GRANT journal
ISSN 1805-062X, 1805-0638 (online), ETTN 072-11-00002-09-4

EUROPEAN GRANT PROJECTS | RESULTS | RESEARCH & DEVELOPMENT | SCIENCE

Využitie energie atómového jadra – projekt

Žaneta Gerhátová[1]

[1] Trnavská univerzita v Trnave, Pedagogická fakulta, Katedra fyziky, Priemyselná 4 918 43 Trnava; email: zaneta.gerhatova@truni.sk

Grant: KEGA č. projektu 020TTU-4/2013
Název grantu: Príprava akreditovaného personalizovaného IKT vzdelávacieho pracoviska učiteľov prírodných vied.
Oborové zaměření: AM - Pedagogika a školství

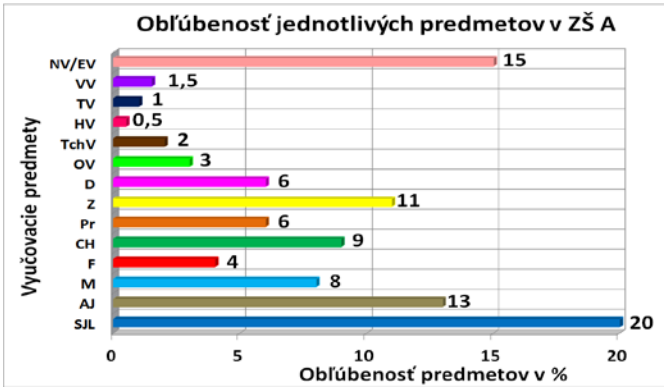
© GRANT Journal, MAGNANIMITAS Assn.

Abstrakt Využitie energie atómového jadra znamená využitie rádionuklidov a jadrového žiarenia v rôznych oblastiach vedy a techniky, čo je v súčasnosti často diskutovanou témou na rôznych úrovniach. Je preto potrebné, aby sa tejto téme venovala pozornosť už v školskej praxi. Príspevok prezentuje zadanie projektu „Premena energie štiepením jadier uránu“ prostredníctvom projektového vyučovania s využitím integrovaného e-learningu (INTe-L) pre vyučovací predmet fyzika. INTe-L je interaktívna stratégia vyučovania a učenia sa založená na pozorovaní javov reálneho sveta s využitím: reálneho a reálneho vzdialeného e-experimentu, e-simulácií, vychádzajúcich zo základných princípov fyzikálnych zákonov a e-učebníc, resp. študijných e-materiálov a návodov, poskytujúcich informácie a teoretický základ pre porozumenie a kvantifikáciu sledovaného javu. Projektové vyučovanie s využitím stratégie INTe-L v najvyššej miere využíva najnovšie informačno-komunikačné technológie.

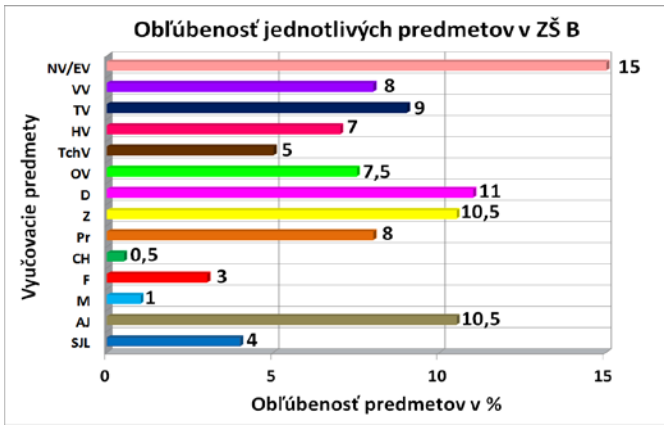
Kľúčové slová Integrovaný e-learning, jadrová energia, fyzika, projekt, projektové vyučovanie.

1. ÚVOD

Pri skúmaní vzťahov žiakov dvoch základných škôl (ZŠ) (v Nitrianskom kraji - ZŠ A - 73 žiakov (obr. 1) a v Trnavskom kraji ZŠ B - 82 žiakov (obr. 2)) k jednotlivým vyučovacím predmetom, prostredníctvom dotazníka, výsledky ukázali, že fyzika u týchto respondentov nepatrí medzi obľúbené vyučovacie predmety (Gerhátová, Ž., 2010).



Obr. 1 Obľúbenosť jednotlivých predmetov v ZŠ A v percentách

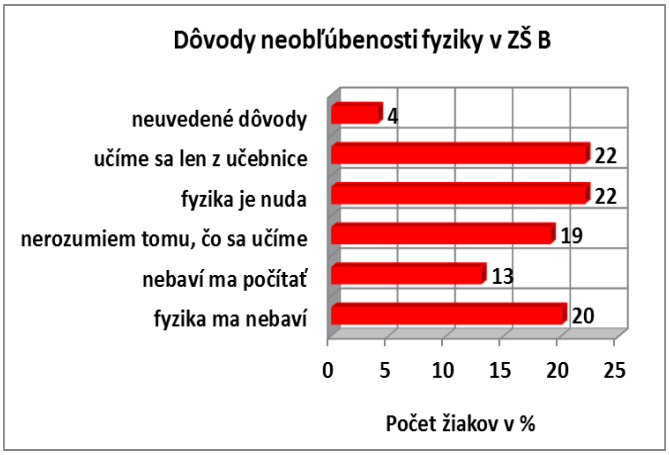


Obr. 2 Obľúbenosť jednotlivých predmetov v ZŠ B v percentách

(Vysvetlivky k obr. 1 a 2: SJL - slovenský jazyk a literatúra; AJ - anglický jazyk; M – matematika; F – fyzika; CH – chémia; Pr – prírodopis; Z – zemepis; D – dejepis; OV – občianska výchova; TchV – technická výchova; HV – hudobná výchova; TV – telesná výchova; VV – výtvarná výchova; NV – náboženská výchova; EV – etická výchova.)

Dôvody neobľúbenosti fyziky v ZŠ A znázorňuje obr. 3 a v ZŠ B obr. 4. Z výsledkov dotazníka vyplýva, že žiakom sa fyzika zdá byť nudná, bez prepojenia s vonkajším svetom, nebaví ich, často sa učia len z učebnice a tomu, čo sa učia, v mnohých prípadoch ani nerozumejú.

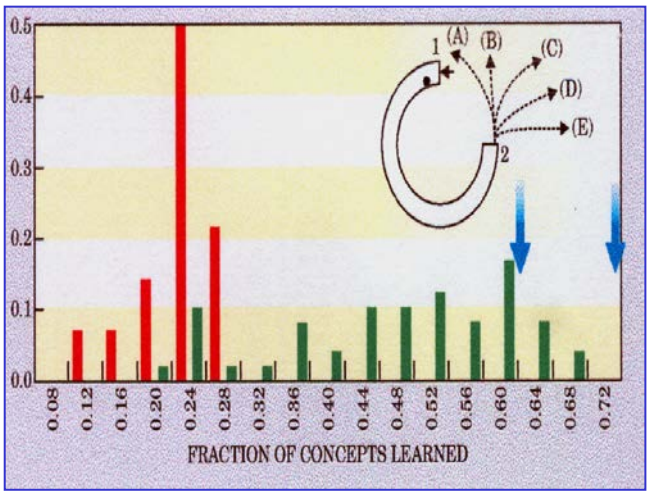
Obr. 3 Dôvody neobľúbenosti fyziky v ZŠ A v percentách



Obr. 4 Dôvody neobľúbenosti fyziky v ZŠ B vpercentách

Podľa L. Mojžíška (1982) žiaci na našich školách konajú „činy“, ktoré nie sú motivované, nepoznajú perspektívu svojho jednania, neuvažujú o postupoch, metódach – to všetko za nich robí učiteľ. So súčasným stavom výchovy a vzdelávania na Slovensku nie sme spokojní. Nespokojnosť pramení predovšetkým z porovnávania organizácie, obsahu, spôsobov vzdelávania a úrovne vzdelania u nás a v zahraničí (Janovič, J., 2002). V snahe zmeniť nelichotivú situáciu na slovenských školách boli ešte na začiatku milénia vypracované a predložené na diskusiu projekty (koncepcie) rozvoja výchovy a vzdelávania. Projekt Milénium sa stal východiskom na vypracovanie „Koncepcie rozvoja výchovy a vzdelávania v SR“ a „Návrhu národného programu výchovy a vzdelávania v SR“. Tieto dokumenty určujú smer a stratégiu výchovy a vzdelávania na Slovensku na najbližších 15 - 20 rokov (tamtiež, 2002). Od šk. roka 2008/09 sa na Slovensku začala realizovať reforma školstva na základe Zákona č. 245/2008 Z. z. o výchove a vzdelávaní (školský zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov. Nanovo sa definovala sústava škôl na Slovensku, systém vzdelávania bol prispôsobený medzinárodným štandardom ISCED (The International Standard Classification of Education) a zaviedol sa dvojúrovňový model vzdelávania, ktorý prináša školám väčšie možnosti profilovať sa na základe potrieb regiónu a svojich možností (MŠ SR – Zákony, dostupné na: http://www.minedu.sk/12272-sk/zakony/, citované dňa 21. 6. 2015). Hlavným cieľom reformy je premeniť tradičné encyklopedicko-memorovacie a direktívno-neživotné školstvo na tvorivo-humánnu výchovu a vzdelávanie a poznatkovo-hodnotné školstvo, kde je dôraz kladený na aktivitu a slobodu osobnosti, jej silu vytvoriť svoj progresívny, tvorivý spôsob bytia pre život v novom tisícročí (Janovič, J., 2002). Pri tradičnom vyučovaní, sústredenom na učiteľa, sú žiakom a študentom verbálne vysvetľované princípy, pojmy a metódy a očakáva sa, že si oni budú poznatky získané takýmto spôsobom pamätať a používať ich. Výsledky FCI testov (Force Concept Inventory – z angl. povinná zásoba pojmov), ktoré pripravili odborníci v oblasti prírodovedného vzdelávania, ale ukázali, že študenti vyučovaní tradičným spôsobom (obr. 5 – červená farba) priemerne zvládnu menej ako 30 % neznámych pojmov. Naproti tomu výsledky študentov, ktorí boli vyučovaní pomocou výskumnej metódy, založenej na metódach skúmania vo vedných odboroch (obr. 5 - zelená farba), vykazujú dramatický vzostup v uchovávaní informácií, dvojnásobné skóre v FCI testoch i iných pojmových testoch a eliminácia negatívnych zmien v postojoch voči predmetu.

Ďalším nedostatkom tradičného vyučovania je transmisívnosť - skutočnosť, že učitelia predkladajú žiakom hotové informácie. Je potrebné viesť ich k povedomiu, že učiteľ a učebnica nie sú jedinými zdrojmi informácií. Aj z tohto dôvodu je treba organizovať vyučovanie tak, aby žiakom umožnilo nadobudnúť vedomosti na základe vlastnej aktivity. Aktívnu úlohu žiaka v tvorbe vedomostí, dôležitosť skúseností (individuálnej i spoločenskej) pri tvorbe vedomostí a realizácie, ktorá prispôsobuje tvorbu vedomostí podľa stupňa validity ako prijateľnej reprezentácie reality, uznáva konštruktivizmus (Doolittle, P., E., 1999). Konštruktivizmus je teória vzdelávania, ktorá má korene vo filozofii i psychológii (tamtiež, 1999). Jadro konštruktivizmu tvorí skutočnosť, že žiak si konštruuje vedomosti a názory zo skúseností (tamtiež, 1999; Fosnot, C., T., 1996).



Obr. 5 Vyhodnotenie odpovedí študentov na jednu otázku z fyziky v FCI teste (Wieman, C., Perkins, K., 2005)

V prírodovedných predmetoch sú hlavným zdrojom skúseností pokusy, z výsledkov ktorých si žiaci tvoria názory a vyvodzujú závery z danej problematiky. Úlohou vyučovania nie je teda podávať určené množstvo poznatkov, ale pripraviť žiakov na plánovitú prácu a samostatné nadobúdanie vedomostí a riešenie problémov. Konštruktivistické vyučovanie rozvíja nielen vedomosti a schopnosti žiakov v danom vyučovacom predmete, ale aj ich všeobecné kognitívne (poznávacie) a non-kognitívne (mimopoznávacie) schopnosti ako analytické, syntetické, hodnotiace a tvorivé myslenie, komunikačné a vyjadrovacie schopnosti, kooperáciu, ktoré sú pri tradičnom (informačno-receptívnom) spôsobe vyučovania zanedbávané (Lovászová, G., Turčáni, M., 2004; Doolittle, P., E., Camp, W. G., 1999). Žiakov je treba naučiť pracovať so zdrojmi informácií, naučiť ich, ako sa k hľadanej informácii dostať, ako ju zaznamenať, spracovať a následne správne použiť. V tejto súvislosti si môžeme položiť nasledujúce otázky: „Ako tento cieľ naplniť v predmetoch prírodovedného a technického zamerania?“ „Ako učiť predmety, ktoré si vyžadujú abstraktné myslenie s lepšími výsledkami a zároveň tak, aby sa žiaci o tieto predmety začali viac zaujímať, aby ich bavili a boli pre nich atraktívne?“ Podľa nášho názoru je nevyhnutné uskutočniť zmenu vo vzdelávacom prostredí a v prístupe. Zmena vo vzdelávacom prostredí sa týka využívania najmodernejších informačno-komunikačných technológií (IKT) vo vyučovaní. Treba si však uvedomiť, že nestačí len sprístupniť techniku a technológie študentom a učiť ich s nimi manipulovať, ale práve oni sa musia učiť s využitím technológií a techniky (Turčáni, M. et al., 2003). Zmena v prístupe súvisí so zavádzaním a využívaním netradičných, moderných vyučovacích metód a organizačných foriem a s venovaním pozornosti problémom reálneho sveta (Wieman, C., Perkins, K., 2005). Žiakov je potrebné viesť k tomu, aby k riešeniu problémov v prírodovedných a technických predmetoch pristupovali ako vedci, ktorí vnímajú obsah týchto predmetov ako koherentnú štruktúru súhrnných myšlienok, ktoré opisujú prírodu, sú stanovené

experimentom a využívajú systematické chápanie, založené na prístupe riešenia problémov, ktoré sú aplikovateľné na rôzne situácie. Sme presvedčení, že uvedené požiadavky spĺňa projektové vyučovanie, ktorému sa v súčasnosti opäť začína venovať zvýšená pozornosť. 21. storočie prinieslo veľký rozmach využívania IKT, ktoré nachádzajú uplatnenie v rôznych oblastiach života. Komunikácia je s človekom spätá od samého začiatku a realizuje sa prostredníctvom množstva médií, pričom súčasná etapa je charakteristická využívaním počítača a internetu a prepojovaním jednotlivých médií do technológie multimédií pri použití digitalizácie (Dostál, J., 2009). Vo výchovno-vzdelávacom procese sú IKT veľmi významným prostriedkom jeho modernizácie. Do projektového vyučovania prinášajú nové možnosti, ktoré je možné vhodne využiť vo všetkých predmetoch prírodovedného i technického zamerania.

V snahe o širšie zavedenie IKT, ale hlavne experimentu do vyučovania na území SR, bola vytvorená nová stratégia vzdelávania, ktorej autori Schauer, F. et al., 2009) dali názov integrovaný e-learning (INTe-L). Táto nová stratégia vzdelávania pozostáva z troch vyučovacích prostriedkov: reálneho a reálneho vzdialeného experimentu, e-simulácií a e-vzdelávacích materiálov (Ožvoldová, M., 2006). Zakomponovaním všetkých prvkov stratégie INTe-L do zadania projektu sa žiaci učia bádať, preverovať, tvoriť, pracovať so zdrojmi informácií, dostať sa k hľadanej informácii, zaznamenať ju, spracovať a následne použiť. Práca s informáciami ale nesmie žiakov zaťažovať, skôr naopak, mala by podnecovať ich prirodzenú zvedavosť, samostatnosť, tvorivosť. Nakoľko nie všetci učitelia v plnej miere využívajú potenciál IKT a nových foriem experimentovania, v nasledujúcej časti príspevku predstavujeme pripravené zadanie projektu pre priame využitie v edukácii. Našim cieľom bol navrhnúť, pripraviť a vytvoriť zadanie projektu s využitím všetkých komponentov stratégie INTe-L vo vyučovaní fyziky vo vyššom sekundárnom vzdelávaní na tému Premena energie štiepením jadier uránu. (Gerhátová, Ž., 2009).

2. ZADANIE PROJEKTU PREMENA ENERGIE ŠTIEPENÍM JADIER URÁNU S PRVKAMI INTEGROVANÉHO E-LEARNINGU

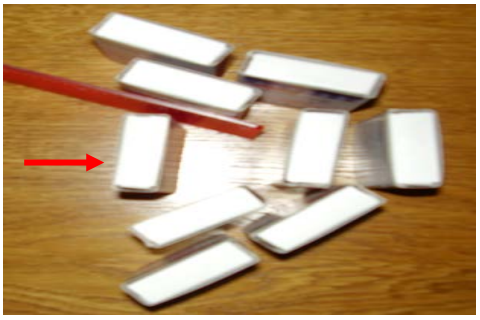
Úvod / Motivácia: Žiaden z fyzikálnych objavov a vynálezov nevyvoláva asi toľko sporov, ako využívanie jadrovej energie. Strach z jadrovej energie určite súvisí aj s tromi smutnými dátumami: 6. 8. 1945 - zhodenie atómovej bomby na Hirošimu. 9. 8. 1945 - zhodenie atómovej bomby na Nagasaki. 26. 4. 1986 - výbuch štvrtého bloku jadrovej elektrárne v Černobyle. Jadrovú energiu však možno využiť nielen na ničenie, ale aj v prospech ľudí na získavanie elektrickej energie atómov v atómových elektrárňach. Využíva sa v nich väzbová energia atómového jadra.

Potrebné zručnosti: žiaci by mali ovládať základné operácie potrebné pri práci s počítačom (PC) a s internetom, práca s textovým editorom Word, s programom PowerPoint, práca s programom Excel (príp. Origin).
Východisko: WWW stránky, učebnice fyziky pre gymnáziá, odborná literatúra.
Špecifické úlohy:
- Zaobstarať odbornú literatúru napr.: encyklopédie, odborné knihy a časopisy.
- Zaobstarať materiály potrebné na realizáciu projektov napr.: výkresy, baliaci papier, fólie, farebné papiere, lepidlo, nožnice, písacie potreby a pod.
- Inštalácia programu Java 6 do PC v počítačových učebniach.
- Zaobstarať CD-ROM k spracovávanej problematike.
- Organizácia: práca v trojčlenných skupinách.

Miesto realizácie projektu: počítačová učebňa, fyzikálne laboratórium, trieda, domácnosti žiakov.
Úlohy:
1. Urobte nasledujúci pokus: Reťazové štiepenie a jeho riadenie (Broklová, Z., 2006).
Cieľ: Pozorovať model priebehu neriadenej a riadenej reťazovej reakcie.
Pomôcky: zápalkové škatuľky (príp. dominové kocky), pravítko (nie trojuholník).
Postup práce:
- Postavte si zápalkové škatuľky podľa obr. 6.
- Ťuknite do škatuľky v smere šípky.
- Pozorujte, čo sa bude diať.
- Postavte si zápalkové škatuľky podľa obr. 6.
- Medzi škatuľky vložte pravítko (obr. 7) a podržte ho.
- Ťuknite do škatuľky v smere šípky (obr. 7).
- Pozorujte, čo sa bude diať.
- Postavte si zápalkové škatuľky podľa obr. 6 a vložte medzi ne pravítko (obr. 8 - pohľad na škatuľky zhora).
- Ťuknite do prvej škatuľky v smere šípky (obr. 8).
- Pozorujte, čo sa bude diať.
- Formulujte záver z pozorovania modelu priebehu neriadenej a riadenej reťazovej reakcie.

Obr. 6 Neriadená reťazová reakcia (model)

Obr. 7 Riadená reťazová reakcia A (model)



Obr. 8 Riadená reťazová reakcia B (model)

2.Kliknite na WWW stránku apletu Nuclear Chain Reaction: (Bauer, B., 1999, dostupné na: http://lectureonline.cl.msu.edu /~mmp/applist/chain/chain.htm), sledujte priebeh reťazovej jadrovej reakcie štiepenia jadier uránu ^{236}U.
3.Kliknite na WWW stránku Štěpná jaderná reakce: (Janeček, I. et al., dostupné na: http://artemis.osu.cz/mmfyz/jm/jm_2_3_3.htm), kde nájdete informácie o štiepnej jadrovej reakcii a animáciu jej priebehu.
4. Kliknite na WWW stránku: Control The Nuclear Power Plant (Demonstration): (Eriksson, H., 1995 dostupné na: http://www.ida.liu.se/~her/npp/demo.html), sledujte simuláciu činnosti jadrovej elektrárne v Černobyle, ktorej poruchy aktívne ovplyvňujte, tak aby ste zabránili katastrofe.
5. Na základe poznatkov, ktoré ste získali pri riešení predchádzajúcich úloh, pri štúdiu učebných materiálov (pozri nižšie), príp. z odbornej literatúry a z konzultácií s učiteľom, nájdite odpoveď na nasledujúce otázky a úlohy:

- Popíšte proces štiepenia uránu a vznik reťazovej jadrovej reakcie.
- Opíšte konštrukciu jadrového reaktora a procesy, ktoré v ňom prebiehajú.
- Vysvetlite, k akým premenám energie dochádza v jadrovej elektrárni.
- Jadrové elektrárne v Jaslovských Bohuniciach a v Mochovciach vidieť zďaleka, pretože majú obrovské veže. Viete, načo tieto veže slúžia?
- Aké výhody a nevýhody má jadrová elektráreň v porovnaní s tepelnou elektrárňou?
- Ktoré nežiaduce dôsledky na životné prostredie má prevádzka jadrovej elektrárne a tepelnej elektrárne?
- Vysvetlite zásady ochrany pred účinkami jadrového žiarenia.
- Čo sa stane, keď rádioaktívne žiarenie zasiahne živú bunku?
- Aké sú dôsledky jadrového výbuchu na zdravie človeka?
- Ako sa môžeme chrániť pred ničivými účinkami jadrových zbraní?
- Prečo je potrebné, aby sme tieto zásady poznali?

6. Na základe získaných informácií vypracujte projekt na danú tému.

Ciele projektu v kontexte učebných osnov:

- Získať informácie.
- Hodnotiť získané informácie.
- Diskutovať, kooperovať a navrhovať riešenia.
- Využiť internet pri vyhľadávaní informácií.
- Spolupracovať a zodpovedať za zverenú časť úloh.
- Spracovať informácie zvolenou formou.
- Prezentovať informácie bez straty informačnej hodnoty.
- Objasniť možnosť získania energie prostredníctvom rozpadu prvkov.
- Vysvetliť pojem reťazová reakcia, opísať reťazovú reakciu a možnosti jej využitia.
- Vysvetliť, ktoré častice spôsobujú reťazovú jadrovú reakciu. Ako táto reakcia prebieha?
- Vysvetliť, čím sa od seba odlišujú explozívna a riadená reťazová reakcia štiepenia jadier uránu.
- Vysvetliť, ktorý z dvoch základných spôsobov súčasného využívania jadrovej energie prináša úžitok a ktorý ohrozuje ľudstvo?
- Opísať činnosť jadrovej elektrárne.
- Opísať jadrovú reakciu, ktorá prebieha v jadrovom reaktore pri štiepení jadier uránu.
- Formulovať výhody jadrovej elektrárne v porovnaní s tepelnou.
- Formulovať výhody tepelnej elektrárne v porovnaní s jadrovou.
- Vymenovať zásady ochrany pred účinkami jadrového žiarenia.
- Vysvetliť reakciu bunky na zasiahnutie rádioaktívnym žiarením.
- Formulovať dôsledky jadrového výbuchu na zdravie človeka.
- Vyhľadať, ako sa môžeme chrániť pred ničivými účinkami jadrových zbraní.
- Vysvetliť, prečo je potrebné, aby sme tieto zásady poznali.

Postup:

1. Oboznámenie sa s témou projektu.
2. Oboznámenie sa s cieľmi a úlohami projektu.
3. Výber formy prezentácie (plagát, fólia, prezentácia v programe PowerPoint, Word dokument, dramatizácia a pod.).
4. Zverejnenie spôsobu hodnotenia na nástenke.
5. Vyhľadávanie informácií na WWW stránkach a v odbornej literatúre.
6. Tvorba projektov.
7. Prezentácia projektov.
8. Diskusia s ďalšími skupinami k jednotlivým prezentovaným projektom.
9. Zhodnotenie činnosti skupín na danom projekte.

Integrácia predmetov: fyzika, chémia, informatika, slovenský jazyk, český jazyk, anglický jazyk, environmentálna výchova.

Zdroje informácií / učebné materiály:

- Reháková, V., Manca, T. Tradičné a netradičné zdroje energie, (dostupné na: http://www.spsepn.edu.sk/skola/pk_info/soc/2005/ele/energetika/rehakova_manca/web%20stranka/altenergia/jadrove_elektrarne.htm, citované dňa 21. 6. 2015);
- Slovenské elektrárne, (dostupné na: (http://www.seas.sk/sk/elektrarne/typy-elektrarni, citované dňa 21. 6. 2015);
- Rádioaktivita v životnom prostredí, (dostupné na: http://www.sazp.sk/slovak/periodika/sprava/kraje/povbystrica/Radioakt.htm, citované dňa 21. 6. 2015;
- Krivošík, J., Široký, P. Černobyľ – nekonečná katastrofa, (dostupné na: http://www.changenet.sk/?section=forum&x=106583, citované dňa 21. 6. 2015);
- EkoFond plus: Energia z uránu, 2014, (dostupné na: http://www.platforma.ekofond.sk/moderne-vyucovanie/zdroje-energie/energia-z-uranu-jadrova-energia, citované dňa 21. 6. 2015).

Zdroje informácií v českom jazyku:

- Přejete si vědět jak pracuje elektrárna?, (dostupné na: (http://www.energyweb.cz/, citované dňa 21. 6. 2015);
- Turjap, V. Fyzika atomového jádra, (dostupné na: (http://atomovejadro.wz.cz/stranky/infoWeb.html, citované dňa 21. 6. 2015);

Zdroje informácií v anglickom jazyku:

- What is nuclear energy?, (dostupné na: http://www.whatisnuclear.com/articles/nucenergy.html, citované dňa 21. 6. 2015);
- ABC's of Nuclear Science, (dostupné na: (http://www.lbl.gov/abc/Basic.html, citované dňa 21. 6. 2015);
- CERN – European Organization for Nuclear Research, (dostupné na: (http://public.web.cern.ch/Public/Welcome.html, citované dňa 21. 6. 2015); (všetky stránky funkčné k 21. 6. 2015).

Časová dotácia čiastkového projektu:

- 1 vyučovacia hodina - úvod do práce na projekte, náplň: body 1. – 4. postupu;
- 1 týždeň - samostatná práca na projekte podľa bodov 5. a 6. postupu;
- 2 vyučovacie hodiny - záver – náplň: body 7. až 9. postupu.

Pomocník: konzultácie s učiteľom, internet, internetový prehliadač Google, programy Word a PowerPoint, učebnice fyziky pre gymnáziá, odborná literatúra, encyklopédie, CD-ROM k danej problematike.

Výstupy: projekty.

Hodnotenie: Bodovým systémom v rozsahu 1 – 20 bodov, pričom žiak získa: Max. 10 bodov za kvalitu vysvetlenia danej témy: samostatné hovorenie o téme (2 body), obsiahnutie témy (2 body), porozumenie výkladu spolužiakmi (2 body), vzbudenie záujmu (2 body), splnenie cieľov a úloh zadania (2 body). Max. 10 bodov za formu prezentácie a obrazový materiál k téme: plagát – vlastné kresby, stručné údaje, vzťahy, jednotky, značky fyzikálnych veličín, jednotiek, schémy, obrázky z časopisov, počítačové prezentácie v programe PowerPoint, dokument vo Worde a pod.

Prílohy: Prezentácie v programe PowerPoint na CD, plagáty (Ožvoldová, M., Gerhátová, Ž., 2010).

3. ZÁVER

Navrhnuté, pripravené a prezentované zadanie projektu môže slúžiť priamo učiteľom vo vyučovacom procese, alebo ako metodický materiál, na základe ktorého si môžu podobným spôsobom sami vytvárať zadania projektov s využitím všetkých prvkov stratégie INTe-L. Projektové vyučovanie s využitím stratégie INTe-L využíva iné postupy ako tradičné vyučovanie. Tu je pozornosť sústredená na žiaka, ktorý neprijíma od učiteľa informácie v hotovej podobe, ale práve naopak, sám informácie hľadá, spracováva a využíva, a takýmto spôsobom si nenásilne a prirodzene osvojuje nové poznatky, rozvíja zručnosti a uplatňuje svoje schopnosti. Úloha učiteľa je zameraná na organizovanie činnosti žiaka a na pomoc žiakovi pri jeho objavnej ceste za poznaním, kde sa postupuje od pozorovania cez pokusy a simulácie javov, až k teórii (Tkáč, L., Schauer, F., 2013). Táto nová forma vzdelávania - projektové vyučovanie založené na stratégii INTe-L, bola s úspechom odskúšaná v rokoch 2006-2009 na dvoch základných školách v Slovenskej republike. Dosiahnuté výsledky pedagogického výskumu potvrdili vyššiu účinnosť vzdelávacieho procesu, zvýšenie záujmu žiakov o hodiny fyziky a preukázali kvalitnejšie vedomosti žiakov. Detailnejšie informácie sú dostupné v publikáciách (Gerhátová, Ž., 2009; Ožvoldová, M., Gerhátová, Ž., 2010, Gerhátová, Ž., Ožvoldová, M., 2013).

Zdroje

1. *ABC's of Nuclear Science*. (online) [cit. 2015-21-06]. URL: <http://www.lbl.gov/abc/Basic.html>.
2. BAUER, W. *Nuclear Chain Reaction* (applet) 1999 (online) [cit. 2015-10-04]. URL: <http://www.changenet.sk/?section=forum&x=106583>.
3. BROKLOVÁ, Z. *Jaderné hrátky*. Součást vzdělávacího programu ČEZ a. s., Svět energie (online) [cit. 2015-21-06]. URL: < <www.cez.cz/vzdelavaciprogram>.
4. *CERN – European Organization for Nuclear Research*. (online) [cit. 2015-21-06]. URL: <http://public.web.cern.ch/Public/Welcome.htm>.
5. DOOLITTLE, P., E. *Constructivism and online education*. Virginia Polytechnic Institute and State University, 1999.
6. DOOLITTLE, P. E., and CAMP, W. G. Constructivism the carem and technical education perspective. In: *Journal of Vocational and Technical Education*, Vol 16, N. 1, Virginia Polytechnic Institute and State University, 1999.
7. DOSTÁL, J. Multimediální hypertextové a hypermediální učební pomůcky – trend soudobého vzdělávání. In: *Journal of Technology and Information Education* 2009, Olomouc - EU, Univerzita Palackého, Ročník 1, Číslo 2, s. 18 - 23. ISSN 1803-537X (on-line).
8. *EkoFond plus: Energia z uránu*. (online) [cit. 2015-21-06]. URL: <http://www.platforma.ekofond.sk/moderne-vyucovanie/zdroje-energie/energia-z-uranu-jadrova-energia>.
9. ERIKSSON, H. *Control The Nuclear Power Plant*. (online) [cit. 2015-21-06]. URL: <http://www.ida.liu.se/~her/npp/demo.html>.
10. FOSNOT, C., T. *Constructivism Theory, perspective and practice*, New York, Teachers College Press, 1996.
11. GERHÁTOVÁ, Ž. *Projektové vyučovanie s využitím integrovaného e-learningu*. Dizertačná práca. PF UKF Nitra. 2009
12. GERHÁTOVÁ, Ž. Názory žiakov na tradičné vyučovanie fyziky = Pupil`s opinions regarding traditional way of teaching of the physics. In: *Kvalita života v kontexte 21. storočia*. Banská Bystrica: UMB, PF, Banská Bystrica 2010. ISBN 978-80-557-0000-7. s. 58-70.
13. GERHÁTOVÁ, Ž., OŽVOLDOVÁ, M.: Energia v prírode, technike a spoločnosti. In: *Acta Facultatis Paedagogicae Universitatis Tyrnaviensis*. Trnava: Trnavská univerzita, Pedagogická fakulta, 2013. ISBN 978-80-8082-756-4. [online].
14. JANEČEK, I., KALUS, R., HRIVŇÁK, D., *Štěpná jaderná reakce*. (online) [cit. 2015-21-06]. URL: <http://artemis.osu.cz/mmfyz/jm/jm_2_3_3.htm>.
15. JANOVIČ, J. Úvaha o súčasnom stave školskej fyziky na Slovensku, In: *Obzory matematiky, fyziky a informatiky*, volume 31, number 4, pages 44-49, ISSN 1335-4981, 2002.
16. KRIVOŠÍK, J., ŠIROKÝ, P. *Černobyľ – nekonečná katastrofa*. (online) [cit. 2015-21-06]. URL: <http://www.changenet.sk/?section=forum&x=106583>.
17. LOVÁSZOVÁ, G., TURČÁNI, M. Konštruktivizmus vo vyučovaní informatiky. In: *Technológia vzdelávania*, roč. 12, č. 1, s. 2 - 4. 2004.
18. MOJŽÍŠEK, L. *Didaktika – I.* (2. zväzok) *Teorie vyučovacích metod*. Praha: SPN, 1982.
19. MŠ SR – Zákony: *Zákon č. 245/2008 Z. z. o výchove a vzdelávaní (školský zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov* (online) [cit. 2015-21-06]. URL: < http://www.minedu.sk/12272-sk/zakony/>.
20. OŽVOLDOVÁ, M., GERHÁTOVÁ, Ž. *Projektové vyučovanie s využitím integrovaného e-learningu*. VEDA Bratislava, TYPI Universitatis Tyrnaviensis 2010, Trnava 2010, s. 146 + CD so zadaniami projektov. ISBN 978-80-8082-386-3.
21. OŽVOLDOVÁ M. Vývoj e-learningu vo fyzike smerom k novej generácii Integrovanému e-learningu, 2006), kap. 3, s. 30- 45. In: KOZÍK, T., a kol. *Virtuálna kolaborácia a e-Learning*, PdF UKF, Nitra 2006, ISBN 80-8094-053-3.
22. *Přejete si vědět jak pracuje elektrárna?* (online) [cit. 2015-21-06]. URL: <http://www.energyweb.cz/>.
23. *Rádioaktivita v životnom prostredí*. (online) [cit. 2015-21-06]. URL: <http://www.sazp.sk/slovak/periodika/sprava/kraje/povbystrica/Radioakt.htm>.
24. REHÁKOVÁ, V., MANCA, T. *Tradičné a netradičné zdroje energie*. (online) [cit. 2015-21-06]. URL: <http://www.spsepn.edu.sk/skola/pk_info/soc/2005/ele/energetika/rehakova_manca/web%20stranka/altenergia/jadrove_elektrarne.htm>.
25. SCHAUER, F., OŽVOLDOVÁ, M., LUSTIG, F. Integrated e-Learning - New Strategy of Cognition of Real World in Teaching Physics, In: *INNOVATIONS 2009*, World Innovations in Engineering Education and Research iNEER Special Volume 2009, chapter 11, pp. 119-135, ISBN 978-0-9741252-9-9, issued in: Arlington, VA, 22205, USA, edited by: Wing Aung.
26. *Slovenské elektrárne*. (online) [cit. 2015-21-06]. URL: <http://www.seas.sk/sk/elektrarne/typy-elektrarni>.
27. TKÁČ, L., SCHAUER, F., Laboratory work by remote experimentation in distance education In: *INNOVATIONS 2013*. Potomac: iNEER, 2013. ISBN 978-0-9818868-4-8. ISSN 1553-9911. s. 101-122.
28. TURČÁNI, M. a kol. *Prírodovedné vzdelávanie v informačnej spoločnosti.* Nitra: Fakulta prírodných vied UKF v Nitre, 2003. 220 s. ISBN 80-8050-638-8.
29. TURJAP, V. *Fyzika atomového jádra*. (online) [cit. 2015-21-06]. URL: <http://atomovejadro.wz.cz/stranky/infoWeb.htm>.
30. *What is nuclear energy?* (online) [cit. 2015-21-06]. URL: <http://www.whatisnuclear.com/articles/nucenergy.html>.
31. WIEMAN, C., PERKINS, K. *Transforming Physics Education*, Nov. 2005, s. 26-41