PREMENA ENERGIE NA ZÁKLADE FOTOVOLTIKY POMOCOU INTEGROVANÉHO E-LEARNINGU

JINDROVÁ Terézia, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, SR

Resumé:

S pojmom energia sa stretávame nielen vo všetkých oblastiach fyziky, ale aj v iných prírodovedných a technických predmetoch, či v bežnom živote. Súčasne zohráva ústrednú rolu pri pochopení správania sa skúmaných systémov. Nachádzame ju v rôznych formách, pričom sa môže premieňať z jednej formy na druhú, resp. na užitočnú prácu. Je zrejme jedným z najdôležitejších integrálnych pojmov prírodných a technických vied. Správne pochopenie pojmu energia patrí medzi najväčšie výzvy didaktiky spomenutých predmetov. Jednou z foriem, ako prispieť k efektívnej výučbe tejto problematiky je využívať vo vyučovaní inovačné prístupy, ktoré majú nie len motivačný ale hlavne aktivizačný charakter. Príkladom takéhoto inovačného prístupu vo fyzike je integrovaný e-learning, ktorý prepája reálne, vzdialené reálne a virtuálne experimenty s konštrukciou fyzikálneho poznatku. Preto sa v našej práci chceme zamerať na jednu z oblastí tohto konceptu, a tou je premena energie. Konkrétne ide o fotovoltiku, kde na základe dopadu slnečného žiarenia na fotovoltický panel sa premieňa svetelná energia na využiteľnú elektrickú energiu. Vypracovali sme materiál pre učiteľov fyziky, kde sme koncept premeny energie rozanalyzovali s aplikáciou integrovaného e-learningu. Tým sme prispeli k podpore šírenia inovácie vo výučbe fyziky tak, aby žiacke poznanie bolo založené na ich aktívnej činnosti, pri ktorej si prirodzene konštruujú nové poznatky.

Kľúčová slova: Fotovoltika, premena energie, Integrovaný e-learning

CONVERSION OF ENERGY BASED ON PHOTOVOLTAICS WITH INTEGRATED E-LEARNING

Abstract:

We meet energy in all areas of physics, but also in other natural and technical subjects, or in ordinary life. It plays a central role in understanding the behavior of systems which are researching. We find it in various forms, and can be converted from one form to another (useful work). It is obviously one of the most important integral concepts of natural and technical sciences. One of the greatest challenges of didactics of these subjects is correctly understanding the concept energy. Innovative approaches are one of the forms which contribute to the effective teaching. They have motivational and activating character. Integrate e-learning is an example innovative approach to physics that connect real experiment with virtual experiment with the construction of physics knowledge. We focus on one of the areas of this concept and that is the transformation of energy – photovoltaics. Lights energy is converted to usable electricity energy by landing sun rays to the photovoltaic panel. We prepared a material for physics teachers where we analyzed the concept of energy conversion with the application of integrated e-learning. We contributed to the dissemination of innovation in physics teaching by active activity for students. It enable naturally construct new knowledge.

Key words: Photovoltaic, transformation of energy, Integrate e-learning

Úvod

Zaoberanie sa fotovoltikou na hodinách fyziky nie je medzi vyučovacími osnovami ústrednou témou. Napriek tomu ide o zaujímavú a do určitej miery súčasnú tému, ktorej by sa mala venovať pozornosť. Fahrenbruch a Bube uvádzajú, že má veľký potenciál pre splnenie požiadaviek v budúcom smerovaní a vývoji energetiky. Ako z ekonomického tak i z environmentálneho hľadiska (šetrné k životnému prostrediu). Nahliadnutie do histórie vývoja využiteľnosti zdrojov energie nám umožní urobiť si predstavu, čo viedlo k presadeniu fotovoltiky v súčasnom modernom svete. Ľudia približne pred sto rokmi používali ako hlavný zdroj energie ťažbu dreva a uhlia. Priemyselným vývojom sa prešlo v období prvej svetovej vojny k ťažbe ropy, ktorá sa na Slovensku v období Rakúsko-Uhorska začala prvýkrát ťažiť 13.1.1914 v oblasti záhorskej nížiny. Oveľa neskôr v roku 1950 sa začal ťažiť zemný plyn. Všetky tieto zdroje energie majú jednu spoločnú vlastnosť a tou je, že sú vyčerpatel'né. Čiže sa oveľa rýchlejšie v enormných množstvách m'ňajú v porovnaní s procesom ich vzniku. Tento problém viedol k tomu, že sa začali hľadať alternatívne prístupy zdrojov energie, ktoré budú dostupné neustále (budú nevyčerpatel'né, resp. obnovitel'né). Tento fakt viedol technickú spoločnosť k uplatneniu aplikácie technológií, ktoré by využívali energiu zo Slnka. Je to jeden z nevyčerpatel'ných zdrojov tepla a svetla na Zemi. Prvým podnetom, resp. východiskom ktorý viedol k vzniku technického odboru fotovoltiky, ktorá rieši proces priamej premeny svetla na elektrickú energiu vo fotovoltickom článku bolo, že sa začali m'ňat tradičné zdroje energie. Ďalším podstatným prvkom, ktorý mal vplyv na vznik nového odboru, bol objav niekoľkých významných fyzikov. K nim patril aj Alexander Edmond Becquerel objavením fotoelektrického javu. V roku 1839 spozoroval, že v závislosti od intenzity osvetlenia sa mení prúd medzi dvoma kovovými elektródami ponorenými do roztoku elektrolytu. Fotovoltický jav bol zaznamenaný až o štyri desaťročia neskôr (1877) Wiliamom Gryllsom Adamsom a Richardom Evansom Dayom. Spozorovali, že medzi PN prechodom selénu a platiny sa indukovalo napätie s prúdom len pôsobením svetla na článok. Do roku 1940 bola zaznamenaná maximálna účinnosť PN prechodu na seléne a kremíku o veľkosti 1 %. Prelomovým zlomom v pokroku maximálnej účinnosti článkov sa zaznamenáva od roku 1954, kedy dosahovali silikónové kryštalické články účinnosť o veľkosti 6 %. Svoje uplatnenie v praxi fotovoltické články našli po prvýkrát roku 1958 v kozmickom odvetí. A to najmä ako zdroj energie v kozmických družiciach, satelitoch na obežnej dráhe, vesmírnych sondách. Uplatnenie neskôr našli aj v kalkulačkách, rádiotelefonoch, vodných čerpadlách. V súčasnosti sú fotovoltické články dostupné pre každého, bývajú súčasťou vybavenia turistických vakov, pomocou ktorých si môžu užívatelia nabíjať batériu mobilných telefónov. Existuje veľa alternatívnych spôsobov zdrojov energie, avšak ani jeden z nich nespĺňa požiadavky zo sociálneho a ekonomického hľadiska (Fahrenbruch, Bube, 2012). Význam fotovoltiky pre súčasnosť spočíva v benefitoch, ktoré so sebou prináša. Vychádza z faktu, že podmienkou fotovoltiky je prítomnosť slnečného žiarenia pochádzajúceho z našej najbližšej hviezdy a tou je Slnko, ktoré by malo byť dostupné približne ešte 5 miliárd rokov. A je dostupné zadarmo. Spôsob premeny energie prebieha nehlučným spôsobom, bez znečistenia životného prostredia, bez vyžadovania si obsluhy. Životnosť fotovoltických článkov je minimálne 20 rokov, a nemenia svoje vlastnosti s časom, takže nie je ani finančne náročne zvládateľná. Na Slovensku sa prvýkrát objavilo uplatnenie fotovoltických panelov ako fotovoltickej elektrárne jadrovej elektrárni v Mochovciach a vo Vojanoch v areáli tepelnej elektrárni.

1 Metódy

Pri spracovaní námetu fotovoltiky a jej uplatnenia vo vyučovaní sme vychádzali z obsahovej analýzy a dedukcie vzdialeného experimentu (pozri časť 3.1), ktorý je vypracovaný a používaný pri vyučovaní na vysokých školách. Naším zámerom bolo roznalyzovať experiment na takú úroveň, aby bol použitel'ný aj pre študentov na sekundárnom vzdelávaní tak, aby bol v súlade s požiadavkami

ISCED 2. Ďalej navrhujeme postup, ako realizovať reálny experiment na hodine, kde je snaha o prepájanie poznatkov z oblasti elektriny (sériové a paralelné zapojenie) a tým vedieme žiakov k syntéze a prepájaniu poznatkov. Fotovoltiku sprostredkovávame uplatnením didaktickej metódy integrovaný e-learning (pozri časť 3), ktorá je prepojená s projektovou metódou.

2 Premena energie

V tejto časti približujeme učiteľom základné teoretické poznatky týkajúce sa princípu fotovoltiky, kde chceme zjednodušiť ich orientovanie sa v danej problematike.

Ak chceme jav fotovoltiky spozorovať, musia byť splnené určité podmienky: prítomnosť svetelného žiarenia, fotovoltický polovodičový článok a spotrebič, ktorý premenenú slnečnú energiu na elektrickú rovno využije na vykonanie práce alebo smeruje do elektrickej siete. Pozri Obrázok 1. Pre lepšiu predstavu a pochopenie tohto deja sa musíme pozrieť na začiatok, kde celý tento proces premeny energie začína. Keďže jednou z podmienok je prítomnosť svetelného žiarenia, a prirodzeným takýmto zdrojom na Zemi je Slnko, pokúsime sa vysvetliť vhodným spôsobom pre žiakov, ako vzniká slnečné žiarenie dopadajúce na zemský povrch.

Obrázok 1 – Druhy energie z hľadiska typu premien (zdroj: <http://24greenergy.eu/sk/>)

Celková energia Slnka vzniká v jeho jadre, kde prebiehajú termojadrové reakcie. Je to proces zlučovania jadier vodíka pri veľmi vysokej teplote a tlaku, ktoré prekonávajú pôsobenie elektrostatických síl, pričom sa uvoľňuje enormné množstvo energie. Tomuto procesu odborné hovoríme proces jadrovej fúzie. Konkrétnejšie ide o protón protónový cyklus (jadrový cyklus Slnka) pozostávajúci z troch zrážok, kde sa spájajú štyri jadrá protónu vodíka do jedného jadra hélia za uvoľnenia energie vo forme žiarenia. Pozri Obrázok 2. Kým spozorujeme toto žiarenie v podobe viditeľného svetla, trvá to až stotisíc až milióny rokov, kým sa dostane cez vnútro Slnka na jeho povrch. Obrázok 2 popisuje celý protón protónový cyklus v jadre Slnka. Pri prvej zrážke dvoch protónov jadra vodíka vzniká nestabilné jadro vodíka tzv. deutériové jadro. Pri druhej zrážke sa nestabilné deutérium vodíka spojí s jedno-protónovým jadrom ďalšieho vodíka pričom vzniká nový prvok hélium s nukleonovým číslom tri. Pri tretej zrážke sa hélium zrazí s ďalším jadrom hélia a vznikajú dva vodíky a hélium s nukleonovým číslom štyri. Cyklus sa opäť zopakuje.

Obrázok 2 – Protón protónový cyklu (zdroj: <http://hvezdy.astro.cz/zareni/824-proton-protonovy-cyklus-i>)

Takýmto spôsobom uvoľnené žiarenie v podobe viditeľného svetla prechádza cez atmosféru Zeme a dopadá až na jej povrch. Ak umiestnime fotovoltaický panel (PV panel) pozri Obrázok 3 tak, aby bol zabezpečený kontakt s dopadajúcim svetlom, nastáva vo vnútri tzv. fotoelektrický jav, pri ktorom sa začnú uvoľňovať elektróny. Fotovoltaický panel pozostáva z viacerých menších fotovoltaických článkov, ktoré majú funkciu polovodičovej diódy. Súčiastky ako tranzistor, mikroprocesory a diódy majú spolu s fotovoltaickými článkami rovnakú základnú vlastnosť, a tou je schopnosť usmerňovať elektrický prúd v obvode vďaka tzv. PN prechodu. Konkrétne pri fotovoltaickom článku, ktorý pozostáva z kremíku a inej prímiesy, pod PN prechodom rozumieme priestor medzi nábojmi umiestnenými v tenkej kremíkovej doštičke o prímiesy bóru alebo iného trojmocného prvku s vodivosťou typu P (pozitívne) a nábojmi umiestnenými v tenkej vrstve polovodiča kremíku s prímiesou fosforu alebo iného štvormocného prvku typu N (negatívne). Vodivosť typu N spôsobujú voľné elektróny a vodivosť typu P spôsobujú tzv. diery. Diery sú miesta, ktoré vznikli v mieste chýbajúceho elektrónu. Diera môže byť zaplnená elektrónom z inej väzby a tak sa v kryštalickej štruktúre presunie diera na iné miesto. Na prechode P-N sa osvetlením vytvorí napätie a svetelná energia sa mení na elektrickú. Ak pripojíme pomocou vodičov k článku spotrebič, začne obvodom prechádzať elektrický prúd na základe vyrovnávania kladných a záporných nábojov. Články môžu byť zapojené sériovo alebo paralelne. Typ zapojenia ovplyvní buď veľkosť napätia alebo prúdu indikovaného v obvode.

Obrázok 3 – Fotovoltaický panel (zdroj: <http://www.revolt-solar.com/fotovoltika-vseobecne.php>)

3 Integrovaný e-learning a fotovoltika

Integrovaný e-learning vychádza z prepojenia reálneho experimentu s jednoduchými pomôckami a vzdialeného experimentu (reálneho a appletu). V tomto článku sa budeme ďalej zaoberať jeho aplikácií v oblasti fotovoltiky pre sekundárne vzdelávanie.

Navrhujeme využiteľnosť reálneho jednoduchého pokusu pri vyučovaní bádateľským spôsobom. Ide o taký spôsob konštruovania poznatkov, pri ktorom vedieme žiaka k tomu, aby sám určil predpoklad ako bude daný jav prebiehať resp. k akej zmene nastane a čo bude pozorovať pri zmene podmienok. Ide o stanovenie hypotéz a predpokladov. Tie následne overí jednoduchou realizáciou a prevedením pokusu. Z pozorovania vyvodí závery, pomocou ktorých získa nové poznatky a opraví si chybné domienky.

Pomôcky: 4,5 V fotovoltický článok, vodiče, spotrebič, multimeter, tienidlo

Predpoklady:

1. Rozsvieti sa žiarovka po pripojení 1 článku v prostredí priameho slnečného svetla? Koľko voltov by mal mať článok, aby sa rozsvietila klasická žiarovka? Over svoj predpoklad vykonaním pokusu vid'. Postup 1.
2. Bude žiarovka jasnejšie svietiť pri dopade umelého zdroja svetla v porovnaní s klasickým denným svetlom? Zdôvodni svoj predpoklad a over pokusom. Zastri miestnosť a použi stolovú lampu ako zdroj svetla.
3. Budeme pozorovať nejaké zmeny, ak zastrieme časť panela tienidlom? Over svoj predpoklad tak, že odmeriaš veľkosť prúdu pred a po zatienení.
4. Kedy nameriame väčší elektrický prúd? Pri sériovom alebo paralelnom zapojení panelov? Svoje tvrdenie zdôvodni. (Vychádzaj z poznatkov o sériovom a paralelnom zapojení rezistorov). Over realizáciou vid'. Postup 2 a 3.
5. Čo treba spraviť, aby sme mohli zväčšiť napätie v obvode? Pri ktorom zapojení (sériovom alebo paralelnom) odmeriame väčšie napätie multimetrom?

Postup:

1. Vytvorte jednoduchý elektrický obvod pozostávajúci z 1 fotovoltického článku, vodičov a žiarovky.
2. Vytvorte elektrický obvod, ktorý bude pozostávať z dvoch sériovo zapojených fotovoltických článkov, vodičov a žiarovky.
3. Vytvorte elektrický obvod, ktorý bude pozostávať z dvoch paralelne zapojených fotovoltických článkov, vodičov a žiarovky.

Reálnym pokusom s jednoduchými pomôckami by mali žiaci overiť skutočnosť, že platí premena slnečnej energie na elektrickú energiu. Táto premena je overiteľná tak, že žiarovka sa rozsvieti pri dopade svetla zo zdroja. Ak zatienia fotovoltický článok tienidlom, odmerajú menší prúd. Je to z toho dôvodu, že dopadne menej slnečného žiarenia na plochu článku, a tým bude menej energie premenenej na elektrickú. Zaujímavým oživením pokusu by bolo skúmať spektrálnu charakteristiku slnečného svetla na kvalitatívnej úrovni, ak použijeme tienenie prostredníctvom farebných fólií.

4 Prepojenie reality s počítačovým svetom – vzdialený experiment a interaktívna mapa

Reálny vzdialený experiment by mal dopĺňať poznatky, ktoré sa nedajú zrealizovať experimentálne v klasických podmienkach školy. Ak škola nie je vybavená vlastným programom s prostredím coach, vernier a pod. sú vzdialené experimenty vhodnou alternatívou experimentovania, pri ktorom potrebujeme pracovať so získanými reálnymi dátami. Vzdialený experiment (pozri Obrázok 4.) je voľne dostupný na adrese: <http://alioslab.stef.teiath.gr/>, kde autormi sú Petros J. Axaopoulos a Emamanouil D. Fylladitakis. Vzdialený experiment vznikol v rámci projektu Alios Remote Lab,

ktorý poskytuje reálne dáta, pomocou ktorých žiaci môžu zistiť maximálnu účinnosť panelu nimi zvolenom čase. Tiež si môžu vybrať meranie pri paralelnom alebo sériovom zapojení (pozri Obrázok 5). Ak experiment nejde spustiť, dajú sa stiahnuť reálne namerané dáta predchádzajúcich užívateľov a ďalej analyzovať a spracovávať.

Obrázok 4 – Vzdialený experiment The Alios Remote Lab

Obrázok 5 – Schéma rozloženie fotovoltických panelov a možnosť výberu zapojenia

Návrh otázok a úloh adresovaných pre žiaka, ktoré ho majú naviesť k získaniu nových poznatkov:

1. Aký priebeh podľa teba bude mať krivka pri spustení experimentu?
2. Bude pozorovateľný rozdiel v priebehu grafu, ak by sme v rovnakej hodine toho istého dňa merali aj čiastočne zastretý solárny panel?

Svoj predpoklad over tak, že uskutočníš dve merania, v prvom prípade bez zatienenia a v druhom s čiastočným zatienením. Z oboch meraní exportuj dáta a vytvor z nich jeden graf. Čo môžeš z pozorovaného merania vyvodiť? Vplýva tienenie (zastretie) panelu na veľkosť elektrického prúdu v obvode?

Graf 1 V-A charakteristiky pri sériovom zapojení jedného fotovoltického panelu (PV) pri úplnom osvetlení a čiastočnom zatienení.

Graf 1 – V-A charakteristiky 1 PV panelu pri osvetlení (Rady2) a zatienení (Rady1)

3. Aký bude mať vplyv na priebeh merania rozdiel v sériovom a paralelnom zapojení panelov? Bude bod extrému v oboch prípadoch rovnaký? Svoje tvrdenie over opäť meraním. V experimente zvol' sériové a paralelné zapojenie. Dáta vynes do grafu. Nájdi extrém v oboch prípadoch a vyvod' záver.

Graf 2 – V-A charakteristiky pre 4 sériovo zapojené PV panely pri úplnom ožiarení (rada2) a pri zatienení (rada 1)

4. Urči maximálny výkon solárneho panelu z meraní z maximálneho napätia a prúdu.
 5. Pozri si v archíve dát pre ten istý rok iný mesiac. Porovnaj dáta s tvojimi aktuálnymi nameranými. V čom je rozdiel?

Vzdialený experiment žiakov učí spracovávať, porovnávať a analyzovať reálne dáta. Žiak vie vytvoriť graf, určiť extrémy v grafe (maximálny prúd a maximálne napätie), vie vypočítať maximálny výkon fotovoltického panelu.

Vyučovací proces môže byť obohatený aj o využitie tzv. interaktívnej mapy Photovoltaic Geographical information system (PVGIS). Webová stránka PVGIS ponúka informácie o slnečnom žiarení a výkonnosti rôznych druhov PhotoVoltaic systémov na svete. Dostupnosť tejto stránky je na

adrese http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_static/en/intro.html#! (European Commission, Joint Research Centre, Energy Efficiency and Renewables Unit). Ide o zmapovanie solárnych panelov po celom svete, kde na základe online prostredia sa ktorýkoľvek užívateľ môže dostať k dátam nameraným na ktoromkoľvek mieste počas ním zvoleného intervalu časového obdobia (2007 – 2016). Môže zvoliť priemerné mesačné alebo denné údaje o PV žiarení a teplote. A ďalej zo získanými dátami pracovať. Ďalšie z možností je zvoliť si systém napojený na rovnakú elektrickú sieť alebo panely, ktoré sú napojené osobitne na vlastný jeden zdroj (batériu). Pozri Obrázok 6.

Obrázok 6 – PVGIS Mapa zobrazujúca roziestnene PV panelov na Zemi

Interaktívnu mapu je možné využiť pri vyučovaní na úrovni sekundárneho vzdelania, konkrétne pre 9. ročník základných slovenských škôl, kde sa preberá učivo o premenách energie v rámci tematického celku elektrické a magnetické pole. Na stredných školách je ju možné začleniť do problematiky elektrární, resp. pod tému obnoviteľné zdroje energie – slnečná energia.

Cieľom vyučovacej hodiny je naučiť žiakov spracovávať informácie v podobe dát, vedieť zhotoviť na základe nich graf, výsledky porovnať a vyvodiť závery. Konkrétne vedieť určiť priemernú účinnosť PV panelov za zvolené časové obdobie. Vedieť určiť, ktorá oblasť vyprodukuje najviac energie za určité obdobie podľa množstva slnečných dní a klímy danej krajiny.

Podľa bádateľského spôsobu vedíme žiakov, aby získali poznatky PV systémov. Uvádzame postup, ako učiteľ môže viesť hodinu:

- Oboznámi žiakov s online prostredím pred hodinou, na ktorej budú s interaktívnou mapou pracovať, aby sa s ňou oboznámili už doma. Je to v rámci šetrenia času, pretože na celej hodine by sa nestihlo všetko prebrať.
- Kliknúť na PV Estimation. Zvoliť si krajinu, Slovensko, konkrétne hlavné mesto – Bratislavu. Zvoľte na stránke v možnostiach slope 35°, azimut 0°.
- 1. V ktorom mesiaci bude podľa vás najviac a najmenej získanej slnečnej energie, prečo? Zo získaného grafu určte, v ktorom mesiaci je vyprodukovaná najviac slnečnej energie a v ktorom najmenej.
- Nasledovne kliknite na *monthly data*, kde sa vám zobrazí *monthly irradiation data*, čo znamená mesačné vyžarovanie.
- 2. Určte svoj predpoklad, v ktorom mesiaci dopadne na solárny panel najviac a najmenej slnečného žiarenia?
- 3. Kliknite na položku *daily data*. Zvoľte *irradiance*, zvoľte si mesiac (júl), a *visual result*. Získate opäť vykreslený graf. Určte čas – konkrétnu hodinu, kedy bolo najväčšie množstvo ožiarenia. Vysvetlite, prečo práve o tomto čase bolo nameraná najväčšia hodnota.
- 4. Zvoľte si ktorýkoľvek štát Európy a zvoľte si hlavné mesto. Napr. Taliansko – Rím. Opäť spravte odčítanie z grafov ako sme uviedli pri Bratislave. Porovnajte údaje. Zvoľte si ešte ďalších 5 štátov a postupujte obdobne. Odporúčame učiteľovi aby žiakov rozdelil do skupín po troch a každej skupine určí konkrétne mesto.

5. Uveďte váš predpoklad, ktorý zo zvolených štátov bude najviac produkovať slnečnej energie, ktorý najmenej. Ktorý z nich bude mať o koľkej hodine najviac slnečného žiarenia a ktorý najmenej?
6. Maximálne namerané údaje vložte do tabuľky pomocou Excelu. Vytvorte graf, ktorý bude znázorňovať maximálne namerané hodnoty počas mesiacov, ďalší graf počas dňa a tretí odzrkadľujúci maximálne ožiarenie počas konkrétnej hodiny.
7. Vyhodnoťte grafy a overte tak pomocou nich vaše predpoklady.

Pre učiteľov odporúčame na vyučovacej hodine zrealizovať pokus jednoduchými pomôckami a nasledovne im predstaviť a oboznámiť ich so vzdialeným experimentom a s interaktívnou mapou do takej miery, aby boli schopní s nimi pracovať samostatne doma v rámci projektového vyučovania.

Záver:

Jednoduchý reálny experiment, ktorý sme rozpracovali ponúka žiakom poznatky na kvalitatívnej úrovni. Ak chceme žiaka viesť k tomu, aby sa naučil pracovať aj s reálnymi dátami a tie následne spracovať a vyhodnotiť, je vhodné zaraďovať pri vyučovaní zadania a úlohy, ktoré prácu s dátami plne využívajú. Takúto požiadavku spĺňa vzdialený experiment. Avšak v reálnych podmienkach školy je z časového hľadiska veľmi náročné zrealizovať merania a následne ich spracovať. Preto vhodnou metódou ako uplatniť takéto úlohy a zadania je zadať žiakom vypracovanie projektu, ktorého zadanie vychádza z navrhnutého námetu vzdialeného experimentu a interaktívnej mapy. Integrovaný e-learning spolu s projektovým vyučovaním prispievajú k využívaniu IKT prostriedkov pri práci, čím žiaci získavajú zručnosti a spôsobilosti v oblasti kľúčových kompetencií (pozri prehľad odkazov v literatúre). Zvolené metódy majú za úlohu v žiakovi vzbudiť záujem o danú problematiku premeny slnečnej energie na elektrickú. Taktiež ich vedie k uvedomeniu si potreby využívania obnoviteľných zdrojov energie a formuje u nich citlivosť k pozitívnemu postoju a ochrane životného prostredia. Zaujímavým prínosom fotovoltiky v školskej fyzike je jej uplatnenie nie len v rámci fyziky ale je vhodnou témou pri vyučovaní techniky. Môžeme v nej postrádať medzipredmetový vzťah s chémiou, biológiou (environmentalistikou) ako aj informatikou a matematikou pri spracovávaní dát.

V našej práci sme sa zamerali na poskytnutie námetu vyučovacej hodiny, ktorej téma sa dotýka problematiky premeny energie. Konkrétne ide o taký návrh, v ktorom sa pojednáva o fotovoltike - premene slnečnej energie na elektrickú energiu prostredníctvom integrovaného e-learningu. Vzdialený experiment ako aj interaktívna mapa žiakov učí spracovávať, porovnávať a analyzovať reálne dáta. Žiak vie vytvoriť graf, určiť extrémny v grafe (maximálny prúd a maximálne napätie), vie vypočítať maximálny výkon fotovoltického panelu. Vhodné je prácu s uvedenými vzdialenými experimentmi zadať žiakom v rámci dlhodobšieho projektového vyučovania. Experimentovanie je neoddeliteľnou súčasťou vyučovania fyziky. Avšak na zvýšenie efektivity a aktivizácie žiaka pri konštruovaní nových fyzikálnych poznatkov z oblasti premeny energie je vhodné využívať aj nové inovatívne metódy vo vyučovacom procese akou je aj integrovaný e-learning.

PodĎakovanie:

Príspevok vznikol vďaka Univerzitnému grantu UGA VII/9/2018. PodĎakovanie patrí aj môjmu školiteľovi doc. RNDr. Peter Čerňanskému, PhD. za cenné rady.

Literatúra:

Fahrenbruch A., Bube R. (2012). Fundamentals Of Solar Cells: Photovoltaic Solar Energy Conversion. 580 s.

Gerháťová Ž., Ožvoldová M. (2013). Energia v prírode, technike a spoločnosti. *Acta Fac. Paed. Univ. Tyrnaviensis*. Trnava. Ser. C, 2013, 17, 1-90.

Gerháťová Ž., Tkáč L. (2015). Premena solárnej energie na elektrickú prostredníctvom vzdialeného experimentu. *Acta Facultatis. Trnava. Paedagogicae Universitatis Tyrnaviensis*. 18, 36 – 47.

Kostelníková M., Ožvoldová M. (2012). Teachers' attitudes towards remote experimentation. *Journal of Technology and Information Education. Časopis pre technickú a informačnú výchovu*. 4(2).

Petros J. Axaopoulos, Emmanouil D. Fylladitaki. (2014). Photovoltaic engineering e-learning applications developed for remote laboratory experimentation systems. *International Journal of Energy and Environmental Engineering*

Wieman C. and Perkins K. (2005): Transforming Physics Education, *Physics Today*. 58, 26-41.

Prehľad odkazov:

Vzdialený experiment: <http://alioslab.stef.teiath.gr/>

Interaktívna mapa: http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_static/en/intro.html#!

klúčové kompetencie: <https://www.minedu.sk/data/att/2318.pdf>

Internetové zdroje obrázkov:

Obr. č. 1: Greenergy (2018), dostupné dňa 23.4.2018 na <http://24greenergy.eu/sk/>

Obr. č. 2: Hvezdy.astro (2018), dostupné dňa 23.4.2018 na <http://hvezdy.astro.cz/zareni/824-proton-protonovy-cyklus-i>

Obr. č. 3: Revolt-solar (2018), dostupné dňa 23.4.2018 na <http://www.revolt-solar.com/fotovoltika-vseobecne.php>

Kontaktní adresa:

Mgr. Terézia Jindrová

Katedra fyziky, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre

Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra, Slovenská republika, e-mail: terezia.jindrova@ufk.sk