, KEGA 003TU Z-4/2024 Rozvoj experimentálnych zručností v systéme vysokoškolského vzdelávania, Erasmus + program: expEDU - Experiments for better teaching in higher education, 2025-1-PL01-KA220-HED-000363551.

Fyzika v krajine hrubého národného šťastia: výzvy prírodovedného vzdelávania v Bhutáne a na Slovensku

Sergej Ilkovič

Katedra fyziky, matematiky a techniky, FHPV PU v Prešove

sergej.ilkovic@unipo.sk

Abstrakt

Príspevok ponúka komparatívny pohľad na vzdelávanie v Bhutáne a na Slovensku v širšom európskom kontexte, s osobitným dôrazom na vysokoškolské prírodovedné vzdelávanie. Vychádza z viac než päťmesačnej osobnej skúsenosti autora s výučbou fyziky na Royal University of Bhutan, Samtse College. Priame pôsobenie v tomto prostredí umožnilo sledovať každodenný chod školy, podmienky práce vyučujúcich, študijné návyky a motiváciu študentov, ako aj spôsoby, akými sa do vzdelávacieho procesu premietajú kultúrne, náboženské, spoločenské a ekonomické špecifiká krajiny.

Príspevok sa venuje materiálnym, organizačným a personálnym podmienkam vyučovania. Všíma si dostupnosť učebných pomôcok, laboratórneho vybavenia, odbornej literatúry, digitálnych technológií a internetového pripojenia, ale tiež pracovné zaťaženie pedagógov a ich možnosti odborného rastu. Dôležitým faktorom ovplyvňujúcim prípravu budúcich učiteľov prírodných vied je kvalifikačná štruktúra vzdelávacieho personálu, ktorá sa v porovnaní so slovenským prostredím vyznačuje nižším zastúpením pracovníkov s najvyššími stupňami akademickej kvalifikácie, ako aj obmedzenou dostupnosťou špecialistov v jednotlivých oblastiach fyziky. Tieto faktory ovplyvňujú nielen obsah a rozsah výučby, ale aj možnosti realizovať experimentálne aktivity, prepájať teóriu s praxou a podporovať samostatnú vedeckú prácu študentov. Osobitnú súčasť príspevku tvorí skúsenosť autora s nasadením vlastného systému na meranie fyzikálnych veličín v podmienkach bhutánskeho vysokoškolského vzdelávania. Jeho praktické využitie vo výučbe umožnilo posúdiť nielen pripravenosť študentov pracovať s experimentálnymi údajmi, ale aj ich schopnosť prepájať teoretické poznatky s meraním a samostatne interpretovať získané výsledky. Táto skúsenosť zároveň poukazuje na možnosti využitia dostupných a finančne nenáročných meracích technológií pri rozvoji experimentálnej výučby fyziky v prostredí s obmedzeným laboratórnym vybavením.

Pozornosť sa sústreďuje aj na vzdelanostnú úroveň študentov pri vstupe na univerzitu, ich matematickú pripravenosť, jazykové kompetencie a schopnosť samostatne pracovať s odborným textom. Predmetom reflexie je rozdiel medzi osvojovaním faktických poznatkov a rozvojom kritického, analytického a vedeckého myslenia. Zohľadnené sú tiež vzťahy medzi učiteľmi a študentmi, rešpekt voči autorite pedagóga a ochota študentov diskutovať, klásť otázky alebo otvorene vyjadriť nesúhlas. Práve tieto kultúrne podmienené charakteristiky významne ovplyvňujú výber vyučovacích metód. Vzdelávanie je zároveň zasadené do širších socioekonomických a demografických súvislostí. Rodinné zázemie, miesto pôvodu, ekonomická situácia domácnosti a dostupnosť kvalitného predchádzajúceho vzdelania môžu určovať študijné možnosti i profesijné očakávania mladých ľudí. Osobitnú úlohu zohrávajú rozdiely medzi mestským a vidieckym prostredím, geografická izolovanosť niektorých oblastí a náklady spojené so štúdiom mimo domova. Ambície študentov sa stretávajú s potrebami rodiny, spoločenskými očakávaniami a obmedzenými možnosťami uplatnenia na domácom pracovnom trhu. Vynára sa preto otázka, do akej miery vysokoškolské vzdelanie zodpovedá reálnym potrebám krajiny a či absolventom umožňuje nájsť primerané profesijné uplatnenie bez nutnosti odísť do zahraničia.

Bhutánske školstvo sa rozvíja v prostredí, kde sa budhistická kultúra, tradičné hodnoty a koncepcia hrubého národného šťastia prelínajú s modernizáciou a globalizáciou. Slovensko čelí odlišným podmienkam, no viaceré výzvy sú porovnateľné: rozdielna pripravenosť študentov, klesajúci záujem o prírodné vedy, nedostatok kvalifikovaných pedagógov, masívny nástup využívania nástrojov umelej inteligencie, regionálne nerovnosti či neisté uplatnenie absolventov.

Cieľom príspevku nie je vytvoriť hodnotiaci rebríček dvoch vzdelávacích systémov, ale prostredníctvom komparácie a osobnej pedagogickej skúsenosti ukázať, ako širšie spoločenské prostredie formuje vyučovanie fyziky. Príspevok zároveň otvára otázku, v ktorých oblastiach sa môžu bhutánske a slovenské vzdelávacie prostredia navzájom inšpirovať a aké podnety môžu priniesť pre ďalší rozvoj prírodovedného vzdelávania v oboch krajinách.

Podakovanie: Tento príspevok vznikol ako súčasť riešenia projektu KEGA č. 021PU-4/2024 Využitie alternatívneho meracieho systému založeného na pokročilých technológiách s prvkami automatizácie vo vzdelávaní prírodovedných predmetov.

Vyšetrovanie lítiových iónovo vodivých fosfátových skiel dopovaných meďou akustickou a elektrickou spektroskopiou na FEIT UNIZA

Peter Hockicko, Karolína Pradeniaková

Katedra fyziky, FEIT UNIZA

hockicko@uniza.sk, karolina.pradeniakova@feit.uniza.sk,

Abstrakt

Fosfátové sklá, ako skupina amorfných materiálov, sú cenené pre svoj vysoký koeficient tepelnej rozťažnosti, relatívne nízke teploty tavenia v porovnaní so silikátmi, chalkogenidmi či boritanmi a pre schopnosť začleniť do svojej štruktúry rôzne kovy (prechodné kovy, alkalické kovy alebo kovy alkalických zemín). Vďaka tomu sa dajú ľahko modifikovať, čo umožňuje dosiahnuť požadované optické vlastnosti, nižšie teploty tavenia, ako aj vyššiu tvrdosť, tepelnú stabilitu a vodivosť. V poslednej dobe sa zaoberáme štúdiom lítium-fosfátových skiel dopovaných meďou (Cu), konkrétne systémom $50 \text{ Li}_2\text{O} - x \text{ CuO} - (50-x) \text{ P}_2\text{O}_5$, s obsahom medi 2,5 mol % a 5 mol %, pričom skúmame vplyv tepelného spracovania v dusíkovej atmosfére pri 700 °C a 800 °C na štruktúru, elektrické a akustické vlastnosti týchto materiálov.

Na analýzu iónovej vodivosti bola použitá PEIS (Potentiostatic Electrochemical Impedance Spectroscopy) metóda v súčinnosti s akustickou útlmovou spektroskopiou na sledovanie relaxačných procesov v sklenej sieti. Tepelné spracovanie spôsobilo viditeľnú zmenu farby vzoriek z modrej cez tyrkysovú až po zelenú, čo naznačuje zmeny v stave medi a štruktúre materiálu. Impedančné spektrá sa po spracovaní výrazne menili, avšak elektrická vodivosť ostala prakticky nezmenená. Hodnoty vodivosti pri 25 °C sa pohybovali v úzkom rozsahu $\log \sigma \approx -8,5$ až $-9,1 \text{ S/cm}$. Aktivačné energie vodivosti sa nachádzali v intervale 0,75 až 0,82 eV. Dlhšie tepelné spracovanie mierne znižovalo aktivačnú energiu, čo naznačuje ľahší transport nosičov náboja.

Akustická spektroskopia odhalila viacero relaxačných procesov, ktorých intenzita a poloha sa menili v závislosti od tepelného spracovania. Vo všetkých vzorkách bol identifikovaný dominantný relaxačný proces s aktivačnou energiou $(0,69 \pm 0,02) \text{ eV}$, nezávislý od obsahu medi a podmienok spracovania. Možno konštatovať, že tepelné spracovanie v dusíkovej atmosfére významne ovplyvňuje mikroštruktúru a relaxačné správanie Cu-dopovaných lítium-fosfátových skiel, avšak nemá zásadný vplyv na ich celkovú iónovú vodivosť. Materiály si zachovávajú stabilné elektrické vlastnosti, zatiaľ čo akustické merania odhaľujú zmeny v dynamike sklenej siete. Dominantný relaxačný proces s energiou približne 0,69 eV predstavuje charakteristickú vlastnosť skúmanej sklenej sústavy.

Na Fakulte elektrotechniky a informačných technológií Žilinskej univerzity v Žiline majú študenti bakalárskeho študijného programu elektrooptika v 3. roku štúdia na predmete 3B0H604: akustická diagnostika (AD) možnosť oboznámiť sa s akustickými metódami pri skúmaní perspektívnych materiálov, medzi ktoré možno zaradiť aj lítium fosfátové sklá.

Podakovanie: Tento príspevok vznikol ako súčasť riešenia projektov KEGA č. 006ŽU-4/2024 Rozvíjanie kľúčových kompetencií v STEAM vzdelávaní od primárneho až po terciárne na UNIZA a KEGA 003TU Z-4/2024 Rozvoj experimentálnych zručností v systéme vysokoškolského vzdelávania.

Videoexperimenty v aplikovanej fyzike

Miroslav Němec¹, Miloš Gejdoš², Rastislav Igaz¹, Jana Richvalská¹, Ľuboš Krišťák¹, Martin Čulík³, Ivan Ružiak¹, Dagmara Bednárová¹, Peter Hockicko⁴, Jozef Kúdelčík⁴

¹ Katedra fyziky, elektrotechniky a aplikovanej mechaniky, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, Slovensko,

² Katedra lesnej ťažby, logistiky a meliorácií, Lesnícka fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, Slovensko a Národné lesnícke centrum, T.G. Masaryka 22, Zvolen, Slovensko,

³ Katedra drevených stavieb, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, Slovensko,

⁴ Katedra fyziky, fakulta elektrotechniky a informačných technológií, Žilinská univerzita v Žiline, Slovensko.

nemec@tuzvo.sk

Abstrakt

Študijné programy na Technickej univerzite vo Zvolene (TUZVO) prechádzajú po poslednej komplexnej akreditácii významnými zmenami v štruktúre a obsahu jednotlivých predmetov. V súčasnosti je dôraz kladený na praktické vzdelávanie a zapojenie odborníkov z praxe do vyučovania predmetov vo všetkých odboroch a stupňoch vzdelávania. Tomuto je potrebné prispôbiť aj obsah predmetov s fyzikálnym a technickým zameraním. V rámci riešenia projektu KEGA 003TUZ-4/2024 Rozvoj experimentálnych zručností v systéme vysokoškolského vzdelávania boli stanovené ciele zamerané práve na prípravu experimentov pre študentov vo fyzikálne a technicky orientovaných predmetoch. Aktuálne sú vytvorené moderné experimentálne úlohy vo forme elektronických návodov na cvičenia. V rámci spomínaného projektu je partnerskou organizáciou Žilinská univerzita v Žiline. Prebehlo aj niekoľko vzájomných návštev študentov medzi týmito dvoma univerzitami, kde mali možnosť vyskúšať si experimenty, ktoré nie sú na ich škole dostupné. Takáto forma výučby zároveň podporuje vzájomnú spoluprácu univerzít a efektívnejšie využívanie ich experimentálnej infraštruktúry. V súčasnej fáze riešenia projektu sa dokončuje príprava videoexperimentov k vybraným laboratórnym úlohám. Ich úlohou je formou videí študentov oboznámiť s náročnými meraniami na jedinečných aparátúrach, ktorými disponuje TUZVO. Majú slúžiť ako príprava pred ich reálnym meraním na týchto zariadeniach, aby si vedeli lepšie predstaviť realizáciu daného experimentu a následné spracovanie dát. Na TUZVO sú v rámci riešenia projektu vytvorené videá z týchto experimentov: Meranie koeficienta zvukovej pohltivosti pomocou impedančnej trubice, Stanovenie termofyzikálnych vlastností materiálov nestacionárnou flash metódou, Určovanie vnútorných kvalitatívnych znakov dreva impulzným akustickým tomografom, Určovanie vnútorných kvalitatívnych znakov rezistografom Rinntech, Určovanie vnútorných kvalitatívnych znakov guľatiny pomocou CT skenera Microtec CT Log. Prepojenie elektronických návodov, videoexperimentov a reálneho merania na špecializovaných zariadeniach vytvára podmienky na systematický rozvoj experimentálnych zručností študentov a umožňuje efektívnejšie využívať unikátnu experimentálnu infraštruktúru vo vysokoškolskom vzdelávaní.

PodĎakovanie: Príspevok vznikol v rámci riešenia projektu KEGA 003TU Z-4/2024 „Rozvoj experimentálnych zručností v systéme vysokoškolského vzdelávania“ na Katedre fyziky, elektrotechniky a aplikovanej mechaniky, projektu APVV-23-0369 „Transparentné konštrukcie obalového plášťa

zelených budov na báze dreva s vyššími fyzikálnymi a úžitkovými vlastnosťami“ na Katedre drevených stavieb DF TU vo Zvolene, APVV-22-0001 „Optimalizácia hlavných zdravotných a bezpečnostných rizík pri využívaní lesnej biomasy na energetické účely“ na Katedre lesnej ťažby, logistiky a meliorácií LF TU vo Zvolene a projektu LignoSilva [grant č. #101059552] prostredníctvom programu Horizon Europe – Teaming for Excellence.

Ked' správne meranie nestačí: reflexia žiakov pri bádateľských aktivitách z optiky

Miriám Spodniaková Pfefferová, Natália Dzialak

Katedra fyziky, Fakulta prírodných vied UMB v Banskej Bystrici

miriam.spodniakova@umb.sk, nataliadzialak@gmail.com

Abstrakt

Bádateľsky orientované vyučovanie fyziky vytvára priestor na prepájanie experimentálnej činnosti s formulovaním hypotéz, interpretáciou údajov a kritickým hodnotením získaných výsledkov. Samotné techniky správneho uskutočnenia experimentu však ešte nemusia viesť k porozumeniu spôsobu, akým experimentálne údaje podporujú formulované závery. Príspevok sa preto zameriava na prejavy konceptuálneho porozumenia, formulovania hypotéz a reflexie vlastnej experimentálnej činnosti žiakov pri riešení bádateľských úloh z geometrickej optiky.

Pre potreby výskumu bol vytvorený súbor deviatich pracovných listov z vybraných javov geometrickej optiky koncipovaných podľa modelu 5E a princípov riadeného bádania. Sedem vytvorených aktivít bolo pilotne overených v dvoch skupinách stredoškolských žiakov. Výskumný súbor tvorilo spolu 18 žiakov pracujúcich v deviatich dvojiciach. Zdrojom údajov boli vyplnené pracovné listy, výsledky meraní a záznamy z priameho pozorovania priebehu experimentálnej činnosti. Žiacke výstupy boli analyzované prostredníctvom štvorúrovňových škál zameraných na konceptuálne porozumenie, kvalitu formulovaných hypotéz a úroveň reflexie.

Výsledky ukázali, že žiaci dokázali vo väčšine aktivít správne zostaviť experimentálne usporiadanie, manipulovať s optickými pomôckami, zaznamenať požadované údaje a identifikovať základné vzťahy medzi sledovanými veličinami. Pri viacerých úlohách primerane vysvetlili pozorovaný fyzikálny jav a prepojili výsledky merania s poznatkami z geometrickej optiky. Úroveň jednotlivých zložiek bádateľskej činnosti však nebola vyrovnaná. V piatich zo siedmich analyzovaných aktivít dosahovala reflexia nižšiu úroveň ako konceptuálne porozumenie alebo formulovanie hypotézy. Výrazný rozdiel sa prejavil najmä pri aktivitách zameraných na optické káble, planparalelnú vrstvu a model oka. Žiaci v nich dokázali vysvetliť podstatu skúmaného javu, ale pri hodnotení vlastného postupu spravidla uviedli iba všeobecné konštatovanie o nepresnosti merania.

Žiaci síce dokázali pomenovať niektoré možné zdroje chýb, podstatne menej často však vysvetlili mechanizmus ich vzniku, určili, akým spôsobom mohli ovplyvniť výsledok, alebo navrhli konkrétnu úpravu experimentálneho postupu. Problémy sa objavili aj pri posudzovaní fyzikálnej primeranosti vypočítaných hodnôt. Príkladom bolo nesprávne nastavenie režimu RAD/DEG pri výpočte pomocou kalkulačky, ktoré žiaci neodhalili kontrolou reálnosti výsledku. Analýza zároveň poukázala na konceptuálne a formulačné ťažkosti, metodické a interpretačné chyby, problémy experimentálnej techniky a povrchné hodnotenie vlastnej práce. Identifikovaných bolo trinásť konceptuálnych ťažkostí; vzhľadom na charakter údajov ich však nemožno automaticky považovať za stabilné miskoncepce.

Zistenia naznačujú, že schopnosť reflektovať experimentálny postup sa nerozvíja automaticky samotným vykonávaním experimentov. V pracovných listoch je potrebné vytvoriť explicitný priestor na porovnávanie nameraných a teoretických hodnôt, hodnotenie veľkosti a smeru odchýlky, rozlišovanie zdrojov neistoty a navrhovanie spôsobov ich overenia. Všeobecné otázky typu „Čo by ste

urobili inak?“ by mali byť nahradené štruktúrovaným sledom otázok o príčine chyby, jej dôsledkoch a možnostiach zlepšenia merania. Takto koncipovaná reflexia môže podporiť prechod od technického vykonania experimentu k rozvoju experimentálnych zručností a prírodovednej gramotnosti žiakov, najmä ich schopnosti interpretovať údaje, posudzovať neistotu merania a hodnotiť, do akej miery získané dôkazy podporujú formulované závery.

Kľúčové slová: bádateľsky orientované vzdelávanie, geometrická optika, experimentálne zručnosti, reflexia, metakognícia

Bádateľské aktivity s digitálnymi technológiami vo vyučovaní periodických dejov: skúsenosti z pilotného overenia

Martin Hruška, Dominika Kružíková

Katedra fyziky, Fakulta prírodných vied Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici

martin.hruska@umb.sk, dominika.kruzikova17@gmail.com

Abstrakt

Súčasný prírodovedný vzdelávanie zdôrazňuje potrebu aktívneho zapojenia žiakov do poznávacieho procesu a rozvíjania ich schopnosti pracovať spôsobom, ktorý sa približuje vedeckému skúmaniu. Jedným z prístupov, ktorým možno naplniť tieto požiadavky, je bádateľsky orientované vzdelávanie. Žiaci pri ňom nepreberajú iba hotové poznatky, ale formulujú hypotézy, realizujú experimenty, získavajú a spracúvajú údaje, interpretujú výsledky a na ich základe vytvárajú závery. Uplatnenie tohto prístupu vo vyučovaní fyziky podporuje prepájanie teoretických poznatkov s experimentálnou skúsenosťou. Významnú úlohu pritom môžu zohrávať digitálne technológie, ktoré umožňujú zaznamenávať aj rýchlo prebiehajúce alebo priamemu pozorovaniu menej prístupné fyzikálne deje, zobrazovať ich časový priebeh a pracovať s reálnymi experimentálnymi údajmi.

Cieľom príspevku je predstaviť súbor bádateľských aktivít z tematického celku Periodické deje a výsledky ich pilotného overenia na úrovni vyššieho sekundárneho vzdelávania. Aktivity využívajú modulárnu experimentálnu zostavu vyvinutú na Katedre fyziky Fakulty prírodných vied Univerzity Mateja Bela v Banskej Bystrici. Jej súčasťou je jednokanálový digitálny osciloskop, ako aj svetelný a zvukový senzor a ďalšie komponenty umožňujúce skúmať mechanické, akustické a elektromagnetické periodické deje. Na účely overenia bolo vytvorených päť žiackych pracovných listov a zodpovedajúcich metodických materiálov pre učiteľa. Aktivity boli zamerané na matematické kyvadlo, kmitanie závažia na pružine a elektromagnetickú indukciu, Dopplerov jav, ultrazvukovú levitáciu a zobrazenie kmitov ladičky pomocou laserového lúča a fotočlánku. Pracovné listy vychádzali z princípov štruktúrovaného bádania a jednotlivé fázy aktivít boli usporiadané v súlade s modelom 5E.

Pilotné overenie sa uskutočnilo v priestoroch Katedry fyziky FPV UMB so skupinou 26 žiakov druhého ročníka strednej odbornej školy automobilovej vo veku 16 až 17 rokov. Žiaci pracovali v menších skupinách, pričom každý samostatne vyplňal vlastný pracovný list. Údaje boli získané pozorovaním priebehu aktivít, analýzou žiackych pracovných listov, sebahodnotením žiakov a dotazníkom spätnej väzby, ktorý vyplnilo 24 žiakov. Doplňkovým zdrojom údajov bola spätná väzba od učiteľov fyziky.

Analýza žiackych výstupov ukázala, že žiaci pomerne úspešne zvládali praktickú realizáciu experimentov, manipuláciu s experimentálnou zostavou, meranie pomocou digitálneho osciloskopu a odčítanie nameraných údajov. Väčšie ťažkosti sa prejavili pri činnostiach vyžadujúcich vyššie kognitívne operácie, najmä pri formulovaní fyzikálne presných hypotéz, odvodzovaní vzťahov, matematickom spracovaní údajov a interpretácii výsledkov. Pri aktivite zameranej na elektromagnetickú indukciu správne formulovalo počiatočnú hypotézu 45 % žiakov a k dobrej zhode medzi nameranou a vypočítanou frekvenciou dospelo 55 % žiakov. Pri meraní kmitov ladičky pomocou laserového lúča všetky skupiny zaznamenali frekvenciu približne 440 Hz a 82 % žiakov správne

interpretovalo väčšinu sledovaných vlastností signálu. Pri ultrazvukovej levitácii žiaci porovnali teoretickú hodnotu polovice vlnovej dĺžky 4,29 mm s experimentálne získanými hodnotami od 3,5 mm do 4,3 mm. Samostatný návrh spôsobu experimentálneho overenia však vytvorila iba jedna skupina, čo poukazuje na vyššiu náročnosť otvorenejších bádateľských úloh.

Výsledky dotazníka ukázali prevažne pozitívne prijatie aktivít. Žiaci najvyššie hodnotili možnosť častejšie realizovať podobné aktivity vo vyučovaní, samostatne vykonávať experimenty a prepájať fyziku s praktickými situáciami. Pilotné overenie naznačuje, že navrhnutá experimentálna zostava a pracovné listy sú využiteľné pri bádateľsky orientovanom vyučovaní periodických dejov. Súčasne ukazuje, že samotné zvládnutie meracej techniky ešte neznamena zvládnutie celého bádateľského procesu. Formulovanie hypotéz, matematické spracovanie údajov a vytváranie záverov preto vyžadujú postupné rozvíjanie a primeranú metodickú podporu učiteľa. Vzhľadom na veľkosť a charakter výskumnej vzorky majú získané výsledky charakter prípadovej štúdie a nemožno ich zovšeobecňovať na širšiu populáciu žiakov.

Kľúčové slová: bádateľsky orientované vzdelávanie, experiment vo vyučovaní fyziky, digitálne technológie, periodické deje, vyššie sekundárne vzdelávanie

Detekcia dronov prostredníctvom ich fyzikálnych charakteristík

Kristián Hockicko, Peter Hockicko

Katedra bezpečnostného manažmentu, FBI UNIZA, Katedra fyziky, FEIT UNIZA

hockicko@uniza.sk

Abstrakt

Rozšírenie dronov počas rusko-ukrajinského konfliktu zásadne zmenilo priebeh vedenia ozbrojeného konfliktu. Drony sú v súčasnosti používané ako veľmi efektívny bojový nástroj hneď z niekoľkých dôvodov. Za najzásadnejší možno považovať ich cenu, ktorá sa rádovo pohybuje v stovkách eur. Zároveň obranné systémy nedokážu efektívne pôsobiť proti tejto hrozbe, čo výrazne zmenilo ekonomiku konfliktu. Tanky v hodnote niekoľkých miliónov eur sú proti nim prakticky bezbranné, technické riešenia, ktoré zvyšujú ich obranyschopnosť sú často improvizované a chýba sériové riešenie. Naopak systémy protivzdušnej obrany nedokážu drony efektívne identifikovať a munícia používaná na ich zneškodnenie taktiež rádovo presahuje cenu samotného prostriedku.

Taktiež je dôležité spomenúť aj jednoduchosť ovládania samotného prostriedku. Kým štandardné zbraňové systémy vyžadujú množstvo času na zaškolenie obsluhy, za účelom zdokonalenia ich schopností efektívne používať daný systém, vďaka pôvodu dronov na civilnom trhu a ich veľkej obľube v prípade použitia na voľnočasové aktivity, akákoľvek osoba sa dokáže relatívne rýchlo naučiť ako ich obsluhovať.

Drony však nepredstavujú hrozbu len z hľadiska ich vojenského použitia. Je priam otázkou času, kedy nájdú využitie aj pri útokoch na mäkké ciele – civilné objekty. Táto hrozba prichádza najmä zo strany rozličných teroristických organizácií. V súčasnosti existujú len veľmi limitované spôsoby ako možno podobné objekty chrániť proti týmto hrozbám.

Môžeme teda skonštatovať, že z hľadiska vojenského použitia, ale aj z hľadiska ochrany mäkkých cieľov absentujú efektívne prostriedky na obranu proti dronom. Na to, aby bolo možné tieto prostriedky efektívne zastaviť a zabezpečiť tak ochranu objektov záujmu je potrebné v prvom rade daný prostriedok efektívne detegovať a identifikovať.

Nakoľko v prípade dronov sa jedná o veľmi špecifický objekt, pri zaujatí čisto fyzikálno-technického pohľadu, samotná detekcia a identifikácia, za použitia vhodných prostriedkov, by na teoretickej rovine nemala byť náročná. Drony totiž disponujú špecifickými fyzikálnymi vlastnosťami, ktoré sa voľne v prírode nevyskytujú. V prvom rade sa jedná o tepelné, tzv. infračervené vyžarovanie. V druhom rade majú veľmi špecifickú akustickú stopu. Taktiež je dôležité spomenúť použité materiály, častokrát ľahké, pevné a pružné formy plastov. V neposlednom rade sa jedná o ich veľmi špecifickú trajektóriu letu, ktorá je v porovnaní s inými objektami, najmä živočíchmi, voľne sa vyskytujúcimi v prírode, veľmi lineárna. Žiadna z týchto fyzikálnych vlastností sa voľne v prírode nevyskytuje.

V rámci tohto príspevku chceme predstaviť špecifické fyzikálne vlastnosti dronov, ktoré môžu byť použité na ich efektívnu detekciu a identifikáciu, a ich prítomnosť je možné následne použiť pri tvorbe procesov a zariadení na ochranu objektov záujmu pred hrozbami, ktoré predstavujú.

Podakovanie: Tento príspevok vznikol ako súčasť riešenia projektov KEGA č. 006ŽU-4/2024 Rozvíjanie kľúčových kompetencií v STEAM vzdelávaní od primárneho až po terciárne na UNIZA a KEGA 003TU Z-4/2024 Rozvoj experimentálnych zručností v systéme vysokoškolského vzdelávania.

Porovnanie študijných výsledkov z Force Concept Inventory testu v troch kurzoch pre študentov prvého ročníka FEIT

Peter Hockicko, Gabriela Tarjányiová

Katedra fyziky, FEIT UNIZA

hockicko@uniza.sk, tarjanyiova@uniza.sk

Abstrakt

Článok prezentuje výsledky testovania vedomostí študentov prvého ročníka technických odborov v oblasti základov mechaniky, ktoré získali počas troch kurzov fyziky absolvovaných v priebehu prvého akademického roka. Na určenie úrovne koncepčného chápania študentov bol použitý štandardizovaný test Force Concept Inventory (FCI). Test FCI sa realizoval ako vstupný test (pre-test) na začiatku a ako výstupný test (post-test) na konci každého kurzu. Analyzované kurzy zahŕňajú predmety Fyzika, Úvod do fyziky a Mechanika. Cieľom štúdie bolo porovnať úroveň vedomostí študentov na začiatku a na konci výučby a preskúmať vývoj ich koncepčného chápania počas prvého roku štúdia. Na štatistické vyhodnotenie výsledkov bol použitý párový Studentov t-test. Výsledky ukazujú nárast úrovne vedomostí študentov po absolvovaní každého z uvedených kurzov. Najvýraznejšie zlepšenie sa prejavilo po absolvovaní kurzu Mechanika, ktorý zohráva dôležitú úlohu pri formovaní základných konceptov Newtonovskej mechaniky. Hoci sa úspešnosť študentov počas akademického roka postupne zvyšovala, značná časť z nich nedosiahla odporúčanú hranicu potrebnú na efektívne chápanie konceptov mechaniky. Zistenia potvrdzujú význam kurzov fyziky v prvom ročníku technického štúdia. Opakované využívanie testu FCI počas akademického roka poskytuje užitočné informácie o koncepčnom rozvoji študentov a môže slúžiť ako nástroj na monitorovanie efektívnosti výučby.

Párové t-testy odhalili významné rozdiely medzi skóre FCI pred a po testovaní, čo naznačuje, že pozorované zisky prekročili náhodnú variáciu. Veľkosť ziskov v učení sa medzi kurzami líšila. Úvod do fyziky a mechaniky preukázali stredné normalizované zisky ($g = 0,37$ a $g = 0,49$), čo je v súlade s efektívnymi výsledkami podľa Hakeho klasifikácie, s rozsiahlymi veľkosťami efektu (Cohenovo $d > 1$), čo potvrdzuje podstatný praktický vplyv. Naproti tomu kurz fyziky vykazoval nízky normalizovaný zisk ($g = 0,10$) napriek štatistickej významnosti, čo naznačuje, že zlepšenie predstavovalo malý zlomok maximálneho možného zisku. Tieto výsledky zdôrazňujú, že samotná štatistická významnosť nie je dostatočná na posúdenie efektívnosti výučby. Pearsonove korelačné koeficienty ($r = 0,447 - 0,770$, $p < 0,001$) naznačujú strednú až silnú stabilitu individuálneho výkonu medzi testami na začiatku a na konci. Zatiaľ čo študenti s vyššími počiatočnými výsledkami si vo všeobecnosti udržali relatívne postavenie, neúplné korelácie naznačujú, že spôsob výučby umožnil merateľné posuny vo výkonnosti v rámci kohorty. Z empirického hľadiska poskytujú prahové hodnoty FCI interpretačné kritériá: skóre približne 60 % predstavuje minimálnu úroveň požadovanú pre efektívne koncepčné pochopenie Newtonovej mechaniky, zatiaľ čo skóre nad 85 % zodpovedá tzv. master level. Študenti pod prahovou hodnotou 60 % si pravdepodobne zachovávajú pretrvávajúce mylné predstavy, čo potenciálne obmedzuje účinnosť štandardnej výučby. Tieto kritériá môžu usmerniť identifikáciu študentov, ktorí vyžadujú ciele intervencie.

Celkovo kombinácia t-testov, metrík veľkosti efektu, normalizovaných ziskov a korelačnej analýzy poskytuje komplexný kvantitatívny rámec pre hodnotenie výsledkov vzdelávania. Tento viacrozmerný prístup umožňuje jemnejšiu interpretáciu účinnosti kurzu a uľahčuje porovnávanie medzi rôznymi vzdelávacími prostrediami.

Podakovanie: Tento príspevok vznikol ako súčasť riešenia projektov KEGA č. 006ŽU-4/2024 Rozvíjanie kľúčových kompetencií v STEAM vzdelávaní od primárneho až po terciárne na UNIZA a KEGA 003TU Z-4/2024 Rozvoj experimentálnych zručností v systéme vysokoškolského vzdelávania.



Univerzitné stredisko UNIZA Zuberec

23. - 25. 9. 2026

Aktuálne problémy fyzikálneho vzdelávania a možnosti ich riešenia 2026

1. vydanie, 23 strán, 2026

Zborník abstraktov z konferencie

Aktuálne problémy fyzikálneho vzdelávania a možnosti ich riešenia 2026

23. - 25. 9. 2026, Univerzitné stredisko UNIZA Zuberec

Editor: Peter Hockicko

web: <https://feit.uniza.sk/>

e-mail: peter.hockicko@uniza.sk

Vydala: Žilinská univerzita v Žiline, 2026

Príspevky vo vydavateľstve neprešli redakčnou ani jazykovou úpravou.

ISBN 978-80-554-2308-1