

**TRNAVSKÁ UNIVERZITA V TRNAVE – PEDAGOGICKÁ FAKULTA**

**ENERGIA V PRÍRODE, TECHNIKE A SPOLOČNOSTI**

**ŽANETA GERHÁTOVÁ – MIROSLAVA OŽVOLDOVÁ**

**TRNAVA 2013**

## ENERGIA V PRÍRODE, TECHNIKE A SPOLOČNOSTI

ŽANETA GERHÁTOVÁ<sup>1</sup>, MIROSLAVA OŽVOLDOVÁ<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Trnavská univerzita v Trnave, Pedagogická fakulta, Katedra fyziky,  
Priemysel'ná 4, P. O. Box 9, 918 43 Trnava, SR  
e-mail: zaneta.gerhatova@truni.sk

<sup>2</sup> Univerzita Tomaše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky, Ústav matematiky  
Nad Stráněmi 4511, 760 05 Zlín, CZ  
e-mail: mozvoldo@truni.sk; ozvoldova@fai.utb.cz

**Abstract:** *The major contribution of the paper is the proposal, preparation and implementation of a non-traditional form of education using ICT in a primary school unit Energy in the nature, technology and society, as well as the analysis of the research implementation. The submitted and piloted project education proved that it supported the integration of aims in the subject of Physics – Information Technologies – Technical training. The implemented INTe-L strategy consisted of three components: 1/ real and real remote experiment via the Internet, 2/ e-simulations and interactive applets, 3/ e-learning material. To achieve the above mentioned results, we divided the project into six partial projects. Subsequently, assignments for individual partial projects were designed, while implementing all INTe-L components. To get relevant feedback, pre-test, post-test and continuous didactic test, as well as questionnaire and interview were developed.*

*The objective of the survey carried out prior to the research was to verify the possibilities of utilising the strategy of integrated e-learning in project education, to detect possible pitfalls and to tests whether the research tools work properly.*

*Prior to the experiment, we used a questionnaire to identify the opinions of pupils regarding: a) traditional way of teaching the subjects of Physics in primary schools; b) utilising experiments in teaching the subjects of Physics in primary schools; c) utilising ICT in teaching the subjects of Physics in primary schools; d) project education in primary schools. To verify the hypothesis, we carried out a pedagogical experiment on a sample of 155 respondents. The results attained in the experimental group (EG) were statistically processed, evaluated and subsequently compared with those in comparative one (CG).*

*The statistical analysis was carried out by means of the methods from the Data Analysis menu of Microsoft Office Excel 2003 program. A two-phase test with dispersion equality proved that:*

- a) the differences in the pre-test of the 9th grade pupils of a rural school (primary school A) on one hand, and a city school (primary school B) on the other hand, were not statistically relevant;*
- b) the differences in the pre-test between EG and CG were not statistically relevant;*
- c) the differences in all continuous didactic tests (6 in total) between EG and CG were statistically relevant, i.e. there is statistical dependency;*
- d) the differences in final didactic test (post-test) between EG and CG were statistically relevant, i.e. there is statistical dependency.*

*Analysis and evaluation of the results attained by the pupils proved the effectiveness of project education with INTe-L support and justified its implementation into the education process in primary schools.*

**Keywords:** energy, integrated e-learning, pedagogical research, Physics, project based education

## Obsah

|   |           |
|---|-----------|
| ABSTRACT .....  | 1         |
| ÚVOD.....   | 3         |
| <b>1 ENERGIA .....</b>  | <b>6</b>  |
| 1.1 POJEM ENERGIA V MECHANIKE.....  | 6         |
| 1.2 DRUHY A ZDROJE ENERGIE.....   | 8         |
| 1.2.1 ELEKTROCHEMICKÝ ČLÁNOK.....   | 11        |
| <b>2 PRÍRODOVEDNÁ GRAMOTNOSŤ ŽIAKOV .....</b>   | <b>13</b> |
| 2.1 JE ÚROVEŇ PRÍRODOVEDNEJ GRAMOTNOSTI ŽIAKOV DÔLEŽITÁ?.....   | 13        |
| 2.2 ÚROVEŇ PRÍRODOVEDNEJ GRAMOTNOSTI ŽIAKOV NA SLOVENSKU .....  | 15        |
| <b>3 PROJEKTOVÉ VYUČOVANIE S VYUŽITÍM INTEGROVANÉHO E-LEARNINGU VERZUS TRADIČNÉ VYUČOVANIE<br/>TEMATICKÉHO CELKU ENERGIA V PRÍRODE, TECHNIKE A SPOLOČNOSTI.....</b> | <b>21</b> |
| 3.1 HYPOTÉZY VÝSKUMU .....  | 22        |
| 3.2 VÝSKUMNÝ SÚBOR .....  | 23        |
| 3.3 METODIKA PRÁCE .....  | 23        |
| 3.4 VYUŽITÉ METÓDY PEDAGOGICKÉHO VÝSKUMU .....  | 24        |
| 3.5 VYUŽITÉ VYUČOVACIE METÓDY .....   | 25        |
| 3.6 ETAPY PEDAGOGICKÉHO VÝSKUMU .....   | 27        |
| 3.7 ORGANIZÁCIA A PRIEBEH PEDAGOGICKÉHO VÝSKUMU.....  | 27        |
| 3.8 ORGANIZÁCIA A PRIEBEH PRÁCE NA PROJEKTE .....   | 28        |
| 3.9 ORGANIZÁCIA A PRIEBEH PRÁCE PRI TRADIČNOM VYUČOVANÍ .....   | 29        |
| <b>4 VÝSLEDKY VÝSKUMU .....</b>   | <b>31</b> |
| 4.1 VÝSLEDKY SPRACOVANIA DOTAZNÍKA.....   | 31        |
| 4.2 ŠTATISTICKÁ ANALÝZA VÝSLEDKOV DIDAKTICKÝCH TESTOV .....   | 37        |
| 4.2.1 ŠTATISTICKÁ VERIFIKÁCIA HYPOTÉZY $H_1$ .....  | 37        |
| 4.2.2 ŠTATISTICKÁ VERIFIKÁCIA HYPOTÉZY $H_2$ .....  | 48        |
| 4.2.3 ŠTATISTICKÁ VERIFIKÁCIA HYPOTÉZY $H_3$ .....  | 67        |
| 4.2.4 ŠTATISTICKÁ VERIFIKÁCIA HYPOTÉZY $H_4$ .....  | 72        |
| 4.3 DISKUSIA VÝSLEDKOV VÝSKUMU .....  | 78        |
| <b>5 PRÍNOS PEDAGOGICKÉHO VÝSKUMU PRE PEDAGOGICKÚ TEÓRIU A PRAX .....</b>   | <b>80</b> |
| ZÁVER .....   | 81        |
| LITERATÚRA .....  | 82        |
| PRÍLOHA A .....   | 85        |
| PRÍLOHA B .....   | 89        |

## Úvod

Je všeobecne známa skutočnosť, že prírodovedné a technické vzdelávanie na všetkých stupňoch škôl sa opiera o skúsenosti nadobudnuté experimentovaním prostredníctvom laboratórnych úloh. Susan M. Zvacek z University of Kansas v USA v predhovore k monografii „*Using Remote Labs in Education*“ (Zvacek, S., M., in Zubía, J. G., Alves, G., R., 2011) diskutuje o otázke, prečo sú laboratórne cvičenia neoddeliteľnou súčasťou inžinierskeho vzdelávania. Zmenila nová situácia a súčasná informačná spoločnosť niečo na tejto skutočnosti? Autorka si kladie otázku, čo sa z klasických laboratórnych úloh nesmie opomínať a stratiť, čo laboratórne práce študentom poskytujú, ale zamýšľa sa i nad tým, čo rozvoj informačných a komunikačných technológií (IKT) vyúsťujúci do možnosti vzdialeného experimentovania prostredníctvom internetu pre vzdelávanie poskytuje. V tomto ohľade je veľmi inštruktívne nahliadnuť do stále aktuálneho dokumentu Asociácie amerických učiteľov fyziky (1977), (Arons, A., B., 1990), kde je formulovaných päť vyučovacích cieľov pre vyučovanie vo fyzikálnom laboratóriu:

1. *Spôsobilosť experimentovať.* Základné fyzikálne laboratórium má poskytnúť študentovi význačné skúsenosti s experimentálnymi procesmi, vrátane skúsenosti zostaviť experiment.
2. *Experimentálne a analytické spôsobilosti.* Laboratórium má pomôcť študentovi rozvinúť širokú škálu základných spôsobilostí a prostriedkov experimentálnej fyziky a rovnako i analýzy dát. Počítače, pokiaľ sú využívané, by mali byť použité len ako pomôcka pre zber, analýzu a grafickú prezentáciu dát, takto by mali urýchliť zber dát, abstrahovať z nich informácie a naučiť sa rýchlo zovšeobecňovať na základe pozorovania a vyhodnocovania javov reálneho sveta. Počítač je veľmi dôležitým prostriedkom pre kurzy založené na skúmaní javov, pretože sa stal najuniverzálnejším nástrojom skúmania vo vedeckom výskume. Počítačové simulácie by ale nemali nahradiť priamu skúsenosť s fyzikálnou inštrumentáciou.
3. *Osvojovanie pojmov.* Vyučovanie v laboratóriu by malo študentom pomôcť zvládnuť základné fyzikálne koncepty. Využitie počítačov s laboratórnymi rozhraniami umožňuje realizovať záznam dát v reálnom čase a grafickú reprezentáciu fyzikálnych veličín. Kvalitatívne využitie online grafického zobrazenia v reálnom čase zvyšuje záujem o laboratórnu prácu, čo zvyšuje úroveň pojmového chápania. Vzájomné prepojenie dvoch faktorov – návrh laboratórneho cvičenia založeného na znalosti prekonceptov, ktoré si študenti prinášajú a neustály rozvoj prostriedkov na počítač orientovaných laboratórií a ďalšie laboratórne techniky – má potenciálnu možnosť výrazne zlepšiť efektivitu laboratórneho vyučovania.
4. *Porozumenie základným poznatkom z fyziky.* Laboratórium by malo pomôcť študentom pochopiť úlohu priameho pozorovania vo fyzike a naučiť ich rozlišovať medzi závermi založenými na teórii a výsledkami experimentu.
5. *Zvládnutie spôsobilosti kolektívnej kolaborácie.* Laboratóriá môžu pomôcť študentom v rozvoji spôsobilosti kolektívnej kolaborácie, ktorá je dôležitá na zvládnutie množstva životných situácií.
6. Je vhodné mať neustále tieto ciele na pamäti a v súvislosti s tým pestovať už od základnej školy experimentálnu zručnosť žiakov. Rozvoj informačných technológií umožnil okrem jednoduchých pokusov v laboratóriu prejsť i na počítačom podporované experimenty vo všetkých troch formách (laboratórny – hands on, reálny vzdialený a simulácia ako virtuálny experiment), v ktorých hlavnú úlohu vystihujú vyššie uvedené vyučovacie ciele.

Nakoľko sú pracovníci Katedry fyziky Pedagogickej fakulty Trnavskej univerzity v Trnave priekopníkmi v budovaní prvého slovenského prírodovedného e-laboratória (Ožvoldová, M. et al., 2012, Krempaský, J. et al., 2011) a súčasne pripravujú budúcich učiteľov fyziky pre základnú i strednú školu, implementácia laboratórnych cvičení a nových vyučovacích foriem a metód, ktoré prináša rozvoj IKT a internet, je nosnou tematikou ich odborného a vedeckého zamerania.

Predložená štúdia prezentuje výsledky pedagogického výskumu (Gerhátová, Ž., 2009), ktorým sme overovali účinnosť projektového vyučovania s využitím integrovaného e-learningu (INTe-L) v porovnaní s tradičným vyučovaním.

Pod pojmom *tradičné vyučovanie* rozumieme encyklopedicko-memorovacie vyučovanie, ktoré je v našich školách zaužívané, je organizačne členené podľa predmetov, so stanovenou časovou jednotkou vyučovania (vyučovacia hodina), vopred stanovenou štruktúrou vyučovacej hodiny a pod. Využíva sa v ňom hlavne mechanický spôsob učenia s prevahou pamäťového učenia.

Pod pojmom *projektové vyučovanie* sa vo všeobecnosti chápe napĺňanie obsahu výchovno-vzdelávacieho procesu prostredníctvom zapojenia sa školy, triedy, skupiny žiakov do realizácie konkrétneho projektu. Pri projektovom vyučovaní žiaci kolektívne riešia široko zadanú úlohu – projekt.

Prostredníctvom projektového vyučovania sme po prvýkrát implementovali do výučby fyziky na základnej škole novú stratégiu vzdelávania – *integrovanej e-learning (INTe-L)*, ktorá je definovaná jej tvorcami nasledovne: „*INTe-L je interaktívna stratégia vyučovania a učenia sa založená na pozorovaní javov reálneho sveta prostredníctvom: experimentu resp. e-experimentu, e-simulácií, realizovaných na základe fyzikálnych zákonov a e-študijných materiálov ako sú interaktívne e-učebnice, príručky a návody na obsluhu, poskytujúce informácie a teoretický základ pre porozumenie a kvantifikáciu pozorovaných javov*“ (Schauer, F. et al., 2007, 2009, 2010, Ožvoldová, M. et al., 2006). Cieľom výučby na základe novej formy – projektového vyučovania s využitím stratégie INTe-L – je skvalitniť vyučovanie fyziky už od základnej školy aj tým, že žiaci využívajú okrem klasického laboratórneho experimentu aj možnosti, ktoré poskytujú najnovšie IKT. Znamená to, že využívame e-experimenty (reálny vzdialený experiment a simuláciu ako interaktívny virtuálny experiment) a metódy poznávania, ktoré sú vlastné vedeckej práci a ktorej hlavnými rysmi sú: pozorovanie javov reálneho sveta, experimentovanie, vyhľadávanie a záznam informácií, organizácia a plánovanie práce, prezentácia dát v tabuľkách a grafoch. Pri stratégii vyučovania prostredníctvom stratégie INTe-L postupujeme od pozorovania k vytváraniu pojmovej štruktúry a modelov, až po zoznámenie sa s príslušnými prírodovednými zákonmi. Vedecké postupy umožňujú totiž identifikovať alebo formulovať vedecké otázky, hľadať súvislosti medzi reálnym svetom okolo nás a teoretickými poznatkami, t.j. vedieť aplikovať získané poznatky prírodných vied v praxi a porozumieť jednotlivým súvislostiam. Implementácia stratégie vzdelávania INTe-L do projektového vyučovania otvára nové možnosti v aktívnom prístupe žiaka pri nadobúdaní nových poznatkov.

Téma a obsah štúdie sú zamerané na iniciovanie nových foriem a metód výučby prírodovedných disciplín. Snahou implementácie stratégie INTe-L do projektového vyučovania je navodiť a koordinovať žiakov tak, aby začali systematicky experimentovať. V prístupe pedagóga je zasa snaha navodiť mediálno-konceptuálny prístup rešpektujúci zákonitosti kognitívneho vývinu: postupovať od *vnemu* k *výrazu* a napokon k *významu*, podobne, ako to uvádza pre psychodynamické aspekty Gajdošíková –Zeleviová (2012).

S cieľom overiť vhodnosť i účinnosť projektového vyučovania s využitím stratégie INTe-L v porovnaní s tradičným vyučovaním, sme rokoch 2007 – 2009 na vzorke 155 respondentov prvýkrát uskutočnili pedagogický výskum v predmete fyzika v 9. ročníku dvoch základných škôl na Slovensku. S ohľadom na závažnosť pojmu energia vo vyučovaní fyziky i v živote každého jedinca, spoločnosti, vybrali sme projektové vyučovanie zamerané na tematický celok, v ktorom je pojem energia nosnou témou. Významu pojmu energia v mechanike sa veľmi stručne venujeme v prvej kapitole.

Druhá kapitola približuje súčasný stav úrovne prírodovednej gramotnosti žiakov a z nej vyplývajúcu potrebu zmeny spôsobu vzdelávania, čo je realizované zavádzaním nových metód, foriem a stratégií do vyučovacieho procesu. Na začiatku pedagogického výskumu bola navrhnutá téma projektu: *Energia v prírode, technike a spoločnosti*. Celý projekt bol rozdelený na šesť čiastkových projektov. Následne boli navrhnuté a vytvorené zadania jednotlivých čiastkových projektov s implementovaním všetkých zložiek stratégie INTe-L, ako aj vstupný, výstupný a priebežné didaktické testy, dotazník a štruktúrovaný rozhovor, v snahe získať spätnú väzbu. Všetky tieto skutočnosti v druhej kapitole detailne prezentujeme.

Tretia kapitola približuje zvolenú metodiku realizovaného predvýskumu a pedagogického výskumu.

---

Získané výsledky výskumu boli štatisticky spracované, vyhodnotené. Následne boli porovnané výsledky respondentov experimentálnej skupiny (ES) s výsledkami respondentov kontrolnej skupiny (KS), čo prezentuje štvrtá kapitola.

Analýzu získaných výsledkov, ich diskusiu a vyhodnotenie prezentuje piata kapitola predloženej štúdie.

Zhodnotenie dosiahnutých výsledkov žiakov poukazuje na vhodnosť zavedenia a širšieho implementovania projektového vyučovania s podporou stratégie INTe-L do vyučovacieho procesu fyziky v základnej škole.

V závere uvádzame dosiahnuté výsledky a možné smery pokračovania pedagogického výskumu v projektovom vyučovaní s využitím stratégie integrovaného e-learningu.

Ďakujeme prof. Ing. F. Schauerovi, DrSc., našim spolupracovníkom z Katedry fyziky PdF TU v Trnave, grantovej agentúre KEGA (grant: 011TTU-4/2012 *Energia ako kategória v prírodovednom vzdelávaní prostredníctvom vzdialených experimentov a integrovaného e-learningu*) a všetkým, ktorí svojimi podnetmi a prácou prispeli k realizácii prvého slovenského e-laboratória, bez ktorého by sa uskutočnený výskum nemohol realizovať.

## 1 Energia

Na akýkoľvek prejav života je potrebná *energia*, ktorá sa zároveň považuje aj za hnaciu silu pre budúci sociálny a technologický vývoj. Pojem energia je kľúčový pojem nielen celej spoločnosti ale i fyziky. Nie je ľahké vysloviť jeho jednoduchú definíciu, ktorá by v sebe zahŕňala všetky jeho rozmanité aspekty. Hoci práve pojem energia prenikol do každodenného života, avšak tu často nemá nič spoločné s jeho významom v prírodných a technických vedách. V základných a stredných školách sa bežne pracuje s týmto termínom a predpokladá sa, že žiaci ho budú vedieť plnohodnotne používať. Avšak tento pojem patrí medzi najmiskoncepčnejšie. Ako uvádza Kuhnová (2008), výskumy, ktoré sa venovali identifikácii kvality porozumenia spomínaného pojmu, uskutočnené najmä v posledných dvadsiatich piatich rokoch (r. 1980 – r. 2006 v počte 50), poskytujú hodnotné informácie o nedostatkoch v jeho chápaní. Duit (1984) zistil, že predstavy študentov o energii odrážajú použitie pojmu energia v spoločenskom kontexte a nerešpektujú vedecký náhľad naň. Trumper (1993) tvrdí, že naivné predstavy detí o energii vznikajú v kontexte, ktorý je nevhodný pre „školskú vedu“, ale sú opodstatnené a hodnotné v ich každodennom svete.

### 1.1 Pojem energia v mechanike

Energia je kľúčový a veľmi široký pojem nielen mechaniky, ale celej fyziky. Definovať energiu ako fyzikálnu veličinu nie je jednoduché. Všetky aspekty tohto pojmu nie je možné zhrnúť do jednej definície. Ak sa uspokojíme s hrubou a neúplnou charakteristikou tohto pojmu, tak môžeme povedať, že energia je skalárna veličinu, ktorej hodnota je určená stavom fyzikálnej sústavy (objektu) (Halliday, D., Resnick, R., Walker, J., 2000). Pod pojmom stav rozumieme v tejto formulácii súbor podmienok, v ktorých sa objekt nachádza, t.j. súbor hodnôt veličín (parametrov), ktorými je charakterizovaný (tamtiež, s. 142). Energia má značku  $E$  a jednotkou v SI sústave je joule ( $J = N \cdot m$ ). Jednotka joule je pomenovaná po anglickom vedcovi Jamesovi Prescottovi Jouleovi, ktorý žil v rokoch 1818 – 1889 a objavil, že teplo je druh energie.

V mechanike pod pojmom energia rozumieme skalárnu veličinu charakterizujúcu pohybový alebo polohový stav mechanickej sústavy s ohľadom na možnosť vykonania práce. (*Poznámka:* Pod mechanickej sústavou rozumieme časticu (hmotný bod), sústavu častíc alebo teleso). Čím viac práce je schopná mechanickej sústavy vykonať, tým má väčšiu (mechanickú) energiu. Platí, že zmena energie deja prebiehajúceho v danej uzavretej sústave sa rovná práci vykonanej na sústave zvonka alebo práci odovzdanej smerom von. Energia je stavová veličina. Sústava má energiu, aj keď sa jej stav nemení. O práci možno hovoriť iba vtedy, ak sa stav sústavy mení, s čím súvisí aj zmena jej energie. Vonkajšie sily vykonaním práce môžu napr. zväčšiť rýchlosť telesa, zdvihnúť ho, alebo zdeformovať, čím teleso získa väčšiu energiu, ktorú potom môžeme využiť na vykonanie práce. Uvedené skutočnosti vyjadrujeme kvantitatívne vzťahom (Ožvoldová, M., Červeň, I., 2004):

$$W = k(E_2 - E_1), \quad (1)$$

kde  $W$  je vykonaná práca,  $E_2$  resp.  $E_1$  je energia stavu,  $k$  je konštanta, ktorá závisí od voľby jednotiek práce a energie. V SI sústave sa pre obe veličiny používa jednotka joule, preto sa konštanta  $k$  rovná jednej. Potom podľa vzťahu (1) platí, že práca dodaná sústave sa číselne rovná zmene energie sústavy (tamtiež, 2004).

Práca  $W$  je skalárna veličina, ktorá vyjadruje dráhový účinok sily pôsobiacej na hmotný bod. Pri pôsobení konštantnej sily je práca daná vzťahom:

$$W = \vec{F} \cdot \vec{r} \quad (2)$$

Ak vektor sily  $\vec{F}$  zvierá s polohovým vektorom pohybu  $\vec{r}$  uhol  $\alpha$ , platí:

$$W = Fs \cos \alpha. \quad (3)$$

V prípade, že pohyb sa koná po trajektórii, ktorou je krivka  $C$ , tak prácu určíme ako súčet elementárnych prác na elementoch krivky, čo z matematického hľadiska vyjadruje integrál:

$$W = \int_C \vec{F} \cdot d\vec{r}. \quad (4)$$

Dynamická veličina, ktorá súvisí s pohybovým stavom častice a ktorá sa v dôsledku vykonania práce zmenila, sa nazýva *kinetická energia*  $E_k$ . Pri zjednodušenom modeli v aproximácii hmotného bodu, kinetickú energiu častice hmotnosti  $m$ , ktorá sa pohybuje rýchlosťou s veľkosťou  $v$ , (značne menšou ako je rýchlosťou svetla, t.j. uvažujeme zákony platné pre klasickú mechaniku), definujeme vzťahom:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2. \quad (5)$$

Na základe definície určenej vzťahom (5) vyplýva, že kinetická energia nemôže byť záporná, pretože ani hmotnosť  $m$ , ani kvadrát rýchlosti  $v^2$  nenadobúdajú záporné hodnoty. Rovnakú definíciu môžeme použiť aj pre teleso nezanedbateľných rozmerov, ak sa všetky jeho časti pohybujú rovnako veľkou rýchlosťou  $v$  a rovnakým smerom t.j. konajú posuvný (translačný) pohyb. Teleso nesmie rotovať, ani sa deformovať. Z hľadiska kinetickej energie sa takéto teleso správa ako častica (Halliday, D., Resnick, R., Walker, J., 2000).

Prírastok kinetickej energie hmotného bodu  $\Delta E_k$  sa rovná práci  $W$  vykonanej výslednicou síl pôsobiacich na hmotný bod, ktorá spôsobuje zmenu rýchlosti hmotného bodu z rýchlosti  $v_1$  na rýchlosť  $v_2$ . Platí:

$$\Delta E_k = E_{k2} - E_{k1} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = W. \quad (6)$$

Kinetická energia závisí od voľby vzťažnej sústavy (Libra, M., Poulek, V., 2007).

S polohou častice (hmotného bodu – HB), resp. telesa v zvolenej vzťažnej sústave súvisí pojem potenciálna energia  $E_p$ , ktorá sa rovná práci vykonanej silou pri jeho premiestnení do daného miesta z miesta, kde sme definovali nulovú potenciálnu energiu. Hovoríme, že HB alebo teleso sa nachádza v silovom poli, čo znamená, že v každom bode silového poľa naň pôsobí určitá sila, ktorej veľkosť aj smer sa s polohou môže meniť. Najjednoduchším prípadom je homogénne silové pole, v ktorom veľkosť aj smer sily sú v každom bode poľa rovnaké. V istom priblížení takýmto poľom je gravitačné pole Zeme, ak sa obmedzíme na nevelmi rozsiahlu oblasť (t.j. oblasť s rozmermi  $\ll$  ako polomer Zeme) blízko zemského povrchu (Ožvoldová, M., Červeň, I., 2004). Tiažová sila vykoná pri premiestnení hmotného bodu z miesta určeného výškou  $h_1$ , do miesta určeného výškou  $h_2$  prácu  $W$ , ktorá sa rovná zmene potenciálnej energie  $\Delta E_p$  hmotného bodu. Môžeme písať:

$$\Delta E_p = E_{p2} - E_{p1} = mgh_2 - mgh_1, \quad (7)$$

kde  $g$  je tiažové zrýchlenie. Ak zvolíme nulovú hladinu potenciálnej energie vo výške  $h_1 = 0$  m, potom:

$$E_p = mgh. \quad (8)$$

Celková mechanická energia hmotného bodu sa rovná súčtu jeho kinetickej a potenciálnej energie, platí teda:

$$E = E_p + E_k. \quad (9)$$

Po dosadení vzťahu (8) za  $E_p$  a vzťahu (5) za  $E_k$ , pre hmotný bod v homogénnom tiažovom poli Zeme platí:

$$E = mgh + \frac{1}{2}mv^2. \quad (10)$$

Mechanickú energiu môžeme akumulovať do zotrvačníka. Kinetická energia rotačného pohybu zotrvačníka s momentom zotrvačnosti  $J$  rotujúceho uhlovou rýchlosťou  $\omega$  je daná vzťahom (Libra, M., Poulek, V., 2007):

$$E_{k_{rot}} = \frac{1}{2}J\omega^2. \quad (11)$$

Ak teleso (zotrvačník, plechovka od Coca Coly a i.) okrem rotačného pohybu koná súčasne i translačný pohyb (napríklad plechovka kotúľajúca sa po vodorovnej alebo naklonenej rovine),



musíme pri vyjadrení celkovej mechanickej energie zväziť, že celková kinetická energia telesa sa okrem translačnej zložky skladá aj z kinetickej energie rotačného pohybu.

Zákon zachovania mechanickej energie hovorí, že mechanická energia izolovaného hmotného bodu resp. uzavretej sústavy hmotných bodov je stála. Tento zákon platí za predpokladu, že na hmotný bod pôsobia len konzervatívne sily, a nepôsobia tzv. disipatívne sily (napr. trecie sily). Ak vyjadríme mechanickú energiu telesa v tiažovom poli, potom porovnaním stavu hmotného bodu v miestach označených indexmi 1 a 2 môžeme vyjadriť v tvare (Libra, M., Poulek, V., 2007):

$$E_p + E_k = \text{konšt.} \Rightarrow E_{p_1} + E_{k_1} = E_{p_2} + E_{k_2} \quad (12)$$

V uzavretej sústave platí zákon zachovania energie, presnejšie zákon zachovania hmotnosti a energie, ktoré sa môžu navzájom premieňať podľa slávnej Einsteinovej rovnice:

$$E = mc^2, \quad (13)$$

kde  $c$  je rýchlosť svetla.

Energia na Zemi existovala a existuje vždy a to v rôznorodých formách. Nemožno ju vyrobiť ani zničiť. V uzavretej sústave, môže dochádzať len k vzájomnej premene jej jednotlivých foriem. Existuje mnoho foriem energie napr. mechanická, elektrická, jadrová, tepelná, žiarivá, chemická, ktoré sa môžu vzájomne transformovať. Energia sa uvoľňuje aj pri termojadrovej fúzii, je to jadrová syntéza ľahkých jadier ( $^2H$ ,  $^3H$ ), ktorá sa uskutočňuje pri veľmi vysokých teplotách a tlaku. Potenciálne možné využitie má aj anihilácia častíc a antičastíc.

## 1.2 Druhy a zdroje energie

Zdrojom takmer všetkej energie na Zemi je energia zo Slnka. Počas niekoľkých miliónov rokov dodávalo Slnko energiu rastlinám, ktoré po zuhoľnatení dali vznik fosílnym palivám. Keď ich spálime, uvoľníme zakonzervovanú slnečnú energiu, ktorú už nikdy nebudeme môcť znova použiť. Hovoríme o neobnoviteľných zdrojoch energie. Okrem toho je Slnko:

- zdrojom svetelnej energie, ktorú môžeme použiť pri priamej premene vo fotovoltaických systémoch na elektrickú energiu;
- je zdrojom tepelnej energie, ktorú môžeme využiť v slnečných kolektoroch a ďalších solárnych tepelných zariadeniach;
- ohrieva zemský povrch a atmosféru, vznikajú tak vrstvy vzduchu s rôznou teplotou, hustotou a tlakom. Vyrovnávaním atmosférického tlaku vzniká vietor – ďalší obnoviteľný zdroj energie;
- vďaka slnečnému teplu sa vyparuje voda a dochádza k jej neustálemu kolobehu na Zemi. Ako energiu prúdiacej vody, tak aj teplotné rozdiely povrchu a hlbiny oceánov, alebo vlnobitie generované vetrom, môžeme využiť tiež;
- Slnko a Mesiac sú zodpovedné za tzv. slapové sily, ktoré spôsobujú príliv a odliv. Tieto pohyby vodnej hladiny tiež môžeme energeticky využiť (Dufková, M., 2005).

Slnečné žiarenie, ktoré dopadne na zemský povrch sa môže premeniť na:

- tepelnú energiu, ktorá zohrieva vzduch, vodu, pôdu;
- mechanickú energiu, ktorá zapríčiňuje vznik vzdušných prúdov;
- chemickú energiu, ktorá je viazaná pomocou fotosyntézy v rastlinách, ale aj iných organizmoch (Iliáš, I. et al., 2006);
- elektrickú, ktorú možno získať zo slnečnej energie priamo fotovoltaickou, termoelektrickou alebo termoemisnou premenou slnečného žiarenia alebo konvenčným spôsobom (nepriamo cez mechanickú energiu vetra, vody a fosílnych palív). Solárne elektrárne pracujúce na princípe priamej premeny sú lokalizované prevažne na púšťach, kde je dostatočná intenzita slnečného žiarenia, ako aj dosť miesta na inštaláciu stoviek zrkadiel. (Energia Slnka, dostupné na: <http://physedu.science.upjs.sk/sis/fyzika/environmentalna/enslnka/index.htm>, citované dňa 17.9.2011).

Slnko produkuje každú sekundu obrovské množstvo energie – približne  $1,1 \cdot 10^{20}$  kWh. Pre porovnanie 1 kWh energie spotrebuje 100 W žiarovka za desať hodín svojej činnosti. Vrchná vrstva

atmosféry prijíma asi  $2 \cdot 10^9$  Slnkom vytvorenej energie, čo je približne  $1,5 \cdot 10^{18}$  kWh za rok. V dôsledku odrazu, rozptylu a absorpcie plynmi a aerosólmi v atmosfére dopadá na zemský povrch len asi 47 % z tejto energie, čo predstavuje  $7,10^{17}$  kWh =  $2,52 \cdot 10^{24}$  J. Okamžitý výkon slnečného zdroja predstavuje v atmosfére  $1,7 \cdot 10^{17}$  W. Pre zaujímavosť môžeme vypočítať, aké množstvo hnedého uhlia by sme museli spáliť, aby sme získali  $2,52 \cdot 10^{24}$  J energie.

Energia, ktorú získame spálením rôznych látok, palív, charakterizujeme veličinou *výhrevnosť paliva H*. Výhrevnosť paliva *H* – je určená podielom tepla *Q*, ktoré palivo s hmotnosťou *m* odovzdá svojmu okoliu pri dokonalom spálení a hmotnosti *m* paliva. Platí:

$$H = \frac{Q}{m}. \quad (14)$$

Jednotkou výhrevnosti je ( $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$ ). Výhrevnosť patrí medzi základné fyzikálne parametre palív. Výhrevnosť uhlia je rôzna. Na stránke <http://www.uhlie.com/index.php/hnede-uhlie> môžeme nájsť výhrevnosť uhlia v závislosti od miesta jeho ťažby. Pre náš výpočet sme si zvolili výhrevnosť hnedého uhlia (Orech 1) z Hornonitrianskych baní Prievidza, a.s.  $H = 15 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1} = 15 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Úpravou vzťahu (14) dostaneme:

$$m = \frac{Q}{H}$$

$$m = \frac{2,52 \cdot 10^{24} \text{ J}}{15 \cdot 10^6 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}}$$

$$m = 1,68 \cdot 10^{17} \text{ kg} = 168 \cdot 10^{12} \text{ t}$$

Z výpočtu vyplýva, že Zem prijme zo Slnka ročne také množstvo energie, ktoré by vzniklo spálením  $168 \cdot 10^{12}$  ton hnedého uhlia (Orech 1).

Žiarenie zo Slnka, ktoré dopadá na zemský povrch nazývame globálnym žiarením a zahŕňa žiarenia všetkých vlnových dĺžok. Intenzita slnečného žiarenia sa zníži prechodom do atmosféry. Pri meraní intenzity slnečného žiarenia rozlišujeme žiarenie priame, difúzne (rozptýlené) a žiarenie, ktoré sa odráža od zemského povrchu alebo od iných objektov. Tieto zložky žiarenia vnímame voľným okom a môžeme ich využiť prostredníctvom slnečných kolektorov. Ak je obloha zamračená, je prítomná iba difúzna zložka žiarenia. Množstvo slnečného žiarenia, ktoré dopadá na zemský povrch, závisí od niekoľkých faktorov, ako napr. počasie, ročné obdobie, znečistenie atmosféry, polohy Slnka na oblohe počas dňa a pod. Východiskový údaj na využívanie slnečnej energie je solárna konštanta. Vyjadruje výkon slnečného žiarenia, prechádzajúceho na hranici zemskej atmosféry jednotkou plochy, nastavenej kolmo na slnečné lúče.

Slnečná konštanta je odhad priemerného ročného mimozemského oslnenia. Na základe meraní NASA sa za solárnu konštantu považovala hodnota  $1,353 \text{ kW/m}^2$ , ale v súčasnej dobe sa začína častejšie používať solárna konštanta hodnoty  $1,377 \text{ kW/m}^2$ . Pre oblasť Slovenska sa používa hodnota  $1,350 \text{ kW/m}^2$ .

Slnečnú konštantu možno vypočítať zo vzťahu:

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} \quad (15)$$

$$I = \frac{3,9 \cdot 10^{26} \text{ W}}{4\pi (1,5 \cdot 10^{11})^2 \text{ m}}$$

$$I = 1,38 \cdot 10^3 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$I = 1,38 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2},$$

kde *P* je celkový žiarivý výkon Slnka a *r* je stredná vzdialenosť Zeme od Slnka.

Jeden z možných spôsobov zachytávania slnečnej energie predstavujú solárne kolektory, ktoré pozostávajú z veľkého počtu vzájomne prepojených fotoelektrických článkov „vyrábajúcich“ elektrickú energiu. Lacnejším spôsobom zachytávania slnečnej energie je používanie zrkadiel. V Kalifornii existuje elektráreň, ktorej 1800 zrkadiel odráža slnečné svetlo na nádrž s tekutinou

umiestnenou na vrchole veže. Zahriata tekutina sa používa na výrobu pary, ktorá otáča turbíny a elektrický generátor. Prevádzka solárnych elektrární je pomerne komplikovaná (Bender, L., 1996).

V poslednej dobe sa vraciame k najjednoduchším spôsobom využitia slnečnej energie – priamemu ohrevu či k tzv. solárnej architektúre. Vo všeobecnosti môžeme túto energiu využívať:

- **aktívne** – pomocou slnečných kolektorov alebo bazénových plastových absorbérov na ohrev vody;
- **pasívne** – tak, že prispôbíme naše bývanie slnečnému žiareniu využitím tzv. solárnej architektúry, ktorá využíva teplo získané priamym slnečným žiarením cez okná a iné presklené časti domu (Iliáš, I. et al., 2006).

Medzi aktívne spôsoby využívania slnečnej energie patrí:

- využitie slnečných kolektorov na výrobu tepla a teplej úžitkovej vody;
- využitie fotovoltaických článkov na výrobu elektrickej energie.

Ďalším pôvodným zdrojom energie na Zemi sú rádioaktívne prvky, ktoré sa sem dostali pri výbuchu pradávej supernovy pri vzniku našej Zeme. Aj ich máme k dispozícii len konečné množstvo. Nezostáva nám preto iné, len hľadať iné tzv. alternatívne resp. obnoviteľné zdroje energie.

V širšom zmysle slova by za obnoviteľný zdroj energie mohla byť považovaná aj jadrová energia, získavaná v rýchlych množivých reaktoroch, ktoré pri svojej prevádzke vďaka jadrovým reakciám vyrobia viac paliva, než koľko do nich bolo vloženého.

Dnes sa veľa hovorí o vodíkovej energetike resp. vodíkovom hospodárstve. Vodík ako zdroj energie budúcnosti, predstavuje veľkú nádej v súvislosti s progresívnymi elektrárnami, ale ešte viac v súvislosti s pohonmi. Vodík – ako energetický zdroj je:

- univerzálne použiteľný na výrobu tepla alebo elektriny,
- vyrábiteľný mnohými spôsobmi (aj z obnoviteľných zdrojov),
- vysokoúčinný (jeden diel vodíka obsahuje energiu troch dielov zemného plynu, potrebuje ale 3-krát väčší objem),
- netoxický,
- plynovodmi ľahko transportovateľný,
- dlhodobo skladovateľný (Bedi, E., 2001).

Problém je v tom, že najskôr musíme spotrebovať veľké množstvo energie na výrobu samotného vodíka. Skladovanie a rozvod vodíka tiež nie sú lacné.

Veterná energia je formou slnečnej energie. Vietor vzniká v atmosfére pri rozdieloch atmosférických tlakov. Ten je dôsledkom nerovnomerného ohrievania povrchu Zeme. Rotácia Zeme spôsobuje stáčanie veterných prúdov, ktoré ovplyvňuje aj ráz krajiny (rastlinstvo, vodné plochy pod.). Na miesto stúpajúceho teplého vzduchu sa tlačí studený vzduch. Človek využíval vietor od nepamäti napr. na pohon lodí – plachetnice, ako zdroj mechanickej energie vo veterných mlynoch a na pohon vodných čerpadiel. V súčasnosti sa veterná energia využíva v tzv. veterných elektrárnach. Z praktického hľadiska je najdôležitejším parametrom pri využívaní energie vetra jeho rýchlosť. Energetické využitie má však len vodorovná zložka tlakovej sily prúdiaceho vzduchu. Využiteľný je vietor rýchlosti od 4 – 26 m.s<sup>-1</sup>, po prekročení tejto hranice sa musí elektrárň zastaviť (rotor sa zabrzdí a lopatky sa postaví oproti vetru najužším profilom). Mohlo by totiž dôjsť k rozkmitaniu celej konštrukcie, čo by mohlo viesť k jej deštrukcii (Lepil, O. et al., 2009). Ďalšími faktormi, ktoré ovplyvňujú množstvo veternej energie zachytenej veternou elektrárnou sú: hustota vzduchu, plochy rotora, energetická účinnosť konverzie.

Človek už od pradávna využíval obrovský potenciál energie vodných tokov – kinetickú energiu prúdiacej vody, potenciálnu i tlakovú (pretlak vody voči okoliu) energiu vody. Veľké množstvo energie v sebe ukrýva:

- *vlnenie mora* – spôsobuje ho vietor, niekedy vzniká aj v ústiach veľkých riek alebo pri podmorskom zemetrasení (vlny tsunami). Dĺžkový meter morskej vlny nesie pomerne značnú energiu, ktorá zodpovedá výkonu približne 80 kW. Veľkosť tejto energie je ale nestála a zmeny sú nepravidelné. Energeticky je využiteľné len pravidelné vlnenie, ale v súčasnosti sa využíva veľmi málo napr. elektrárň Kalimai v Japonsku má tvar cisternovej lode rozdelenej

na systém komôr. Morské vlny stláčajú v komorách vzduch a poháňajú tak turbíny s generátormi s výkonom 200 kW (Dufková, M., 2005);

- *morský príboj* – ak morské vlny narazia pri pobreží na dno, zmení sa ich výška i dĺžka. S malým úspechom sa príbojová elektrárň skúšala v Japonsku i Bretónsku;
- *morské prúdy* – sú vlastne mohutné podmorské rieky, ktoré vznikajú dôsledkom teplotných rozdielov rôznych vrstiev vody. Rozdiely hustoty vody rôznej teploty podmieňujú vznik prúdenia vody, ktoré je opäť zdrojom mechanickej energie (Lepil, O. et al., 2009);
- *pravidelne sa opakujúci príliv a odliv* (slapové javy) – príťažlivosť Mesiaca a čiastočne i Slnka spôsobuje na Zemi slapové sily, ktorým podlieha atmosféra i hladina morí. Príliv a odliv sa dvakrát denne opakujú. Na výšku prílivu má rozhodujúci vplyv tvar pobrežia. Moderná prílivová elektrárň bola postavená v ústi rieky La Rance v Bretónsku. Príliv tu dosahuje 8,4 m a celkový inštalovaný výkon elektrárne je 240 MW. Celkovo má 24 reverzných turbín, ktoré sa otáčajú ako pri prílive, tak aj pri odlive, ale opačným smerom (Dufková, M., 2005).

Niektoré časti zemskej kôry sa vplyvom tepla vznikajúceho pri vulkanickej činnosti alebo pri rádioaktívnych premenách v ložiskách izotopov zahrievajú viac. Vo vnútri Zeme sa hromadí veľké množstvo tejto energie. Avšak 99 % tejto energie vystupuje na zemský povrch s hustotou iba  $0,05 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ . Preto je táto energia využiteľná len v miestach tzv. geotermálnej anomálie.

Existujú dva základné spôsoby využitia geotermálnej energie:

- *hĺbkový spôsob* – využíva najmä vysokopotenciálové teplo Zeme;
- *povrchový spôsob* – využíva najmä nízkopotenciálové teplo Zeme pomocou tepelných čerpadiel. Tepelným čerpadlom je teplo z okolitého prostredia relatívne nízkej teploty sústredené do výmenníka, kde sa ním ohrieva úžitková voda. Prevádzka tepelného čerpadla vyžaduje určitý príkon elektrickej energie, ktorá je však menšia, než získané teplo.

Medzi zdroje geotermálnej energie zaraďujeme:

- *pole suchých pár* – sondy odvádzajú paru teploty  $200 \text{ }^{\circ}\text{C}$  až  $250 \text{ }^{\circ}\text{C}$  pod prirodzeným tlakom až  $10 \text{ MPa}$ ;
- *pole mokrých pár* – zdroje horúcej vody teploty  $180 \text{ }^{\circ}\text{C}$  až  $350 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , kde voda vďaka vysokému tlaku nezmenila skupenstvo. Vo vode sú prítomné agresívne látky, preto sa musia potrubia a čerpadlá vyrábať z drahých legovaných ocelí a nerez;
- *pole nízkoteplotné* – tvoria ho prírodné podzemné zdroje teplej vody (Lepil, O. et al., 2009).

Geotermálna energia v skutočnosti nie je obnoviteľným zdrojom energie, pretože pochádza z horúceho jadra Zeme. Napriek tomu sa z dôvodu nevyčerpatelných zásob ale medzi tieto zdroje zaraďuje.

Slovensko je krajina s nadpriemernými geotermálnymi podmienkami. Jediný problém spočíva v ekonomicky výhodnom využívaní zdrojov geotermálnej energie. Celkový tepelno-energetický potenciál geotermálnych vôd Slovenska vo všetkých perspektívnych oblastiach reprezentuje  $5\,538 \text{ MW}$ . V súčasnosti sa geotermálna energia na Slovensku využíva v 35 lokalitách s tepelne využiteľným výkonom asi  $83 \text{ MW}$ . Tento výkon však i napriek jeho nízkej účinnosti (okolo 30 %, čo predstavuje  $25 \text{ MW}$ ) ušetrí za rok pri  $200$  dňoch vykurovania asi  $42\,600 \text{ t}$  hnedého uhlia alebo  $16 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  zemného plynu.

To je skutočnosť, s ktorou pri intenzívnom rozvoji dnešnej informačnej spoločnosti musíme počítať a mať vízie i do budúca a myslieť na novú generáciu po nás.

### 1.2.1 Elektrochemický článok

Základným prvkom elektrochemického zdroja elektrickej energie je elektrochemický článok. Používa sa k napájaniu prenosných prístrojov ako sú napr. kalkulačky, baterky, hodinky, rádiá, mobily, notebooky a pod. Veľké niekoľkonásobné články (batérie) naštartujú auto. Dnes už dokonca môžu auto (elektromobil) či bicykel (elektrický bicykel) aj poháňať.

Elektrochemické články sa delia na *galvanické* a *elektrolytické* články. Základný rozdiel medzi nimi je v spôsobe premieňania energie. Galvanický článok premieňa chemickú energiu na elektrickú a elektrolytický článok naopak – elektrickú energiu na chemickú (elektrolýza).

Malé galvanické články sú väčšinou tzv. monočlánky (primárne články). Elektrická energia vzniká vzájomným pôsobením chemikálií vnútri článku. *Primárne elektrochemické články* vydržia v nepretržitej prevádzke len niekoľko dní, pretože chemikálie postupne reagujú, a tým sa vyčerpávajú. Dlhšiu životnosť ako suché články majú alkalické články, v ktorých prebieha chemická reakcia medzi zinkom a uhlíkom za prítomnosti alkalického elektrolytu. *Sekundárny elektrochemický článok* (vratný elektrochemický článok alebo akumulátor) je elektrochemický článok, ktorý po nabití (chemickej reakcii vyvolanej jednosmerným prúdom), je schopný spustiť opačnú chemickú reakciu, ktorou vzniká jednosmerný prúd (opačného smeru ako prúd nabitia). Prechádzajúci prúd v ňom vyvoláva vratné chemické zmeny, ktoré sa prejavujú rozdielnym elektrochemickým potenciálom na elektródach. Z elektród sa potom dá čerpať na úkor týchto zmien elektrická energia späť. Pretože sú napätia na článkoch chemických akumulátorov relatívne malé (okolo 1,2 – 3,7 V), sú niekedy akumulátory združované do akumulátorových batérií s vyšším napätím, napr. 12 V alebo 24 V.

Pomenovanie elektrochemických článkov ako *galvanické články* odráža historickú skutočnosť. Názov dostali po talianskom profesorovi anatómie *Luigim Galvanim*, ktorý v roku 1786 objavil elektrický prúd. Pri pitve žaby skalpelom jeho asistent vyrobil iskru prístrojom na statickú elektrinu a Galvani náhle spozoroval krčovitú skrútenie svalov žabieho stehienka. Po viacerých experimentoch zistil, že stehienka sa skrúcajú aj vtedy, ak sa ich dotkne bimetalickým oblúkom a prišiel k záveru, že záškuby boli spôsobené tzv. „živočišnou elektrinou“. O pokusoch L. Galvaniho sa dozvedel taliansky vedec Alessandro Volta. Odhalil, že nejde o živočišnu elektrinu, ale o reakciu kovov. Prvý ukázal, že jestvuje potenciálový rozdiel medzi dvoma kovmi umiestnenými v určitých kvapalinách (elektrolytoch), t.j. že sa z chemickej energie môže získavať jednosmerný prúd. Potenciálový rozdiel spôsobený chemickými zmenami v článku sa nazýva *elektromotorické napätie* a jeho veľkosť závisí od použitých kovov. Volta zostrojil prvú batériu – Voltov stĺp. Pozostávala zo strieborných a zinkových diskov uložených na sebe, oddelených tvrdým papierom alebo látkou namočenou v slanej vode. Toto usporiadanie je rovnaké ako keď sa spojí spolu viac jednoduchých článkov. Zostavil takisto poradie kovov podľa ich elektrochemických potenciálov.

Dnes sa však predpokladá, že primitívne *galvanické články* existovali už pred 2000 rokmi. Existencia *Bagdadskej batérie* zrejme ukazuje, že Volta nebol prvým, kto objavil batériu, ale že ju „znovu objavil“ (Lower, S., 2007). Bagdadska batéria sa pravdepodobne využívala na pokrytie kovu iným kovom. Niektorí ľudia dokonca predpokladali, že táto batéria nepochádza zo Zeme, ale bola prinesená v staroveku inou civilizáciou. Avšak materiál použitý na jej výrobu mohli ľudia v tej dobe sami vyrobiť.

*John Daniell* (anglický chemik a meteorológ) vyvinul prvý moderný galvanický článok na uskladňovanie energie na základe Faradayových princípov – *Danielov článok* (1836). Ten sa skladá zo sklenenej nádoby s medenými elektródami v tvare hviezdy na dne a zinkovými v tvare „vranej stopy“ pri vrchu. Na dne nádoby je koncentrovaný roztok síranu meďnatého (modrej skalice) a na vrch sa nalieva zriedená kyselina sírová, ktorej nižšia hustota zabezpečuje umiestnenie nad síranom. Toto bol prvý galvanický článok, ktorý našiel uplatnenie pri telegrafii, železničnej signalizácii a domových zvončekoch. Medzi novšie batérie patrí napr. Leclanchého článok, nikel železnatý článok, alkalická suchá batéria, Ni – Cd články, palivový článok a pod.

## 2 Prírodovedná gramotnosť žiakov

V súčasnosti v médiách často počujeme, ako rýchlo sa zväčšuje objem nových poznatkov. V súvislosti s tým a zároveň i s rozvojom IKT je proklamované spojenie „modernizácia vyučovania“. Sú súčasní žiaci, využívajúci nové IKT prostriedky schopnejší a šikovnejší? Ako prispievajú tieto prostriedky k poznaniu reálneho sveta okolo nás? Je logické myslenie súčasnej mládeže vyspelejšie ako tej predchádzajúcej? Akú úlohu v tom zohráva matematické a fyzikálne vzdelávanie je mnohým zrejme. Pojednajme stručne o prírodovednom vzdelávaní.

### 2.1 Je úroveň prírodovednej gramotnosti žiakov dôležitá?

Výchovnovzdelávací proces je dej veľmi zložitý, jeho vonkajšia stránka je všeobecne známa. Učiteľ učí (vyučuje), žiaci sa učia. Učiteľ učí skupinu žiakov v triede, jeho činnosť je kolektívna, ale učenie sa každého žiaka je dej individuálny. Učenie sa žiaka prebieha v jeho vlastnom vedomí. Učiteľ svoju činnosť pozná a vo väčšine prípadov aj dokonale ovláda, ale k individuálnej činnosti každého žiaka, hlavne k zložitým procesom jeho učenia sa, môže preniknúť len nedostatočne. Žiak sa učí sám, tak ako vie. Je z toho zrejme, že najvlastnejšia podstata výchovnovzdelávacieho procesu, t.j. zložité psychické a iné deje, ktoré prebiehajú vo vedomí a v nervovej sústave žiaka, nie sú riadené a kontrolované učiteľom. V tom treba hľadať jednu z hlavných a najvážnejších príčin malej efektivity vyučovacieho procesu. Vo svete sa v súčasnosti hľadajú spôsoby, ako urobiť alebo aspoň usporiadať výchovnovzdelávací proces, pri zachovaní charakteru hromadnej výučby tak, aby bolo neustále kvalitne a efektívne riadené učenie sa každého žiaka. Pri tomto procese má byť zaručená jeho všestranná výchova i vzdelávanie, pričom treba mať na pamäti, že neexistuje najlepšia učebná metóda vyhovujúca naraz všetkým.

Ani najmodernejšie učebné prostriedky alebo učebnice nezaistia efektívny učebný proces, ak sa neberú do úvahy biologické podmienky tohto procesu. Mozog je základnou podmienkou pre účinnú prácu, a práve v ňom má človek najväčšie rezervy. Pre proces učenia sa je dôležitá šedá mozgová hmota veľkých hemisfér.

Človek príde na svet s určitým množstvom mozgových buniek. Sú to bunky, ktorých počet sa nemení, ale ich činnosť ovplyvní počet podnetov v prvých troch mesiacoch. Vzniknú nimi viaceré spojenia. Vznikne tak sieť, na ktorú sa potom pripájajú nové informácie. Počet týchto spojení, kvalita siete sú rozhodujúce pre učebný proces. Po treťom mesiaci sa však vznik nových spojení v podstate nezastaví a ich počet ovplyvní rozvoj schopností učiť sa. Čo sa deje v týchto prvých troch mesiacoch života dojčťa? Dostáva prvé informácie zo svojho okolia cez rôzne informačné kanály: cez sluch, zrak, hmat, atď. Dieťa v rannom veku hromadí vnemové detaily, ale navzájom ich ešte nespája. Integruje ich až postupne, opakovaním a osvojovaním si motorických schém a návykov, ktoré sa postupne aktívnym opakovaním koordinujú. Dieťa je postupne schopné sa vedome orientovať vo svojom prostredí, je schopné spojiť prostriedok s účelom a začať systematicky experimentovať (Gajdošíková-Zeleiová, J., 2012). V jeho mozgu sa vytvára určitá sieť spojení a informácií (synaptická sieť), na ktorú sa potom pripájajú všetky nové informácie. Pretože ľudia žijú v rôznych podmienkach, je aj táto sieť u každého iná. K praktickému poznaniu ako výsledku vnútorného konštruovania reality dochádza až neskôr, zapojením myšlienkových operácií analýzy, syntézy, indukcie, dedukcie, analógie, komparácie a pod. Už tu si treba uvedomiť, akú dôležitosť hrá experimentovanie, realizované formou hry, pre dieťa od najútlejšieho veku. Je zaujímavé, že v prvých týždňoch po narodení sa u dieťaťa rozhodne i o tom, aké preferencie bude pri učení mať. Sú vyhranené aj miešané typy, preto by pri učebnom procese malo platiť pravidlo – čím viac informačných kanálov sa použije, tým lepšie, ľahšie a trvalejšie sa nové informácie zafixujú. Nie je to novinka, uplatňoval to už Komenský. Znamená to teda, že ak oslovíme žiaka, spôsob jeho chápania, učenia sa a zapamätávania si, keď vzbudíme jeho záujem a pomôžeme u neho vytvoriť čo možno najviac asociácií medzi novou a starou látkou, zaistíme mu úspešnú prácu s učivom.

Jedným z nedostatkov tradičného vyučovania je fakt, že učitelia predkladajú žiakom hotové informácie. V praktickom živote však nebudú mať pri sebe učiteľa – zdroj informácií. Aj z tohto

dôvodu je treba naučiť žiakov: ako sa k hľadanej informácii dostať, ako ju zaznamenať, spracovať a následne použiť. Žiakov je potrebné viesť k povedomiu, že učiteľ a učebnica nie sú jedinými zdrojmi informácií. Práca s informáciami ale nesmie žiakov zaťažovať, skôr naopak, mala by podnecovať ich prirodzenú zvedavosť, samostatnosť, tvorivosť.

Je všeobecne známa skutočnosť, že prírodovedné predmety a fyzika zvlášť nepatria u väčšiny slovenských žiakov a študentov medzi obľúbené (Gerháťová, Ž., 2009). Zdajú sa im byť nudné, bez prepojenia s vonkajším svetom, s obrovským množstvom nepotrebných pojmov, výsledkom čoho je pokles výsledkov našich žiakov v medzinárodných testovaniach ako je TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) a PISA (Programme for International Student Assessment).

Položme si nasledujúce otázky: Čo v sebe zahŕňa pojem prírodovedná gramotnosť? Prečo je potrebné, aby žiaci a študenti dosiahli určitú úroveň prírodovednej gramotnosti? Je potrebné venovať zvýšenú pozornosť prírodovednému vzdelávaniu aj dnes?

Koubek (2002) uvádza: „S termínom „prírodovedná gramotnosť“ sme sa prvý raz stretli v práci A. Lacinu, ktorý v článku *Cesta k prírodovednej gramotnosti* (Čs. čas. pro fyziku A 35, 1985) publikoval preklad práce Arnolda B. Aronsa *Scientific Literacy* (1983). V zmysle Aronsovho článku *prírodovednou gramotnosťou rozumieme prírodovedný vedomostný základ všeobecne vzdelaného jedinca*.“ Ďalej objasňuje, že prírodovedná gramotnosť jednotlivca sa prejavuje ako jeho schopnosť využívať prvky vlastného prírodovedného vzdelania pri hľadaní, chápaní a posudzovaní (prírodných) súvislostí v javoch, s ktorými sa bežne stretáva. Prírodzená integrácia vedy a technológie v praxi je vážnym signálom pre integráciu vedy a technológie v procese vzdelávania. Prírodovedná gramotnosť má svoje významné miesto v oblasti vedeckého pokroku a významne prispieva k vedecko-technickému pokroku, a teda musí byť súčasťou vzdelania človeka tretieho tisícročia (Gerháťová, Ž., Ožvoldová, M., 2011).

Štátny vzdelávací program pre jednotlivé stupne škôl v Slovenskej republike v rámci novej školskej reformy, ktorá sa začala realizovať v septembri 2008, zavádza pojem *vzdelávacia oblasť*. Fyzika, chémia a biológia ako prírodovedné predmety sú spoločne zaradené do vzdelávacej oblasti *Človek a príroda*. Cieľom vzdelávania prostredníctvom obsahu vo vzdelávacej oblasti *Človek a príroda* v Štátnom vzdelávacom programe ISCED 2 (nižšie sekundárne vzdelávanie) je porozumieť prírodným aspektom vplývajúcim na život človeka a vedieť vysvetliť prírodné javy vo svojom okolí, zaujímať sa o prírodu a dianie v nej, získavať informácie o prírode a jej zložkách nielen z rôznych zdrojov, ale aj prostredníctvom vlastných pozorovaní a experimentov v prírode a v laboratóriu, čím si žiaci rozvíjajú zručnosti pri práci s grafmi, tabuľkami, schémami, obrázkami, náčrtmi, mapami (ŠVP – ISCED 2, 2008). V charakteristike predmetu fyzika sa ďalej uvádza, že „každý žiak dostane také základy, ktoré z neho spravia prírodovedne gramotného jedinca tak, aby vedel robiť prírodovedné úsudky a vedel použiť získané vedomosti na efektívne riešenie problémov“ (tamtiež, 2008).

V Štátnom vzdelávacom programe pre gymnáziá ISCED 3A (vyššie sekundárne vzdelávanie) je celkovým cieľom vzdelávacej oblasti *Človek a príroda* dať žiakom základy prírodovednej gramotnosti, ktorá im umožní robiť prírodovedne podložené úsudky a vedieť použiť získané operačné vedomosti na úspešné riešenie problémov (ŠVP – ISCED 3A, 2008).

PISA definuje prírodovednú gramotnosť ako „schopnosť používať vedecké poznatky, identifikovať otázky a vyvodzovať dôkazmi podložené závery pre pochopenie a tvorbu rozhodnutí o svete prírody a zmenách, ktoré v ňom v dôsledku ľudskej aktivity nastali“ (PISA SK 2003, Národná správa, 2004).

Z definície jasne vyplýva, že základným cieľom prírodovedného vzdelávania je, aby absolventi vedeli využívať získané poznatky v praktickom živote napr. pri opisovaní a vysvetľovaní prírodných javov, pri riešení problémov a interpretovaní vedeckých záverov.

V roku 1999 projekt TIMSS dokonca definoval nasledujúcich 9 prírodovedných kompetencií:

1. porozumieť jednoduchej informácii;
2. porozumieť zložitejšej informácii;
3. použiť vedecké princípy pri kvantitatívnom riešení problémov;
4. použiť vedecké princípy pri vysvetľovaní;

5. robiť rutinné experimentálne operácie;
6. rozhodovať pri riešení problémov;
7. interpretovať dáta;
8. formulovať závery zo získaných dát;
9. navrhnuť výskum (TIMSS 1999, International Science Report, 2000).

Úroveň prírodovednej gramotnosti žiakov (spolu s úrovňou ďalších skúmaných oblastí) zisťujú medzinárodné štúdie ako napr. OECD PISA (15 roční žiaci) a TIMSS (13 a 14 roční žiaci). O jej výsledkoch pojednáme v ďalšej časti práce.

## 2.2 Úroveň prírodovednej gramotnosti žiakov na Slovensku

Prvý cyklus testovania štúdie TIMSS na Slovensku sa uskutočnil v roku 1995. V rokoch 1995, 1999 a 2003 sa testovania zúčastnili žiaci 8. ročníka základnej školy a 1. ročníka osemročných gymnázií. V roku 2007 boli do merania vedomostí a zručností štúdie TIMSS na Slovensku zapojení žiaci 4. ročníka základnej školy.

Hlbšia analýza výsledkov v jednotlivých rokoch ukázala, že naši žiaci nedokázali riešiť úlohy, ktoré boli zamerané na skúmanie sveta okolo nás a na praktické využitie získaných poznatkov. Úspešnosť slovenských žiakov vo fyzike zaznamenala v r. 1999 v porovnaní s rokom 1995 istý pokles. Dosiahnuté priemerné skóre slovenských žiakov z prírodovedných predmetov v roku 2003 pokleslo na hodnotu 517 bodov z hodnoty 532 bodov v roku 1995. Zistil sa teda štatisticky významný pokles výsledkov, hoci Slovenská republika dosiahla priemerné skóre z prírodovedných predmetov 517 bodov (16. miesto), ktoré bolo štatisticky významne vyššie ako medzinárodný priemer (474 bodov) (Gerhátovej, Ž., Ožvoldová, M., 2011).

Od roku 2000 prebieha v krajinách OECD a partnerských krajinách v trojročných cykloch monitorovanie výsledkov vzdelávania a hodnotenia efektívnosti jednotlivých školských systémov s názvom OECD PISA. Testovania sa zúčastňujú žiaci vo veku 15 rokov. V rokoch 2000 a 2003 OECD PISA hodnotila prírodovednú gramotnosť testovaných žiakov len ako doplnkovú oblasť.

Prehľad výsledkov testovania OECD PISA v prírodovednej gramotnosti žiakov SR uvádzame v tab. 1 (PISA SK 2003, Národná správa, 2004; PISA SK 2006, Národná správa, 2007; Koršňáková et al., 2010, NÚCEM – Zverejnenie výsledkov PISA 2012), pričom výsledky z roku 2003 zodpovedajú rozpätiu, v ktorom by sa SR umiestnila, keby sa testovanie opakovalo, prípadne by nás reprezentoval iný stratifikovaný výber žiakov (PISA SK 2003, Národná správa, 2004).

Z uvedených výsledkov jasne vyplýva, že prírodovedné vzdelávanie by si na Slovensku zaslúžilo vyššiu pozornosť. Alarmujúca je nielen úroveň prírodovednej gramotnosti slovenských žiakov, ale aj ich záujem o štúdium týchto predmetov. Tento fakt sa každoročne prejavuje v nízkom počte prihlásených uchádzačov o štúdium prírodovedných predmetov, hlavne fyziky, hoci fyzika tvorí bázu pre techniku a ďalšie významné odbory. Školská reforma v novom štátnom vzdelávacom programe ešte znížila počet vyučovacích hodín prírodovedných predmetov. Navyše k ďalšiemu ich znižovaniu v niektorých prípadoch dochádza na úrovni školských vzdelávacích programov. Uvidíme, ako sa táto skutočnosť premietne v nasledujúcich testovaniach prírodovednej gramotnosti žiakov.

Naposledy sa testovanie OECD PISA uskutočnilo v apríli 2012. Jeho výsledky sú alarmujúce. Výkon žiakov SR v prírodovednej gramotnosti sa nachádza pod priemerom zúčastnených krajín OECD. Výkon porovnateľný s výkonom SR dosiahli Island, Dubaj (SAE), Izrael, Grécko a Turecko. Z krajín OECD signifikantne nižší výkon ako SR dosiahli Čile a Mexiko. V ostatnom cykle štúdie PISA v roku 2012 dosiahli naši žiaci signifikantne nižšie skóre v porovnaní s cyklami v roku 2006 a 2009. V roku 2006 dosiahli žiaci SR výkon na úrovni 488 a v roku 2009 na úrovni 490 bodov. Skóre v týchto predchádzajúcich cykloch bolo významne nižšie v porovnaní s priemerom krajín OECD (NÚCEM – Zverejnenie výsledkov PISA 2012).

Ani prírodovedná gramotnosť slovenských maturantov nie je na požadovanej úrovni. Vyjadrujú to aj výsledky monitoringu vedomostí maturantov z predmetu fyzika, ktorý sa prvýkrát uskutočnil v roku 2003 a následne v roku 2004. Tabuľka 2 sumarizuje výsledky pilotného testovania



na Slovensku „Monitoring 2003 a 2004“, týkajúceho sa preverovania vedomostí maturantov z fyziky (Ožvoldová, M., Gerhátovej, Ž., 2010).

**Tabuľka 1** Výsledky žiakov SR z prírodovedných predmetov v štúdiu OECD PISA 2000–2012

| Rok test.   | Počet škôl v SR                                 | Počet žiakov v SR | Hlavná oblasť testovania | Priemerné skóre v bodoch | Poradie SR spomedzi krajín OECD | Poradie SR spomedzi všetkých krajín | Hodnotenie SR  |
|-------------|---|-------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|--|
| <b>2000</b> | Slovenská republika sa testovania nezúčastnila. |                   |                          |                          |                                 |                                     |  |
| <b>2003</b> | 281   | 7346              | matematická gramotnosť   | 495                      | 15. až 21. miesto z 29 krajín   | 18. až 25. miesto zo 40 krajín      | priemerný výkon sa štatisticky významne neodlišoval od OECD priemeru |
| <b>2006</b> | 189   | 4731              | prírodovedná gramotnosť  | 488                      | 20. až 25. miesto z 30 krajín   | 26 až 34 z 57 krajín                | signifikantne pod priemerom OECD                                     |
| <b>2009</b> | 189   | 4 555             | čitateľská gramotnosť    | 490                      | 23. až 29. miesto z 34 krajín   | 29. až 37. miesto zo 65 krajín      | signifikantne pod priemerom OECD                                     |
| <b>2012</b> | 231   | 5737              | matematická gramotnosť   | 471                      | 28. až 31. miesto z 34 krajín   | 39. až 42. miesto zo 65 krajín      | signifikantne pod priemerom OECD                                     |

**Tabuľka 2** Celkové výsledky testu maturantov z fyziky – Monitor 2003 a 2004

| Známka z fyziky  | Rok 2003        |                                 | Rok 2004        |                                 |
|------------------|-----------------|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|
|                  | Počet študentov | Priemerná úspešnosť v teste [%] | Počet študentov | Priemerná úspešnosť v teste [%] |
| 1 (výborne)      | 255             | 51,0                            | 658             | 61,7                            |
| 2 (veľmi dobre)  | 436             | 34,3                            | 783             | 49,1                            |
| 3 (dobře)        | 574             | 25,3                            | 1098            | 39,4                            |
| 4 (dostatočne)   | 436             | 22,9                            | 744             | 35,4                            |
| 5 (nedostatočne) | 43              | 23,1                            | 82              | 36,3                            |
| neklasifikovaní  | -               | -                               | 17              | 56,5                            |
| neuvedená        | 8               | 23,6                            | 16              | 40,1                            |
| <b>Celkovo</b>   | <b>1752</b>     | <b>30,7</b>                     | <b>3398</b>     | <b>45,1</b>                     |

Zverejnené výsledky PISA 2012 sú dostupné online na: NÚCEM –

[http://www.nucem.sk/documents//27/medzinarodne\\_merania/pisa/publikacie\\_a\\_diseminacia/4\\_i ne/PISA\\_2012.pdf](http://www.nucem.sk/documents//27/medzinarodne_merania/pisa/publikacie_a_diseminacia/4_i ne/PISA_2012.pdf).

Výsledky pilotného testovania maturantov MONITOR 2003 sú dostupné online na:

[http://www.nucem.sk/documents//25/monitor\\_2003/00\\_Celoslovensk%C3%A9\\_v%C3%BDsledky\\_v%C3%BDber.pdf](http://www.nucem.sk/documents//25/monitor_2003/00_Celoslovensk%C3%A9_v%C3%BDsledky_v%C3%BDber.pdf).

Výsledky pilotného testovania maturantov MONITOR 2004 sú dostupné online na:

[http://www.nucem.sk/documents//25/monitor\\_a\\_gs\\_2004/00\\_Celoslovensk%C3%A9\\_v%C3%BDsledky\\_sum%C3%A1r.pdf](http://www.nucem.sk/documents//25/monitor_a_gs_2004/00_Celoslovensk%C3%A9_v%C3%BDsledky_sum%C3%A1r.pdf).

Monitoru 2003 sa zúčastnilo 1752 študentov zo 135 stredných škôl a test obsahoval 53 úloh pokrývajúcich látku určenú osnovami. Výsledky neboli uspokojujúce, pretože len 30,7 % maturantov v teste uspelo. Z toho lepšie skóre dosiahli maturanti z gymnázií (53 %), kým úspešnosť maturantov

zo stredných odborných škôl bola 31 % a z učňovských škôl len 23 %, čo je vzhľadom na zameranie škôl očakávajúce. Výsledky odrážajú rôznu úroveň vzdelávania na jednotlivých typoch škôl. Ak si uvedomíme, že 82 % maturantov (95 % gymnazistov, 66 % zo stredných odborných škôl s maturitou) sa v roku 2003 zapísalo na univerzitné štúdium, nie je prekvapujúce, že sa potom v prvom roku vysokoškolského štúdia objavujú značné nezrovnalosti vo vstupných vedomostiach študentov. Na technicky orientovaných univerzitách, kde fyzika tvorí všeobecný základ pre pochopenie odborných predmetov, následne nastáva problém pre vysokoškolských učiteľov, ako tieto nezrovnalosti preklenúť a vyrovnať úroveň vedomostí na požadujúcu (Ožvoldová, M., Gerhátová, Ž., 2010).

Monitoru 2004 sa zúčastnilo 3398 študentov z 297 stredných škôl a celková úspešnosť 45,1 % bola v porovnaní s rokom 2003 lepšia. Výsledky testovania v ostatných predmetoch ukázali, že pozornosť študentov stredných škôl je sústredená predovšetkým na jazyky, a to najmä na anglický jazyk, kde úspešnosť na úrovni A bola 61,9 %, a na úrovni B 51,9 %. Najhoršie dopadli študenti stredných škôl v matematike, kde v menej náročných testoch vypočítali zhruba štvrtinu príkladov. Testy úrovne A zvládlo 42,4 %, kým testy úrovne B zvládlo len 24,2 %. „*Nebude to len ich chyba, ale aj celého vzdelávacieho systému*“, uviedol vtedajší minister školstva Martin Fronc. Podľa neho je na týchto školách často menej vyučovacích hodín matematiky (Ožvoldová, Gerhátová, 2010). Lepšie výsledky dosiahli síce gymnazisti, hoci aj tí zvládli náročnejšie testy z matematiky na úrovni A len menej ako na polovicu. Pri menej zložitých testoch úrovne B bola ich úspešnosť dokonca, len 39,5 %. V posledných rokoch monitorovanie vedomostí maturantov z fyziky nie je v popredí záujmu vôbec (Ožvoldová, M., Gerhátová, Ž., 2010).

V novej vyučovacej metodológii sa zdôrazňuje Komenského požiadavka – prechod od pasívneho prijímania informácií k aktívnemu objavovaniu a konštrukcii poznatkov. Podľa neho „*žiakovi patrí práca a učiteľovi riadenie*“ (Komenský, J. A., 1991). Výsledok vyučovania nevidel iba v tom, aby sa žiaci naučili veci chápať, ale súčasne aj konať (Komenský, J. A., 1991). Tieto atribúty napĺňa projektové vyučovanie, kde sú žiaci priamo aktívne zapojení do riešenia úloh, ktoré ich majú podnecovať k hľadaniu ďalších poznatkov, skúmaniu a overovaniu. Pri vypracovávaní projektov musia siahnúť po poznatkoch získaných v rôznych predmetoch: v technickej výchove, vo fyzike, v informatike, v chémii, v anglickom jazyku, v prírodopise, v matematike, v slovenskom jazyku, v environmentálnej výchove a pod.

Úroveň prírodovednej gramotnosti našich žiakov a študentov určite už dlhodobo trápi mnohých vyučujúcich prírodovedných predmetov. Práve snaha o jej zvýšenie viedla F. Schauera, M. Ožvoldovú a F. Lustiga (2009) k vytvoreniu novej stratégie vzdelávania prírodovedných a technických predmetov, ktorú nazvali *integrovanej e-learning* (INTE-L), schematicky znázornenej na obr. 1.

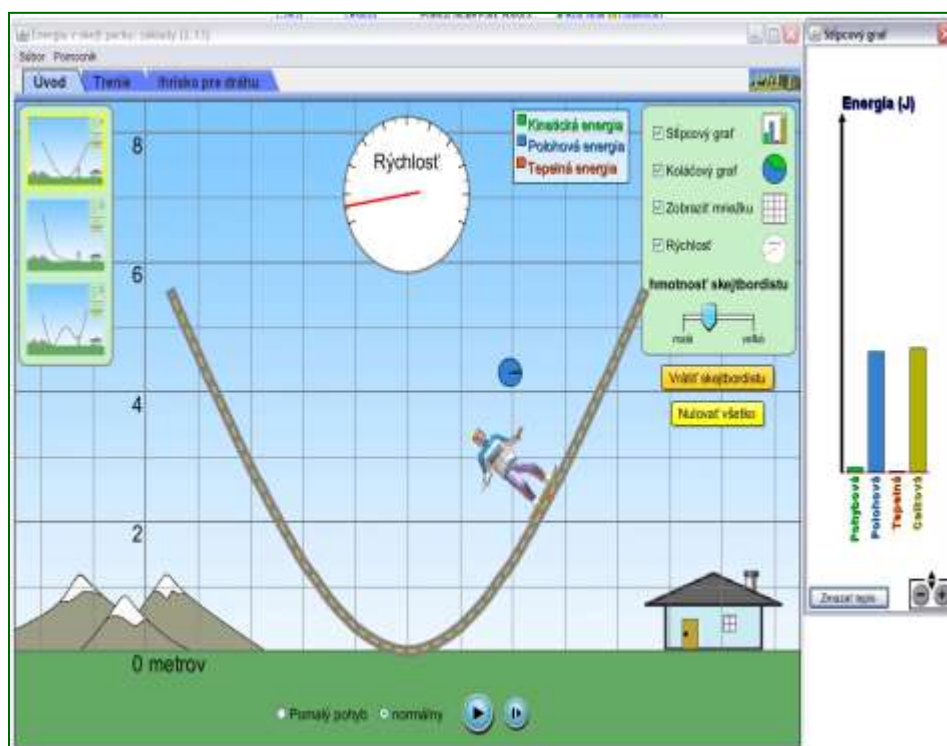
Hlavná myšlienka stratégie INTE-L, ako sme už načrtli v úvode, je založená na tom, že žiaci a študenti by mali pri získavaní vedomostí a zručností v prírodovednom a technickom vzdelávaní postupovať ako vedci. Začať pozorovaním skúmaného javu, následne pokračovať experimentovaním pomocou reálnych resp. reálnych vzdialených experimentov (Obr. 2) a virtuálnych experimentov (interaktívne simulácie) (Obr. 3). Následne získané údaje spracovať a vyhodnotiť výsledky. Takýto postup v konečnom dôsledku vedie až ku konfrontácii s teóriou, ktorú žiakovi sprostredkujú e-vzdelávacie materiály (Obr. 4). Vyhodnocuje tak *vnem* získaný na základe experimentovania, osvojuje si *pojmy* súvisiace so skúmanou problematikou a napokon prichádza k *významu* a hlbšiemu i teoretickému porozumeniu fyzikálnych javov a zákonov.



Obr. 1 Schéma stratégie INTe-L (Ožvoldová, M., Gerhátová, Ž., 2010)



Obr. 2 Vstupná WWW stránka prvého slovenského e-laboratória využívaná v stratégii INTe-L, (Dostupné na: <http://kf.truni.sk/remotelab>, citované dňa 6.12. 2013)



Obr. 3 Pohľad na vstupnú stránku interaktívnej simulácie *Energy in skate park* (Energia v skejt parku) – (<http://phet.colorado.edu/en/simulation/energy-skate-park-basics>, citované dňa 22. 8. 2012)



Obr. 4 Ukážka e-vzdelávacích materiálov (Beňuška, J., dostupné na: <http://www.skola.sk/digitalna-fyzika/Digitalna-ucebnica-fyziky/Digitalna-ucebnica-fyziky-pre-ZS/index.html>, citované dňa 22. 8. 2012)

Stratégia INTe-L tak podporuje dobre známu skutočnosť, že účinnejšie je, ak žiak k novým poznatkom prichádza vlastnou intelektuálnou činnosťou, ktorú učiteľ riadi, ale sám ju za žiaka nevykonáva. Žiakovi má experimentovanie priblížiť fyzikálnu realitu, dať mu možnosť pracovať s fyzikálnymi pomôckami, prístrojmi, najmodernejšími IKT a zvýšiť jeho vlastnú aktivitu v procese poznávania. Žiaka motivuje jeho vlastné experimentovanie k bádateľskej činnosti, a tak postupne vytvára stratégiu tvorivého riešenia problémov (Gerhátová, Ž., Ožvoldová, M., 2011).

Metodiku stratégie INTe-L aplikujeme už od roku 2006 vo všetkých ročníkoch bakalárskeho a magisterského štúdia na Katedre fyziky Pedagogickej fakulty Trnavskej univerzity v Trnave v odbore učiteľstvo všeobecnovzdelávacích predmetov fyzika v kombinácii, s cieľom overiť tento postup pri získavaní poznatkov. Podobne sa s úspechom využíva vo výučbe základného kurzu fyziky v bakalárskom štúdiu na Fakulte aplikovanej informatiky Univerzity Tomáše Bati v Zlíne. Prostredníctvom diplomových a doktorských dizertačných prác našich absolventov diseminujeme INTe-L i do vyučovania na ostatných stupňoch škôl (Gerhátová, Ž., 2009; Beňo, M., 2011; Žovinová, M., 2011). V súčasnosti overujeme účinnosť projektového vyučovania s využitím stratégie INTe-L na všetkých úrovniach školy. Dokonca sme uskutočnili i prvý pokus s jeho implementáciou do materskej školy (Čemešová, A., 2012).

Ak chceme využívať stratégiu INTe-L vo výučbe prírodovedných a technických predmetov v súlade so zásadami konštruktívneho prístupu, javí sa nám z našich praktických skúseností ako veľmi užitočné, zapojiť žiakov do tvorby projektov prostredníctvom projektového vyučovania. Pokúsili sme sa o to tým, že sme žiakom 9. roč. ZŠ v predmete fyzika, v súlade s učebnými osnovami, pripravili zadanie projektu na tému *Energia v prírode, technike a spoločnosti*, ktoré v sebe zahŕňalo všetky zložky stratégie INTe-L.

Pripravené zadanie projektu má nasledujúcu štruktúru: 1. Úvod / Motivácia žiakov; 2. Úlohy; 3. Ciele v kontexte učebných osnov; 4. Postup práce na projekte; 5. Integrácia vyučovacích predmetov; 6. Zdroje informácií/učebné materiály; 7. Čas vymedzený na projekt; 8. Pomocník; 9. Výstupy projektu; 10. Hodnotenie; 11. Prílohy.

Vzhľadom na to, že do začiatku nášho pedagogického výskumu v roku 2007 nám nebola známa žiadna vedecká štúdia, ktorá by sa venovala výskumom v oblasti využitia stratégie INTe-L v projektovom vyučovaní, rozhodli sme sa urobiť v tomto smere prvý pedagogický experiment.

V rokoch 2007 – 2009 sme na vzorke 155 respondentov prvýkrát overovali účinnosť projektového vyučovania s využitím stratégie INTe-L v 9. roč. dvoch základných škôl na Slovensku v tematickom celku *Energia v prírode, technike a spoločnosti*. Orientáciu na tematický celok *Energia v prírode, technike a spoločnosti* sme zvolili vzhľadom na aktuálnosť tejto problematiky. Na každej škole sme učili dve skupiny, jednu tradičným (encyklopedicko-memorovacím) spôsobom a druhú prostredníctvom projektového vyučovania s využitím stratégie INTe-L.

### 3 Projektové vyučovanie s využitím integrovaného e-learningu verzus tradičné vyučovanie tematického celku Energia v prírode, technike a spoločnosti

#### Cieľ pedagogického výskumu:

Overiť účinnosť projektového vyučovania s využitím stratégie integrovaného e-learningu v porovnaní s tradičným vyučovaním pre tematický celok Energia v prírode, technike a spoločnosti v 9. ročníku dvoch základných škôl (ZŠ A, ZŠ B) na Slovensku.

K dosiahnutiu cieľa sme museli riešiť tieto úlohy:

1. Naštudovať literatúru k riešenej problematike, dôkladne sa oboznámiť s teóriou a súčasným stavom riešenej problematiky doma i v zahraničí.
2. Navrhnuť metodiku výskumu:  
Organizačná stránka:
  - a) navštíviť ZŠ A a ZŠ B;
  - b) pripraviť účastníkov na experiment;
  - c) vybrať respondentov (dostupný výber): žiaci 9. A triedy ZŠ A a ZŠ B – experimentálna vzorka; žiaci 9. B triedy ZŠ A a ZŠ B – kontrolná vzorka.
3. Pripraviť texty :
  - a) pripraviť vstupný dotazník;
  - b) pripraviť vstupný didaktický test (pretest);
  - c) vytvoriť zadanie celého projektu *Energia v prírode, technike a spoločnosti*;
  - d) vytvoriť zadania šiestich čiastkových projektov, so zakomponovaním všetkých zložiek stratégie INTe-L.  
Témy čiastkových projektov:
    1. *Energia telesa – polohová a pohybová, ich vzájomné premeny a súvislosť s prácou sily Vnútoraná energia telesa. Teplo. Zmena vnútornej energie telies pri konaní*
    2. *práce silou a pri tepelnej výmene*
    3. *Látky a ich zloženie*
    4. *Premena energie štiepením jadier uránu, reťazová reakcia*
    5. *Zdroje energie Zeme, druhy a využitie energie*
    6. *Zvyšovanie spotreby energie a jej nepriaznivé následky*
  - e) pripraviť priebežné didaktické testy (DT) k jednotlivým témam čiastkových projektov;
  - f) pripraviť výstupný didaktický test (posttest) k danému tematickému celku;
  - g) pripraviť štruktúrovaný rozhovor.  
(Poznámka: Vytvorené zadania projektov a testy (pretest, priebežné DT 1 – 6 a posttest) sú súčasťou monografie autoriek Ožvoldová, Gerhátová, 2010).
4. Uskutočniť predvýskum.
5. Na základe vyhodnotenia vstupného dotazníka zistiť názory žiakov:
  - a) na tradičné vyučovanie fyziky v ZŠ A a v ZŠ B;
  - b) na využívanie pokosov vo vyučovaní fyziky v ZŠ A a v ZŠ B;
  - c) na využívanie IKT vo vyučovaní fyziky v ZŠ A a v ZŠ B;
  - d) na projektové vyučovanie v ZŠ A a v ZŠ B.
6. Na základe vyhodnotenia výsledkov vstupného didaktického testu (pretestu) v experimentálnej i kontrolnej skupine zistiť úroveň vstupných vedomostí žiakov, ktoré mohli neskôr ovplyvniť výsledky posttestov (ak by boli veľmi rozdielne v jednotlivých skupinách).
7. Zrealizovať pedagogický experiment vo vyučovaní fyziky v ZŠ A a v ZŠ B a overiť dopad využitia stratégie INTe-L v projektovom vyučovaní na úroveň vedomostí žiakov pomocou priebežných didaktických testov a výstupného didaktického testu (posttestu).
8. Na základe kvantitatívneho vyhodnotenia jednotlivých priebežných didaktických testov a výstupného didaktického testu (posttestu) zistiť úroveň zvládnutia učiva.

9. Po experimentálnom zásahu v experimentálnej skupine pomocou štruktúrovaného rozhovoru zistiť, ako žiaci hodnotia:
  - a) zaradenie komponentov stratégie INTe-L do projektového vyučovania;
  - b) projektové vyučovanie ako netradičnú formu vyučovania;
  - c) prácu v skupinách;
  - d) prácu na projektoch;
  - e) zvolenú tému projektu;
  - f) možnosti získavania informácií potrebných na tvorbu projektov;
  - g) svoj záujem o vyučovanie fyziky prostredníctvom netradičnej formy vyučovania;
  - h) svoj záujem o porozumenie súvislosti vzťahov fyziky s reálnym svetom.
10. V kontrolnej skupine, v ktorej sa experimentálne pôsobenie neuskutoční, po prebratí zvoleného tematického celku pomocou štruktúrovaného rozhovoru zistiť, ako žiaci hodnotia:
  - a) vyučovanie daného tematického celku prostredníctvom tradičného vyučovania;
  - b) svoj záujem o vyučovanie fyziky prostredníctvom tradičného vyučovania;
  - c) názov tematického celku;
  - d) svoju prácu pri tradičnom vyučovaní;
  - e) problémy pri tradičnom vyučovaní;
  - f) svoj záujem o porozumenie súvislosti vzťahov fyziky s reálnym svetom.
11. Vyhodnotiť pedagogický experiment, diskutovať o dosiahnutých výsledkoch, spracovať výskumný materiál a sumarizovať závery z toho vyplývajúce.

### 3.1 Hypotézy výskumu

Cieľ výskumu – overenie vhodnosti stratégie INTe-L chceme realizovať cez overenie hlavnej hypotézy.

*H: Projektové vyučovanie s využitím všetkých komponentov stratégie integrovaného e-learningu (INTe-L) v 9. ročníku ZŠ A a ZŠ B pre tematický celok Energia v prírode, technike a spoločnosti je účinnejšie ako tradičné vyučovanie.*

Aby bolo možné túto hypotézu jednoznačne a kvalitatívne verifikovať, rozčlenili sme ju na čiastkové hypotézy Z tejto hypotézy dedukujeme:

*H<sub>1</sub>: Medzi výsledkami vstupného didaktického testu (pretestu) žiakov 9. roč. ZŠ A a medzi výsledkami pretestu žiakov 9. roč. ZŠ B nie sú významné rozdiely.*

*H<sub>2</sub>: Výsledky priebežných didaktických testov experimentálnej skupiny v kognitívnej oblasti, v ktorej sa vyučuje tematický celok Energia v prírode, v technike a spoločnosti formou projektového vyučovania s využitím stratégie INTe-L sú signifikantne lepšie ako výsledky priebežných didaktických testov kontrolnej skupiny v kognitívnej oblasti, v ktorej sa zvolený tematický celok vyučuje tradične.*

*H<sub>3</sub>: Výsledky výstupného didaktického testu (posttestu) experimentálnej skupiny v kognitívnej oblasti, v ktorej sa vyučuje tematický celok Energia v prírode, v technike a spoločnosti formou projektového vyučovania s využitím stratégie INTe-L sú signifikantne lepšie ako výsledky posttestu kontrolnej skupiny v kognitívnej oblasti, v ktorej sa zvolený tematický celok vyučuje tradične.*

*H<sub>4</sub>: Žiaci experimentálnej skupiny, v ktorej sa vyučuje tematický celok Energia v prírode, v technike a spoločnosti formou projektového vyučovania s využitím stratégie INTe-L, javia na konci experimentu vyšší záujem o porozumenie súvislosti vzťahov fyziky s reálnym svetom okolo nás, ako žiaci kontrolnej skupiny, v ktorej sa zvolený tematický celok vyučuje tradične.*

### 3.2 Výskumný súbor

Rovnocennosť žiakov vo všetkých parametroch (vedomosti, zručnosti, schopnosti, zdravotný stav, motivácia, postoje atď.) je možné dosiahnuť iba náhodným výberom žiakov do experimentálnej i kontrolnej skupiny, čo je spravidla v školskej praxi len veľmi ťažko realizovateľné.

Výskumný súbor sme zvolili na základe dostupného výberu, pretože náhodný výber zo základného súboru (žiaci 9. roč. ZŠ v SR) sme nemohli použiť, vzhľadom na časovú náročnosť projektového vyučovania (časová dotácia práce na celom projekte – 14 týždňov) a z toho vyplývajúcu neochotu vedenia škôl k spolupráci. Do výskumného súboru sme preto v priebehu šk. rokov 2007/2008, 2008/2009 vybrali žiakov 9. ročníka z dvoch základných škôl zo západného Slovenska (ZŠ A a ZŠ B). Spolu tvorilo výskumný súbor 155 žiakov (73 žiakov zo ZŠ A a 82 žiakov zo ZŠ B). Vstupným didaktickým testom (pretestom) sme zisťovali úroveň vstupných vedomostí žiakov, ktorí sa mali zúčastniť pedagogického experimentu. Tieto vstupné vedomosti (ak by boli veľmi rozdielne v jednotlivých skupinách), by mohli neskôr ovplyvniť výsledky posttestov.

Po rozdelení žiakov do skupín, tvorilo experimentálnu skupinu (ES) 85 žiakov a kontrolnú skupinu (KS) 70 žiakov. Vyučovanie v obidvoch skupinách v šk. roku 2007/2008 a v šk. roku 2008/2009 prebehlo:

- v rovnakom vyučovacom predmete – fyzika;
- bolo použité rovnaké učivo: tematický celok *Energia v prírode, technike a spoločnosti*;
- učitelia mali rovnakú kvalifikáciu;
- učitelia mali viac ako 10 ročnú pedagogickú prax.

Aby boli výsledky výskumu preukázané, musí byť úroveň vedomostí žiakov v oboch skupinách pred začatím experimentu rovnaká, a preto okrem toho, že sme uskutočnili štatistickú analýzu výsledkov pretestu žiakov ZŠ A a žiakov ZŠ B, urobili sme aj štatistickú analýzu týchto výsledkov po rozdelení žiakov do ES a KS, čím sme zisťovali, či medzi výsledkami pretestu ES a KS nie sú významné rozdiely.

### 3.3 Metodika práce

Predvýskum sme uskutočnili v šk. roku 2006/2007 na malom súbore žiakov – 18 žiakov 9. A triedy ZŠ A. Naším cieľom bolo overiť možnosti využitia stratégie INTe-L v projektovom vyučovaní, odhaliť prípadné nedostatky a zistiť, či výskumné nástroje (vstupný dotazník, pretest, priebežné didaktické testy, posttest a štruktúrovaný rozhovor) fungujú. Zisťovali sme, či:

- skúmané osoby rozumeli pokynom, ktoré sme im dali;
- skúmané osoby rozumeli otázkam v našich výskumných nástrojoch;
- skúmané osoby rozumeli úlohám v zadaniach projektov;
- skúmané osoby sú schopné na základe zadání projektov vypracovať projekty;
- práca na projektoch trvá toľko, koľko sme plánovali (14 týždňov);
- je možné zozbierané údaje vyhodnotiť.

Na základe vyhodnotenia získaných výsledkov v predvýskume sme zistili, že žiaci:

a) rozumeli:

- pokynom, ktoré sme im dali;
- otázkam v našich výskumných nástrojoch;
- úlohám v zadaniach projektov;

b) sú schopní na základe zadání projektov vypracovať projekty;

c) realizovali prácu na projektoch v navrhutej plánovanej časovej dotácii (14 týždňov).

Výskumné nástroje nám poskytli údaje, ktoré je možné vyhodnotiť.



### 3.4 Využitie metódy pedagogického výskumu

Pri spracovávaní sledovanej problematiky sme využívali nasledovné výskumné metódy:

**Historicko-literárnu metódu** – túto metódu sme využívali hlavne pri štúdiu odbornej literatúry a literárnych prameňov, ktoré viedli k zisteniu stavu sledovanej problematiky u nás i v zahraničí.

**Experimentálnu metódu** – v nami realizovanom pedagogickom experimente sme využívali techniku paralelných skupín. Pri tejto technike sme pracovali s dvoma základnými skupinami: ES a KS (experimentálnou a kontrolnou), čo umožnilo v konkrétnych podmienkach manipulovať s nezávisle premennou, o ktorej predpokladáme, že vplýva na závisle premennú. Skupinu, v ktorej sa manipulovalo s nezávisle premennou, sme označili ako experimentálna (ES). Skupinu, u ktorej sa manipulácia nezávisle premennej nerealizovala, sme označili ako kontrolná (KS). Prostredníctvom tejto metódy sme experimentálne overili vhodnosť využitia stratégie INTe-L v projektovom vyučovaní v 9. roč. ZŠ A a ZŠ B v tematickom celku *Energia v prírode, technike a spoločnosti*.

**Metódou dotazníka** sme pred experimentálnym zásahom zisťovali názory žiakov na:

- tradičné vyučovanie fyziky v oboch základných školách;
- využívanie pokusov vo vyučovaní fyziky v oboch základných školách;
- využívanie IKT vo vyučovaní fyziky v oboch základných školách;
- projektové vyučovanie v oboch základných školách.

**Didaktické testy** – na základe vyhodnotenia výsledkov vstupného didaktického testu (pretestu) žiakov v ZŠ A i v ZŠ B a následne i po rozdelení žiakov do experimentálnej a kontrolnej skupiny sme zistili úroveň vstupných vedomostí žiakov, ktoré by mohli ovplyvniť výsledky posttestov (ak by boli veľmi rozdielne v jednotlivých skupinách), čím sme overili hypotézu  $H_1$ .

Priebežné didaktické testy, ktoré sme vytvorili k jednotlivým témam čiastkových projektov (v počte 6), sme využili na overenie hypotézy  $H_2$ .

Pomocou výstupného didaktického testu (posttestu) sme zistili a následne porovnali úroveň výstupných vedomostí žiakov KS a ES z tematického celku *Energia v prírode, technike a spoločnosti*, čím sme overili hypotézu  $H_3$ .

Pri tvorbe neštandardizovaných didaktických testov (DT) sme postupovali podľa všeobecného algoritmu (Hrmo, R. et al., 2005): Pre každý DT sme:

- určili jeho cieľ,
- vymedzili jeho rámcový obsah a spresnili ho,
- určili formu úloh,
- navrhli úlohy a spresnili úroveň učenia,
- určili testovací čas a počet úloh DT,
- určili formu a počet variantov,
- navrhli predbežnú podobu,
- pridelili váhu významu úlohám obsiahnutým v teste,
- určili skórovanie,
- vybrali kompetentov na posúdenie, aby predbežne každý DT overili,
- vykonali konečnú úpravu.

**Štruktúrovaný rozhovor** – po experimentálnom zásahu sme v ES pomocou štruktúrovaného rozhovoru zisťovali, ako žiaci hodnotia:

- projektové vyučovanie ako netradičnú formu vyučovania fyziky;
- zaradenie komponentov stratégie INTe-L do projektového vyučovania;
- prácu v skupinách;
- prácu na projektoch;
- zvolenú tému projektu;
- možnosti získavania informácií potrebných na tvorbu projektov;
- svoj záujem o vyučovanie fyziky prostredníctvom netradičnej formy vzdelávania;
- svoj záujem o porozumenie súvislostí vzťahov fyziky s reálnym svetom okolo nás.

V KS, v ktorej sme experimentálne pôsobenie neuskutočňovali, sme po prebratí tematického celku pomocou štruktúrovaného rozhovoru zisťovali, ako žiaci hodnotia:

- vyučovanie daného tematického celku prostredníctvom tradičného vyučovania;
- svoj záujem o vyučovanie fyziky prostredníctvom tradičného vyučovania;
- názov tematického celku;
- svoju prácu pri tradičnom vyučovaní;
- problémy pri tradičnom vyučovaní,
- svoj záujem o porozumenie súvislostí vzťahov fyziky s reálnym svetom okolo nás. Vyhodnotením odpovedí sme overili prijatie hypotézy  $H_4$ .

**Metóda analýzy a syntézy** – tieto metódy sme využívali hlavne pri štúdiu a spracovávaní výsledkov výskumu, no podľa potreby sme ich použili vo všetkých etapách našej práce.

**Štatistické metódy testovania hypotéz** – boli využité na štatistické spracovanie získaných údajov a vyhodnotenie výsledkov.

### 3.5 Vyučovacie metódy

Pri vyučovaní zvoleného tematického celku boli použité nasledovné vyučovacie metódy pre zvolené skupiny žiakov:

#### a) v projektovom vyučovaní v ES :

- projektová metóda,
- multimediálna metóda,
- dialogické metódy (rozhovor, diskusia ...),
- metóda práce s učebnicou a knihou,
- metódy názorno-demonštračné,
- metódy praktických činností žiakov,
- výskumná metóda,
- metódy opakovania a precvičovania vedomostí,
- metódy skupinovej práce.

#### b) pri tradičnom vyučovaní v KS:

- monologické metódy (popis, vysvetľovanie, rozprávanie ...),
- dialogické (rozhovor, diskusia ...),
- metódy práce s učebnicou, knihou,
- metódy názorno-demonštračné.

Stručne uvádzame ich charakteristiky:

**Projektová metóda** je základom projektového vyučovania (Průcha, J. et al., 2003). Žiaci sú prostredníctvom nej vedení k riešeniu komplexných problémov a získavajú skúsenosti praktickou činnosťou a experimentovaním. Táto metóda veľmi výrazne podporuje motiváciu žiakov a kooperatívne učenie (Hrmo, J. et al., 2005). Jej cieľom je poskytovať žiakom ucelené informácie o javoch vyskytujúcich sa v okolí človeka prostredníctvom priameho riešenia problémov, s ktorými sa človek stretáva v každodennom živote (Petlák, E. et al., 2005).

Projektová metóda nie je jednoduchou metódou, pretože môže prebiehať jedine pri využití viacerých metód, techník a foriem práce. Je to spôsob vyučovania a učenia, v ktorom východiskom je zmysluplná a zaujímavá úloha – problém, ktorý chcú a potrebujú žiaci vyriešiť. Spôsob riešenia je ponechaný v čo najväčšej miere na žiakov. K výsledkom dochádzajú žiaci uplatnením vlastných skúseností a spôsobilostí. Žiaci sú zodpovední za priebeh práce, aj za samotný výsledok, podieľajú sa na jeho hodnotení (Mülleroá, L., Šikulová, R., 2001). Hlavnou výhodou tejto metódy je, že v nej dochádza k syntetickému, integrálnemu učeniu, pretože dobrý projekt v sebe zahŕňa myslenie, intuíciu, zmyslové poznanie, city a motiváciu. Integruje matematické myslenie s logickým a verbálnym prístupom, integruje rozličné didaktické postupy, skúsenosti žiakov s novým poznaním, riadenú činnosť s autoreguláciou, a v neposlednom rade integruje deti, rodičov a učiteľov, školu so svetom, teóriu s praxou (Zelina, M., 2000).

**Multimediálna metóda** – je vyučovacia metóda, pri ktorej sa používajú rôzne komunikačné médiá, napr. počítač, výučbový film, magnetofón, tlačene materiály (Průcha, J. et al., 2003).

**Dialogické metódy** – sú metódy, ktoré sú založené na priamej interakcii medzi vyučujúcim a žiakmi alebo medzi žiakmi navzájom, predpokladajú ich vzájomnú komunikáciu (Skalková, J., 2007).

**Metóda práce s učebnicou a knihou** – sa spolu s dialogickými metódami zaraďujú medzi slovné metódy a predstavujú dôležité metódy získavania a upevňovania nových poznatkov.

**Metódy názorno-demonštračné** – uvádzajú žiaka do priameho styku s poznávanou skutočnosťou, obohacujú ich predstavy, konkretizujú abstraktný systém pojmov, podporujú spájanie poznávanej skutočnosti s reálnou životnou praxou.

K variantom demonštračných metód možno zaradiť (Mojžíšek, L., 1988):

- pozorovanie predmetov a javov;
- predvádzanie predmetov, činností, pokusov, modelov;
- demonštráciu statických obrazov;
- projekciu statickú i dynamickú.

**Metódy praktických činností žiakov** – prevažujúcim prameňom poznania u týchto metód je priama činnosť žiakov, priamy styk so skutočnými predmetmi a možnosť manipulácie s nimi, konkrétna práca žiakov (Skalková, J., 2007).

**Výskumná metóda** – vyžaduje od žiakov samostatné hľadanie riešení pre celistvú problémovú úlohu, pochopenie podmienok, stanovenie postupnosti jednotlivých etáp riešenia, samostatné štúdium literatúry, realizáciu vypracovaného plánu riešenia, sebakontrolu v procese skúmania, overovanie riešení, zdôvodnenie výsledkov. Prevažuje nezámerné zapamätávanie. Činnosť učiteľa spočíva vo výbere požadovaných učebných úloh, ktoré by u žiakov zaistili komplexné tvorivé aplikácie vedomostí i získaných praktických skúseností. Aktivita učiteľa ustupuje do úzadia (Kalhoust, Z., Obst, O. et al., 2002).

**Metódy opakovania a precvičovania vedomostí** – sa v projektovom vyučovaní uplatňujú pri prezentácii projektov jednotlivých skupín, pričom samozrejme dochádza aj k opakovaniu a upevňovaniu získaných vedomostí.

Prezentácia projektov má charakter rozprávania, popisu, vysvetľovania a obhajoby výsledkov činnosti skupiny, čo si vyžaduje znalosť faktov, ich detailov a súvislostí. Ide o náročný spôsob opakovania a predpokladom jeho účinnosti je navodenie aktívneho vzťahu všetkých žiakov k procesom opakovania.

**Metódy diagnostické a klasifikačné** – usilujú sa o kvantitatívne alebo kvalitatívne posúdenie daného stavu vzdelania a výchovy, o vyslovení súdu o charaktere a hodnote vedomostí, zručností, návykov, rozvíjaní poznávacích procesov, záujmov a pod. (Mojžíšek, L., 1988).

V projektovom vyučovaní sa tieto metódy uplatňujú po prezentácii projektov pri diskusii a hodnotení jednotlivých projektov podľa vopred stanovených kritérií, ako aj pomocou didaktických testov.

**Metódy skupinovej práce** – sú založené na spoločnej práci v skupine, kedy sa u žiakov vytvára návyk spolupracovať, zodpovednosť voči kolektívu. Poznatky sa získavajú cestou objaviteľsko-experimentálnej činnosti žiakov, čím sa prehĺbuje ich záujem o predmet. Oproti individuálnemu učeniu môžu členovia skupiny diskutovať o problémoch, navrhovať rôzne prístupy, získavať včas spätnú väzbu, rozdeliť si prácu, vzájomne sa kontrolovať, spolupracovať, vzájomne sa povzbudzovať, objavovať chyby, vysvetľovať si nejasnosti, učiť sa od iných, spoločne smerovať k cieľu (Průcha, J. et al., 2003).

**Monologické metódy** – spočíva v tom, že učiteľ sprostredkúva žiakom učivo slovne tak, že využíva vysvetľovanie, rozprávanie, popis a pod.

Tieto metódy vyžadujú od učiteľa postupný, ucelený a výstižný výklad, zameraný predovšetkým na objasňovanie vnútorných vzťahov a zákonitostí a od žiakov vnútornú aktivitu a očakávajú vyššiu úroveň myslenia, hlavne analýzu a zovšeobecňovanie (Kalhoust, Z., Obst, O. et al., 2002).

### 3.6 Etapy pedagogického výskumu

Pedagogický výskum prebiehal v troch etapách:

#### I. etapa

- preskúmanie dostupných prameňov a zhromaždenie poznatkov z danej problematiky (realizácia na základe historicko-literárnej metódy);
- spracovanie získaných informácií využitím analytickej a syntetickej metódy;
- výber tematického celku, ktorý bude ďalej metodicky spracovaný;
- voľba témy projektu;
- rozdelenie projektu na čiastkové projekty a voľba ich tém;
- vytvorenie zadania celého projektu *Energia v prírode, technike a spoločnosti*;
- vytvorenie zadaní šiestich čiastkových projektov so zakomponovaním všetkých zložiek stratégie INTe-L;
- príprava priebežných didaktických testov k jednotlivým témam čiastkových projektov;
- príprava výstupného didaktického testu k danému tematickému celku;
- príprava štruktúrovaného rozhovoru;
- uskutočnenie predvýskumu;
- spracovanie získaných údajov.

#### II. etapa

- nadviazanie spolupráce s konkrétnymi školami – výber výskumného súboru;
- výber experimentálnej a kontrolnej skupiny;
- realizácia experimentálneho overovania hypotéz.

#### III. etapa

- spracovanie získaných údajov na základe analyticko-syntetickej metódy;
- prezentovanie výsledkov výskumu v literatúre i na pedagogických konferenciách.

### 3.7 Organizácia a priebeh pedagogického výskumu

Pred experimentálnym zásahom sme zisťovali:

1. vstupným dotazníkom názory žiakov:
  - a) na tradičné vyučovanie fyziky v oboch základných školách;
  - b) na využívanie pokusov vo vyučovaní fyziky v oboch základných školách;
  - c) na využívanie IKT vo vyučovaní fyziky v oboch základných školách;
  - d) na projektové vyučovanie v oboch základných školách.
2. vstupným DT (pretestom) úroveň vstupných vedomostí žiakov, ktorí sa mali zúčastniť pedagogického experimentu.

Tieto vstupné vedomosti (ak by boli veľmi rozdielne v jednotlivých skupinách), by mohli neskôr ovplyvniť výsledky posttestov. Urobili sme aj štatistickú analýzu výsledkov v preteste po rozdelení žiakov do ES a KS, čím sme zisťovali, či medzi výsledkami pretestu ES a KS nie sú významné rozdiely. Po vyhodnotení pretestu sme realizovali s vybraným výskumným súborom pedagogický experiment. V priebehu experimentu sme subjektom predkladali priebežné didaktické testy. V ES to bolo bezprostredne po vyhodnotení každého čiastkového projektu, v KS to bolo bezprostredne po prebraní tém, ktoré boli obsiahnuté v jednotlivých priebežných testoch. Výsledky, ktoré sme získali na základe riešenia priebežných didaktických testov subjektmi ES a KS, sme zaznamenali a následne štatisticky spracovali a vyhodnotili. Po skončení práce na celom projekte v ES a po prebratí celého tematického celku v KS sme posttestom zisťovali úroveň výstupných vedomostí žiakov.

Po experimentálnom zásahu sme v ES pomocou štruktúrovaného rozhovoru zisťovali, ako žiaci hodnotia:

- a) zaradenie komponentov stratégie INTe-L do projektového vyučovania;
- b) projektové vyučovanie ako netradičnú formu vyučovania fyziky;
- c) prácu v skupinách;

- d) prácu na projektoch;
- e) zvolenú tému projektu;
- f) možnosti získavania informácií potrebných na tvorbu projektov;
- g) svoj záujem o vyučovanie fyziky prostredníctvom novej formy vzdelávania,
- h) svoj záujem o porozumenie súvislostí vzťahov fyziky s reálnym svetom.

V KS, v ktorej sme experimentálne pôsobenie neuskutočňovali, sme po prebratí tematického celku pomocou štruktúrovaného rozhovoru zisťovali, ako žiaci hodnotia:

- a) vyučovanie daného tematického celku prostredníctvom tradičného vyučovania;
- b) svoj záujem o vyučovanie fyziky prostredníctvom tradičného vyučovania;
- c) názov tematického celku;
- d) svoju prácu pri tradičnom vyučovaní;
- e) problémy pri tradičnom vyučovaní,
- f) svoj záujem o porozumenie súvislostí vzťahov fyziky s reálnym svetom.

### 3.8 Organizácia a priebeh práce na projekte

Pri tvorbe zadaní jednotlivých projektov sme sa orientovali na tematický celok *Energia v prírode, technike a spoločnosti* v učive fyziky v 9. ročníku základnej školy, pretože prirodzená integrácia vedy a technológie v praxi je vážnym signálom pre integráciu vedy a technológie v procese vzdelávania, pritom je treba zohľadniť aj zdanlivo vzdialené aspekty. Názov tohto tematického celku sme zvolili za názov celého projektu. Vzhľadom na jeho rozsiahlosť sme celý projekt rozdelili na 6 čiastkových projektov s témami:

1. *Energia telesa – polohová a pohybová energia, ich vzájomné premeny a súvislosť s prácou sily;*
2. *Vnútoraná energia telesa. Teplo. Zmena vnútornej energie telies pri konaní práce silou a pri tepelnej výmene;*
3. *Látky a ich zloženie;*
4. *Premena energie štiepením jadier uránu, reťazová reakcia;*
5. *Zdroje energie Zeme, druhy a využitie energie;*
6. *Zvyšovanie spotreby energie a jej nepriaznivé následky.*

Ku každej téme sme vypracovali zadanie projektu. Pri vytváraní zadaní v programe MS Word k jednotlivým projektom boli najskôr stanovené ciele a úlohy každého projektu, potom boli zvolené pomôcky a rozpracovaný postup realizácie projektov. Následne boli k jednotlivým témam projektov vypracované priebežné didaktické testy, (v počte 6) s cieľom zabezpečiť spätnú väzbu. Vytvorené zadania čiastkových projektov boli postupne (v oboch sledovaných školských rokoch) predložené žiakom ES (spolu 85 žiakov). Žiaci boli oboznámení s fázami tvorby projektu, s témami projektov, s cieľmi a úlohami projektov. Predtým, než žiaci začali vytvárať projekty, boli rozdelení do trojčlenných skupín. Každá skupina vypracovala postupne projekty na každú zo šiestich tém. Na tento tematický celok je podľa učebných osnov odporúčaná časová dotácia 20 vyučovacích hodín. Pretože tematický celok je obsiahly, žiaci pracovali na projektoch aj po vyučovaní, celkovo 14 týždňov. Po vypracovaní každého projektu nasledovala prezentácia projektov jednotlivých skupín. Po prezentácii prišla na rad diskusia a spoločné hodnotenie projektov. Následne žiaci riešili pripravené priebežné didaktické testy k prezentovanej téme. Tieto testy zároveň plnili funkciu spätnej väzby pre žiakov i učiteľa, ktorému poskytli spätnú informáciu o kvalite jeho pôsobenia a správnosti jeho postupov. Bezprostredne, po skončení práce na celom projekte, bol žiakom predložený posttest, s cieľom zistiť úroveň ich vedomostí. Následne žiaci odpovedali na otázky v štruktúrovanom rozhovore, ktorým sme zisťovali názory žiakov ES na novú stratégiu vyučovania – INTe-L, využitú v projektovom vyučovaní fyziky, a tým aj na vytvorenú netradičnú formu vzdelávania.

### 3.9 Organizácia a priebeh práce pri tradičnom vyučovaní

Vyučovanie v KS prebiehalo podľa časovo-tematického plánu (tab. 3). Vyučovanie tematického celku *Energia v prírode, technike a spoločnosti*, v učive fyziky v 9. roč. ZŠ tradičným spôsobom, bolo realizované už bližšie charakterizovanými metódami (pozri str. 24, 25).

Tabuľka 3 Časovo-tematický plán pre vyučovanie tematického celku *Energia v prírode, technike a spoločnosti* v učive fyziky pre 9. roč. ZŠ (KS)

| Vyuč. h. č. | Téma   | Ciele   |
|-------------|--|---|
| 1           | <b><u>Práca. Energia. Teplo</u></b>  | Zopakovať význam pojmov sila, práca, výkon.   |
| 2           | Sila. Práca pri premiestnení telesa. Výkon   | Aplikovať vzťahy na výpočet sily, práce, výkonu v úlohách.  |
| 3           | Polohová a pohybová energia telesa   | Zopakovať pojmy polohová a pohybová energia telesa. Aplikovať vzťah na výpočet polohovej energie telesa v úlohách.                                    |
| 4           | Vzájomná premena polohovej a pohybovej energie telesa. Zákon zachovania mechanickej energie                                | Vysvetliť premenu polohovej energie telesa na pohybovú energiu telesa a naopak. Vysvetliť zákon zachovania mechanickej energie.                       |
| 5           | Vnútoraná energia telesa. Zmena vnútornej energie telesa pri tepelnej výmene a pri konaní práce. Trenie                    | Vysvetliť pojem vnútoraná energia telesa, trenie. Charakterizovať zmenu vnútornej energie telesa pri tepelnej výmene a pri konaní práce.              |
| 6           | Teplo, kalorimetrická rovnica  | Vysvetliť pojem teplo. Aplikovať vzťah na výpočet tepla z kalorimetrickej rovnice v úlohách.  |
| 7           | Teplo, kalorimetrická rovnica  | Riešiť úlohy zamerané na výpočet tepla z kalorimetrickej rovnice.   |
| 8           | Príprava na 3. laboratórnu úlohu   | Pripraviť žiakov na riešenie 3. laboratórnej úlohy.   |
| 9           | <b><u>3. laboratórna úloha:</u></b><br>Určenie pevnej látky, z ktorej je zhotovené teleso pomocou mernej tepelnej kapacity | Určiť, z akého materiálu je zhotovená pevná látka pomocou mernej tepelnej kapacity. Urobiť stručnú správu o riešení laboratórnej úlohy.               |
| 10          | Práca elektrického prúdu. Premeny elektrickej energie  | Vysvetliť pojem práca elektrického prúdu. Aplikovať vzťah na výpočet práce elektrického prúdu v úlohách. Charakterizovať premenu elektrickej energie. |
| 11          | <b><u>Zhrnutie učiva:</u></b><br>Práca. Energia. Teplo   | Opakovanie a zhrnutie učiva.  |
| 12          | <b><u>Jadrová energia a jej využitie</u></b><br>Atóm. Atómové jadro. Nuklidy. Prírodné a umelé rádionuklidy.               | Charakterizovať atóm. Atómové jadro. Vysvetliť javy : prírodná a umelá premena prvkov, rádioaktivita.   |
| 13          | Štiepenie jadier uránu, reťazová reakcia. Jadrová elektrárň  | Opísať reťazovú reakciu a možnosti jej využitia. Opísať činnosť jadrovej elektrárne a ničivých účinkov jadrových zbraní.                              |

| Vyuč. h. č. | Téma  | Ciele  |
|-------------|---|--|
| 14          | Rádionuklidy v praxi. Zásady ochrany pred účinkami jadrového žiarenia                   | Charakterizovať využitie rádionuklidov v praxi. Vysvetliť zásady ochrany človeka a životného prostredia pred účinkami jadrového žiarenia.  |
| 15          | <b>Iné zdroje energie</b><br>Zdroje energie. Slniečna energia, jej dôležitosť a premeny | Charakterizovať slnečnú energiu, jej dôležitosť a premeny.   |
| 16          | Fosílna palivá.   | Charakterizovať fosílna palivá. Vysvetliť vznik fosílnych palív, druhy fosílnych palív. Charakterizovať výhody a nevýhody fosílnych palív.   |
| 17          | Netradičné zdroje energie   | Využitie slnečnej, vodnej, veternej, geotermálnej a iných netradičných zdrojov energie. Vysvetliť význam malých vodných elektrární.  |
| 18          | Netradičné zdroje energie   | Využitie slnečnej, vodnej, veternej, geotermálnej a iných netradičných zdrojov energie. Vysvetliť význam malých vodných elektrární.  |
| 19          | Zvyšovanie spotreby elektrickej energie a jej nepriaznivé následky                      | Vysvetliť nepriaznivé následky zvyšovania spotreby elektrickej energie. Optimalizácia spotreby elektrickej energie v domácnosti. Minimalizácia strát energie. Nadobudnúť presvedčenie o tom, že racionálne hospodárenie s energiou je nevyhnutné pre zachovanie zdravého životného prostredia. |
| 20          | <b>Zhrnutie tematického celku:</b> Energia v prírode, technike a spoločnosti            | Opakovanie a zhrnutie učiva celého tematického celku.  |

Po prebratí častí, ktoré obsahovo zodpovedali jednotlivým témam projektov, boli žiakom KS predložené priebežné didaktické testy. Po prebratí celého tematického celku v KS sme zisťovali výstupným didaktickým testom úroveň vedomostí žiakov.

Po prebratí celého tematického testu sme v KS pomocou štruktúrovaného rozhovoru zisťovali, ako žiaci hodnotia:

- vyučovanie daného tematického celku prostredníctvom tradičného vyučovania;
- svoj záujem o vyučovanie fyziky prostredníctvom tradičného vyučovania;
- názov tematického celku;
- svoju prácu pri tradičnom vyučovaní;
- problémy pri tradičnom vyučovaní;
- svoj záujem o porozumenie súvislostí vzťahov fyziky s reálnym svetom.

## 4 Výsledky výskumu

Aby sme mohli hlavnú hypotézu H jednoznačne a kvalitatívne verifikovať, rozčlenili sme ju na čiastkové hypotézy a postupne sme ich overovali.

Pred experimentálnym zásahom sme pomocou vstupného dotazníka (Príloha A) zisťovali názory žiakov 9. roč. ZŠ A i ZŠ B na:

- tradičné vyučovanie fyziky na oboch základných školách;
- využívanie pokusov vo vyučovaní fyziky na oboch základných školách;
- využívanie IKT vo vyučovaní fyziky na oboch základných školách;
- projektové vyučovanie na oboch základných školách.

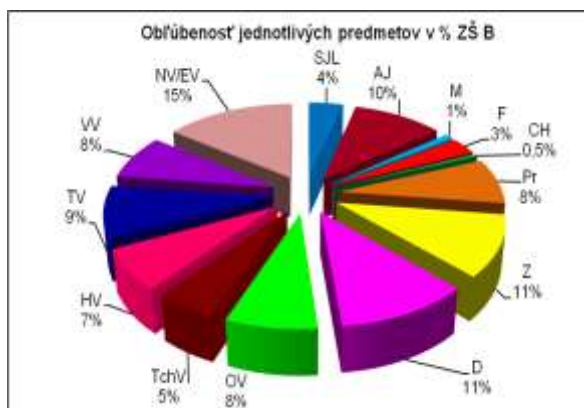
### 4.1 Výsledky spracovania dotazníka

Dotazník obsahoval 19 položiek. Ich grafické vyhodnotenie po jednotlivých položkách pre obidve skupiny prezentujú obr. 5 až obr. 42.

Položka 1 v dotazníku – ZŠ A (Obr. 5) a ZŠ B (Obr. 6):



Obr. 5 Grafické znázornenie obľúbenosti jednotlivých predmetov v % – ZŠ A v relatívnych hodnotách



Obr. 6 Grafické znázornenie obľúbenosti jednotlivých predmetov v % – ZŠ B v relatívnych hodnotách

(Poznámky k Obr. 5 a 6: 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.)

Položka 2 v dotazníku – ZŠ A (Obr. 7) a ZŠ B (Obr. 8):



Obr. 7 Grafické znázornenie odpovedí na položku 2 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ A)



Obr. 8 Grafické znázornenie odpovedí na položku 2 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ B)



Položka 3 v dotazníku – ZŠ A (Obr. 9) a ZŠ B (Obr. 10):

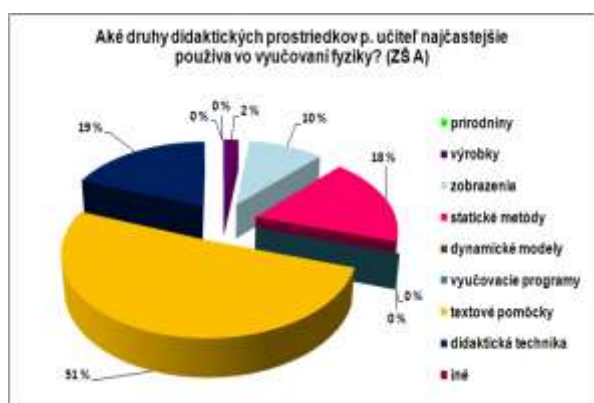


Obr. 9 Grafické znázornenie odpovedí na položku 3 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ A)

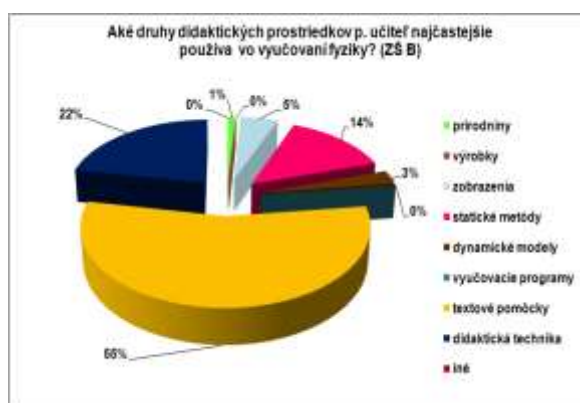


Obr. 10 Grafické znázornenie odpovedí na položku 3 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ B)

Položka 4 v dotazníku – ZŠ A (Obr. 11) a ZŠ B (Obr. 12):

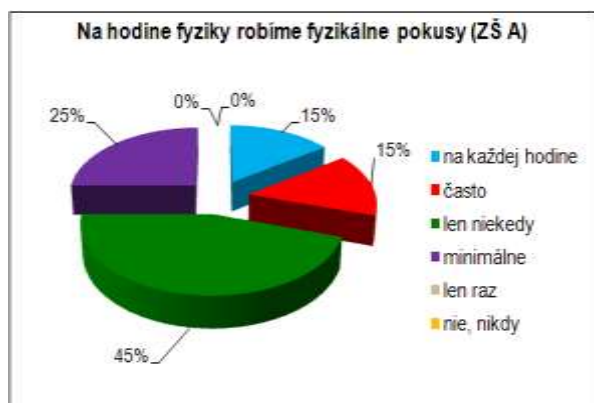


Obr. 11 Grafické znázornenie odpovedí na položku 4 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ A)



Obr. 12 Grafické znázornenie odpovedí na položku 4 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ B)

Položka 5 v dotazníku – ZŠ A (Obr. 13) a ZŠ B (Obr. 14):



Obr. 13 Grafické znázornenie odpovedí na položku 5 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ A)



Obr. 14 Grafické znázornenie odpovedí na položku 5 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ B)

Položka 6 v dotazníku – ZŠ A (Obr. 15) a ZŠ B (Obr. 16):



Obr. 15 Grafické znázornenie odpovedí na položku 6 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ A)



Obr. 16 Grafické znázornenie odpovedí na položku 6 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ B)

Položka 7 v dotazníku – ZŠ A (Obr.17) a ZŠ B (Obr. 18):



Obr. 17 Grafické znázornenie odpovedí na položku 7 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ A)



Obr. 18 Grafické znázornenie odpovedí na položku 7 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ B)

Položka 8 v dotazníku – ZŠ A (Obr. 19) a ZŠ B (Obr. 20):



Obr. 19 Grafické znázornenie odpovedí na položku 8 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ A)



Obr. 20 Grafické znázornenie odpovedí na položku 8 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ B)

Položka 9 v dotazníku – ZŠ A (Obr. 21) a ZŠ B (Obr. 22):



Obr. 21 Grafické znázornenie odpovedí na položku 9 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ A)



Obr. 22 Grafické znázornenie odpovedí na položku 9 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ B)

Položka 10 v dotazníku – ZŠ A (Obr. 23) a ZŠ B (Obr. 24):



Obr. 23 Grafické znázornenie odpovedí na položku 10 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ A)



Obr. 24 Grafické znázornenie odpovedí na položku 10 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ B)

Položka 11 v dotazníku – ZŠ A (Obr. 25) a ZŠ B (Obr. 26):



Obr. 25 Grafické znázornenie odpovedí na položku 11 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ A)

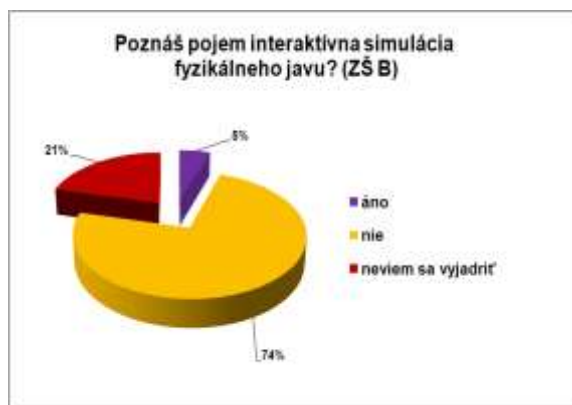


Obr. 26 Grafické znázornenie odpovedí na položku 11 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ B)

Položka 12 v dotazníku – ZŠ A (Obr. 27) a ZŠ B (Obr. 28):



Obr. 27 Grafické znázornenie odpovedí na položku 12 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ A)



Obr. 28 Grafické znázornenie odpovedí na položku 12 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ B)

Položka 13 v dotazníku – ZŠ A (Obr. 29) a ZŠ B (Obr. 30):



Obr. 29 Grafické znázornenie odpovedí na položku 13 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ A)



Obr. 30 Grafické znázornenie odpovedí na položku 13 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ B)

Položka 14 v dotazníku – ZŠ A (Obr. 31) a ZŠ B (Obr. 32):



Obr. 31 Grafické znázornenie odpovedí na položku 14 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ A)



Obr. 32 Grafické znázornenie odpovedí na položku 14 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ B)

Položka 15 v dotazníku – ZŠ A (Obr. 33) a ZŠ B (Obr. 34):



Obr. 33 Grafické znázornenie odpovedí na položku 15 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ A)



Obr. 34 Grafické znázornenie odpovedí na položku 15 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ B)

Položka 16 v dotazníku – ZŠ A (Obr. 35) a ZŠ B (Obr. 36):



Obr. 35 Grafické znázornenie odpovedí na položku 16 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ A)



Obr. 36 Grafické znázornenie odpovedí na položku 16 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ B)

Položka 17 v dotazníku – ZŠ A (Obr. 37) a ZŠ B (Obr. 38):



Obr. 37 Grafické znázornenie odpovedí na položku 17 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ A)



Obr. 38 Grafické znázornenie odpovedí na položku 17 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ B)

Položka 18 v dotazníku – ZŠ A (Obr. 39) a ZŠ B (Obr. 40):

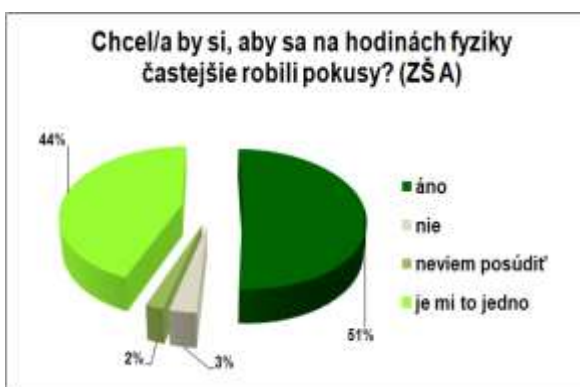


Obr. 39 Grafické znázornenie odpovedí na položku 18 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ A)

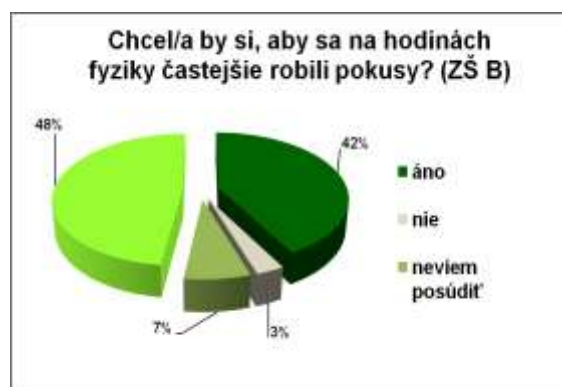


Obr. 40 Grafické znázornenie odpovedí na položku 18 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ B)

Položka 19 v dotazníku – ZŠ A (Obr. 41) a ZŠ B (Obr. 42):



Obr. 41 Grafické znázornenie odpovedí na položku 19 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ A)



Obr. 42 Grafické znázornenie odpovedí na položku 19 v dotazníku v relatívnych hodnotách (ZŠ B)

## 4.2 Štatistická analýza výsledkov didaktických testov

Štatistická hypotéza je tvrdenie o rozdelení pravdepodobnosti jednej alebo viacerých náhodných premenných. Hypotéza, ktorej platnosť overujeme, sa nazýva testovaná (nulová) hypotéza a označuje sa  $H_0$ .

Nulová hypotéza  $H_0$  je tvrdenie (Hendl, 2004 citovaný podľa Vragaš, 2007), ktoré deklaruje „žiadny rozdiel“, t.j. akýkoľvek nájdený rozdiel je prirodzenou variabilitou dát, dosiahnutý výsledok je iba náhodný a nemožno ho zovšeobecniť na základný súbor. Je to hypotéza, ktorú by výskumník najradšej zamietol.

Nulová hypotéza však nemusí byť správna, preto treba uviesť, s akou možnosťou počítame v prípade, že testovaná hypotéza neplatí. Túto druhú možnosť nazývame alternatívna hypotéza a označuje sa zvyčajne  $H_A$ .

Alternatívna hypotéza  $H_A$  znamená situáciu, keď nulová hypotéza neplatí. Obyčajne sa vyjadruje ako „existencia diferencie“ medzi skupinami alebo „existencia závislosti“ medzi premennými.

Štatistickú analýzu získaných údajov z neštandardizovaných didaktických testov (DT) (vstupný DT, priebežné DT 1, 2, 3, 4, 5, 6, výstupný DT), sme uskutočnili metódami, ktoré sú zabudované vo voľbe „Analýza dát“ v programe Microsoft Office Excel 2003.

### 4.2.1 Štatistická verifikácia hypotézy $H_1$

$H_1$ : Medzi výsledkami pretestu žiakov 9. roč. ZŠ A a medzi výsledkami pretestu žiakov 9. roč. ZŠ B nie sú významné rozdiely.

Pri overovaní hypotézy  $H_1$  sme využili neštandardizovaný vstupný didaktický test (pretest) (Ožvoldová, M., Gerhátová, Ž., 2010). Keďže počet testových úloh nepresiahol 20, zvolili sme vážené skórovanie na základe konzultácií s pedagógmi základných škôl (ZŠ A a ZŠ B) a metodičkou Metodického pedagogického centra v Bratislave PhDr. Ruženou Horylovou. Test obsahoval 15 úloh, ktoré neboli zamerané len na reprodukciu osvojených vedomostí, ale vyžadovali od žiakov aj poznatky z bežného života, ich spájanie a hľadanie súvislostí. Jedna úloha bola s výberom odpovede z troch ponúknutých možností, dve úlohy boli otvorené štrukturalizované so štruktúrou danou konvenčne, ostatné úlohy boli otvorené produkčné a doplňovacie. Maximálny počet bodov v teste, ktoré žiaci mohli dosiahnuť, bol 35. Pretestom, ktorý sme uskutočnili pred experimentálnym zásahom, sme zisťovali, či medzi výsledkami pretestu žiakov 9. roč. ZŠ A a ZŠ B nie sú významné rozdiely. Fisherov-Snedecorovým F–testom sme overili predpoklad o rovnosti rozptylov súborov a na rozhodnutie, či dva súbory dát, získaných meraním v dvoch rôznych skupinách objektov (výsledky pretestov žiakov ZŠ A a žiakov v ZŠ B), majú rovnaký aritmetický priemer sme použili Studentov t-test.

V tab. 4 a graficky na obr. 43 uvádzame rozdelenie početností skóre z pretestu žiakov ZŠ A. V tab. 5 a graficky na obr. 44 uvádzame rozdelenie početností skóre z pretestu žiakov ZŠ B.

Tabuľka 4 Rozdelenie početností skóre z pretestu žiakov ZŠ A

| Úrovne znaku | Absolútna početnosť | Kumulatívna početnosť | Relatívna početnosť | Kumulatívna relatívna početnosť | Relatívna početnosť [%] |
|--------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 1            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 2            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 3            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 4            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 5            | 4                   | 4                     | 0,05                | 0,05                            | 5,48                    |
| 6            | 2                   | 6                     | 0,03                | 0,08                            | 2,74                    |
| 7            | 6                   | 12                    | 0,08                | 0,16                            | 8,22                    |
| 8            | 7                   | 19                    | 0,1                 | 0,26                            | 9,59                    |
| 9            | 8                   | 27                    | 0,11                | 0,37                            | 10,96                   |
| 10           | 8                   | 35                    | 0,11                | 0,48                            | 10,96                   |
| 11           | 6                   | 41                    | 0,08                | 0,56                            | 8,22                    |
| 12           | 4                   | 45                    | 0,05                | 0,62                            | 5,48                    |
| 13           | 3                   | 48                    | 0,04                | 0,66                            | 4,11                    |
| 14           | 5                   | 53                    | 0,07                | 0,73                            | 6,81                    |
| 15           | 3                   | 56                    | 0,04                | 0,77                            | 4,11                    |
| 16           | 4                   | 60                    | 0,05                | 0,82                            | 5,48                    |
| 17           | 3                   | 63                    | 0,04                | 0,86                            | 4,11                    |
| 18           | 3                   | 66                    | 0,04                | 0,90                            | 4,11                    |
| 19           | 2                   | 68                    | 0,03                | 0,93                            | 2,74                    |
| 20           | 1                   | 69                    | 0,01                | 0,95                            | 1,37                    |
| 21           | 0                   | 69                    | 0                   | 0,95                            | 0                       |
| 22           | 1                   | 70                    | 0,01                | 0,96                            | 1,37                    |
| 23           | 0                   | 70                    | 0                   | 0,96                            | 0                       |
| 24           | 0                   | 70                    | 0                   | 0,96                            | 0                       |
| 25           | 2                   | 72                    | 0,03                | 0,97                            | 2,74                    |
| 26           | 1                   | 73                    | 0,01                | 1                               | 1,37                    |
| 27           | 0                   | 73                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| 28           | 0                   | 73                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| 29           | 0                   | 73                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| 30           | 0                   | 73                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| 31           | 0                   | 73                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| 32           | 0                   | 73                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| 33           | 0                   | 73                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| 34           | 0                   | 73                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| 35           | 0                   | 73                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| <b>Spolu</b> | <b>73</b>           |                       | <b>1</b>            |                                 | <b>100</b>              |

Tabuľka 5 Rozdelenie početností skóre z pretestu žiakov ZŠ B

| Úroveň znaku | Absolútna početnosť | Kumulatívna početnosť | Relatívna početnosť | Kumulatívna relatívna početnosť | Relatívna početnosť [%] |
|--------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 1            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 2            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 3            | 1                   | 1                     | 0,01                | 0,01                            | 1,22                    |
| 4            | 6                   | 7                     | 0,07                | 0,09                            | 7,32                    |
| 5            | 6                   | 13                    | 0,07                | 0,16                            | 7,32                    |
| 6            | 5                   | 18                    | 0,06                | 0,22                            | 6,1                     |
| 7            | 8                   | 26                    | 0,1                 | 0,32                            | 9,76                    |
| 8            | 7                   | 33                    | 0,09                | 0,40                            | 8,54                    |
| 9            | 3                   | 36                    | 0,04                | 0,44                            | 3,66                    |
| 10           | 7                   | 43                    | 0,09                | 0,52                            | 8,54                    |
| 11           | 5                   | 48                    | 0,06                | 0,59                            | 6,1                     |
| 12           | 3                   | 51                    | 0,04                | 0,62                            | 3,66                    |
| 13           | 1                   | 52                    | 0,01                | 0,63                            | 1,22                    |
| 14           | 6                   | 58                    | 0,07                | 0,71                            | 7,32                    |
| 15           | 5                   | 63                    | 0,06                | 0,77                            | 6,1                     |
| 16           | 3                   | 66                    | 0,04                | 0,80                            | 3,66                    |
| 17           | 6                   | 72                    | 0,07                | 0,88                            | 7,32                    |
| 18           | 0                   | 72                    | 0                   | 0,88                            | 0                       |
| 19           | 1                   | 73                    | 0,01                | 0,89                            | 1,22                    |
| 20           | 2                   | 75                    | 0,02                | 0,91                            | 2,44                    |
| 21           | 1                   | 76                    | 0,01                | 0,93                            | 1,22                    |
| 22           | 2                   | 78                    | 0,02                | 0,95                            | 2,44                    |
| 23           | 1                   | 79                    | 0,01                | 0,96                            | 1,22                    |
| 24           | 1                   | 80                    | 0,01                | 0,98                            | 1,22                    |
| 25           | 1                   | 81                    | 0,01                | 0,99                            | 1,22                    |
| 26           | 0                   | 81                    | 0                   | 0,99                            | 0                       |
| 27           | 1                   | 82                    | 0,01                | 1                               | 1,22                    |
| 28           | 0                   | 82                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| 29           | 0                   | 82                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| 30           | 0                   | 82                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| 31           | 0                   | 82                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| 32           | 0                   | 82                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| 33           | 0                   | 82                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| 34           | 0                   | 82                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| 35           | 0                   | 82                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| <b>Spolu</b> | 82                  |                       | 1                   |                                 | 100                     |





Obr. 43 Grafické znázornenie rozdelenia početností skóre z pretestu žiakov ZŠ A



Obr. 44 Grafické znázornenie rozdelenia početností skóre z pretestu žiakov ZŠ B

Na základe výsledkov, ktoré sú uvedené v tab. 6, môžeme konštatovať, že rozdelenie početností skóre z pretestu žiakov ZŠ B je plochejšie ako normované normálne rozdelenie a je zošikmené doľava.

Tabuľka 6 Popisná štatistika – pretest (žiaci ZŠ A a ZŠ B)

| Štatistické veličiny           | Pretest ZŠ B | Pretest ZŠ A |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| Stredná hodnota                | 11,37        | 11,98        |
| Chyba strednej hodnoty         | 0,63         | 0,57         |
| Medián                         | 10           | 11           |
| Modus                          | 7            | 10           |
| Smerodajná odchýlka            | 5,73         | 4,91         |
| Rozptyl výberu                 | 32,88        | 24,07        |
| Špicatosť                      | -0,21        | 0,53         |
| Šikmosť                        | 0,69         | 0,91         |
| Minimum                        | 3            | 5            |
| Maximum                        | 27           | 26           |
| Rozdiel max. – min.            | 24           | 21           |
| Súčet                          | 932          | 875          |
| Počet                          | 82           | 73           |
| Najväčšie skóre (1)            | 27           | 26           |
| Najmenšie skóre (1)            | 3            | 5            |
| Hladina spoľahlivosti (95,0 %) | 1,26         | 1,15         |

V ďalších riadkoch tab. 6 je uvedená maximálna a minimálna hodnota skóre, ďalej rozsah súboru (*Počet*), najmenšie a najväčšie dosiahnuté skóre. Hladina spoľahlivosti je 1,26, čo znamená, že s 95 % spoľahlivosťou sa stred rozdelenia nachádza v intervale  $11,37 \pm 1,26$ .

Na základe výsledkov, ktoré sú uvedené v tab. 6, môžeme konštatovať, že rozdelenie početností skóre z pretestu žiakov ZŠ A je špicatejšie ako normované normálne rozdelenie a je zošikmené doľava. V ďalších riadkoch tab. 6 je uvedená maximálna a minimálna hodnota skóre, ďalej rozsah súboru (*Počet*), najmenšie a najväčšie dosiahnuté skóre. Hladina spoľahlivosti je 1,15, čo znamená, že s 95 % spoľahlivosťou sa stred rozdelenia nachádza v intervale  $11,98 \pm 1,15$ .

Nulovú hypotézu **Studentovho t-testu** sme testovali pomocou kritéria *t*. Pri Studentovom *t*-teste sa vyžaduje, aby:

- základný súbor spĺňal požiadavku normálneho rozdelenia (ak je vzorka veľká ( $n > 50$ ), možno predpokladať, že rozdelenie sa blíži k normálnemu);
- bola dodržaná požiadavka homogenity rozptylu v oboch porovnávaných skupinách (požaduje sa, aby rozptyl v oboch skupinách bol približne rovnaký);

- merania boli navzájom nezávislé;
- dáta boli metrické (Chráska, M., 2007).

Studentov  $t$ -test pre nezávislé vzorky testuje hypotézu o rozdiel priemerov dvoch skupín (príslušnosť k skupine je daná hodnotou binárnej premennej). Test sa väčšinou používa na overenie, či zo vzoriek zistený rozdiel priemerov môže byť iba náhodný (rovný 0), alebo je štatisticky významný. Významný rozdiel ( $P < 0,05$ ) znamená, že medzi intervalovou a binárnou premennou existuje vzťah.

Originálny Studentov  $t$ -test predpokladá rovnosť rozptylov dvoch základných súborov, z ktorých vzorky pochádzajú. V prípade rôznych rozptylov sa používa modifikovaný  $t$ -test, známy pod názvom **Aspin-Welchov test**. Medzi použitím Studentovho a Aspin-Welchovho testu sa často rozhoduje na základe výsledku testu rovnosti rozptylov. Keď je rovnosť rozptylov zamietnutá ( $P < 0,05$ ), použije sa Aspin-Welchov test. Ott (Ott, 1984) opierajúci sa o výsledky simulácií však odporúča použiť  $t$ -test pre rovnaké rozptyly, ak sú obe vzorky približne rovnako veľké a Aspin-Welchov test pre rôzne rozptyly vtedy, keď podiel veľkostí vzoriek (početnejšia k menej početnej) je rovný alebo väčší ako 1,5.

#### Fisherov-Snedecorov $F$ -test

Na zistenie toho, či v oboch súboroch dát je približne rovnako veľký rozptyl, sme použili **Fisherov-Snedecorov  $F$ -test**. Pomocou testového kritéria  $F$  sa testuje nulová hypotéza o rovnosti rozptylov v oboch skupinách. Ak by sa pri štatistickej analýze ukázalo, že nulovú hypotézu  $H_0$  je možné odmietnuť, prijali by sme alternatívnu hypotézu  $H_A$ .

$H_0$ : Rozptyl výsledkov z pretestu v ZŠ A a rozptyl výsledkov z pretestu v ZŠ B je rovnako veľký.

$H_A$ : Rozptyl výsledkov z pretestu v ZŠ A a rozptyl výsledkov z pretestu v ZŠ B je rozdielny.

Pri tomto teste sa rozptyly posudzujú pomocou testového kritéria  $F$ , ktoré sa vypočíta zo vzťahu (16):

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} = \frac{\sum (x_{1i} - \bar{x}_1)^2}{\sum (x_{2j} - \bar{x}_2)^2} \cdot \frac{n_2 - 1}{n_1 - 1} \quad (16)$$

Rozptyl výsledkov v ZŠ A (tab. 7) sme vypočítali zo vzťahu (17):

$$s_1^2 = s_A^2 = \frac{\sum (x_{Ai} - \bar{x}_A)^2}{n_A - 1} \quad (17)$$

$$s_1^2 = s_A^2 = 24,07.$$

Rozptyl výsledkov v ZŠ B (tab. 7) sme vypočítali zo vzťahu (18):

$$s_2^2 = s_B^2 = \frac{\sum (x_{Bj} - \bar{x}_B)^2}{n_B - 1} \quad (18)$$

$$s_2^2 = s_B^2 = 32,88.$$

Testové kritérium (tab. 7)  $F = 1,37$ .

Tabuľka 7 Dvojvýberový  $F$ -test pre rozptyl (ZŠ B, ZŠ A)

| Štatistické veličiny | Pretest ZŠ B | Pretest ZŠ A |
|----------------------|--------------|--------------|
| Stredná hodnota      | 11,37        | 11,99        |
| Rozptyl              | 32,88        | 24,07        |
| Pozorovanie          | 82           | 73           |
| Rozdiel              | 81           | 72           |
| $F$                  | 1,37         |              |
| $P (F <= f) (1)$     | 0,09         |              |
| $F$ krit (1)         | 1,47         |              |

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Vypočítanú hodnotu  $F$  sme porovnali s kritickou hodnotou tohto kritéria pre zvolenú hladinu významnosti ( $\alpha = 0,05$ ) a príslušný počet stupňov voľnosti, ktorý sa vypočíta pre každú skupinu zo vzťahov:

$$f_1 = n_1 - 1, \quad (19)$$

$$f_2 = n_2 - 1, \quad (20)$$

kde  $f_1, f_2$  sú počty stupňov voľnosti v oboch skupinách a  $n_1, n_2$  je početnosť hodnôt v oboch skupinách. V našom prípade je pre ZŠ B  $f_1 = 81$  stupňov voľnosti a v ZŠ A  $f_2 = 72$  stupňov voľnosti.

Výberový rozptyl  $s^2$  je definovaný vzťahom:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (21)$$

a z toho je smerodajná odchýlka  $s$  daná vzťahom:

$$s = \sqrt{s^2}. \quad (22)$$

Výberový rozptyl  $s^2$  je bodovým odhadom disperzie  $\sigma^2$ . Bodový odhad sa nazýva preto, lebo je vyjadrený jedným číslom. Rozptyl (disperzia) štatistického súboru  $\sigma^2$  sa vypočíta podľa vzťahu:

$$\sigma^2 = \frac{n-1}{n} s^2 \quad (23)$$

a smerodajná odchýlka  $\sigma$  zo vzťahu:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}. \quad (24)$$

Na základe výsledkov, ktoré sú uvedené v tab. 7, môžeme konštatovať, že kritická hodnota  $F_{0,05}(81; 72) = 1,47$  a vypočítaná hodnota  $F = 1,37$ . Zistili sme, že vypočítaná hodnota  $F = 1,37$  je menšia ako hodnota kritická a tiež, že  $P = 0,09$ , teda  $P > 0,05$ . Preto sme prijali nulovú hypotézu. Medzi rozptylmi v oboch skupinách teda nie sú štatisticky významné rozdiely a použitie Studentovho  $t$ -testu s rovnosťou rozptylov je preto z tohto hľadiska oprávnené.

### Studentov $t$ -test

$H_0$ : Medzi výsledkami pretestu žiakov 9. roč. ZŠ A a medzi výsledkami pretestu žiakov 9. roč. ZŠ B nie sú významné rozdiely.

$H_A$ : Medzi výsledkami pretestu žiakov 9. roč. ZŠ A a medzi výsledkami pretestu žiakov 9. roč. ZŠ B sú významné rozdiely.

Ak by sa pri štatistickej analýze ukázalo, že nulovú hypotézu  $H_0$  je možné odmietnuť, prijali by sme alternatívnu hypotézu  $H_A$ .

Nulovú hypotézu u Studentovho  $t$ -testu sme testovali pomocou kritéria  $t$ , ktoré sa vypočíta zo vzťahu:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s} \sqrt{\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}}, \quad (25)$$

kde  $\bar{x}_1$  je priemer skóre z pretestu skupiny A a  $\bar{x}_2$  je priemer skóre z pretestu skupiny B,  $n_1, n_2$  je početnosť skupín a  $s$  je smerodajná odchýlka, ktorá sa vypočíta z hodnôt získaných v oboch skupinách z tzv. *nestranného odhadu rozptylu  $s^2$*  podľa vzťahov:

$$s^2 = \frac{1}{n_1 + n_2 - 2} \left[ \sum (x_{1i} - \bar{x}_1)^2 + \sum (x_{2j} - \bar{x}_2)^2 \right] \quad (26)$$

$$s = \sqrt{s^2}, \quad (27)$$

kde  $x_{1i}$  a  $x_{2j}$  sú namerané hodnoty v oboch skupinách a

$$f = n_1 + n_2 - 2, \quad (28)$$

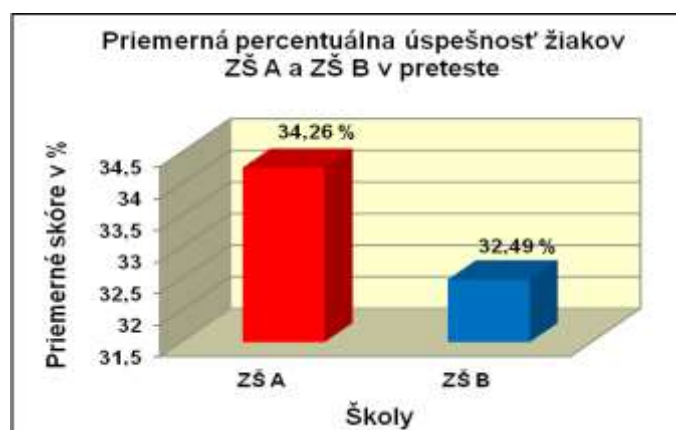
je počet stupňov voľnosti. Vypočítanú hodnotu  $t$  sme porovnali s kritickou hodnotou testového kritéria pre zvolenú hladinu významnosti a príslušný počet stupňov voľnosti, v našom prípade

$f = 153$ . Na základe výsledkov, ktoré sú uvedené v tab. 8, môžeme konštatovať, že kritická hodnota Studentovho  $t$ -testu pre 153 stupňov voľnosti a hladinu významnosti  $\alpha = 0,05$  je  $t_{0,05}(153) = 1,98$ .

Tabuľka 8 Dvojvýberový  $t$ -test s rovnosťou rozptylov (ZŠ B, ZŠ A)

| Štatistické veličiny     | Pretest ZŠ B | Pretest ZŠ A |
|--------------------------|--------------|--------------|
| Str. hodnota             | 11,37        | 11,99        |
| Rozptyl                  | 32,88        | 24,07        |
| Pozorovanie              | 82           | 73           |
| Spoločný rozptyl         | 28,73        |              |
| Hyp. rozdiel str. hodnôt | 0            |              |
| Rozdiel                  | 153          |              |
| $t$ štat                 | 0,72         |              |
| $P(T <= t)$ (1)          | 0,24         |              |
| $t$ krit (1)             | 1,66         |              |
| $P(T <= t)$ (2)          | 0,47         |              |
| $t$ krit (2)             | 1,98         |              |

Pre hodnoty uvedené v tab. 8 je  $t = 0,72$ . Pretože vypočítaná hodnota  $t = 0,72$  je menšia ako kritická hodnota a tiež, že  $P > 0,05$ , musíme prijať nulovú hypotézu. **Medzi výsledkami pretestu žiakov 9. roč. ZŠ A a ZŠ B nie sú štatisticky významné rozdiely.** Na obr. 45 uvádzame graficky priemernú percentuálnu úspešnosť žiakov ZŠ A a ZŠ B v preteste.



Obr. 45 Grafické znázornenie priemernej percentuálnej úspešnosti žiakov ZŠ A a ZŠ B v preteste

#### Pretest – experimentálna a kontrolná skupina

Aby boli výsledky výskumu preukázané, musí byť úroveň vedomostí žiakov v oboch skupinách pred začatím experimentu rovnaká, a preto okrem toho, že sme uskutočnili štatistickú analýzu výsledkov pretestu žiakov ZŠ A a ZŠ B, urobili sme aj štatistickú analýzu týchto výsledkov po rozdelení žiakov do experimentálnej (ES) a kontrolnej skupiny (KS), čím sme zisťovali, či medzi výsledkami pretestu ES a KS nie sú významné rozdiely. Fisher-Snedecorovým  $F$ -testom sme overili predpoklad o rovnosti rozptylov súborov a na rozhodnutie, či dva súbory dát, získaných meraním v dvoch rôznych skupinách objektov (výsledky pretestov žiakov ES a KS), majú rovnaký aritmetický priemer, sme použili Studentov  $t$ -test.

V tab. 9 a graficky na obr. 46 uvádzame rozdelenie početností skóre z pretestu žiakov ES. V tab. 10 a graficky na obr. 47 uvádzame rozdelenie početností skóre z pretestu žiakov KS.

Tabuľka 9 Rozdelenie početností skóre z pretestu žiakov ES

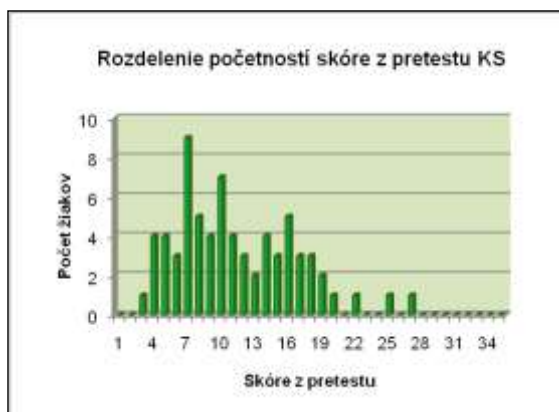
| Úroveň znaku | Absolútna početnosť | Kumulatívna početnosť | Relatívna početnosť | Kumulatívna relatívna početnosť | Relatívna početnosť [%] |
|--------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 1            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 2            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 3            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 4            | 2                   | 2                     | 0,02                | 0,02                            | 2,35                    |
| 5            | 6                   | 8                     | 0,07                | 0,09                            | 7,06                    |
| 6            | 4                   | 12                    | 0,05                | 0,14                            | 4,71                    |
| 7            | 5                   | 17                    | 0,06                | 0,20                            | 5,88                    |
| 8            | 9                   | 26                    | 0,11                | 0,31                            | 10,59                   |
| 9            | 7                   | 33                    | 0,08                | 0,39                            | 8,24                    |
| 10           | 8                   | 41                    | 0,09                | 0,48                            | 9,41                    |
| 11           | 7                   | 48                    | 0,08                | 0,56                            | 8,24                    |
| 12           | 4                   | 52                    | 0,05                | 0,61                            | 4,71                    |
| 13           | 2                   | 54                    | 0,02                | 0,64                            | 2,35                    |
| 14           | 7                   | 61                    | 0,08                | 0,72                            | 8,24                    |
| 15           | 5                   | 66                    | 0,06                | 0,78                            | 5,88                    |
| 16           | 2                   | 68                    | 0,02                | 0,80                            | 2,35                    |
| 17           | 6                   | 74                    | 0,07                | 0,87                            | 7,06                    |
| 18           | 0                   | 74                    | 0                   | 0,87                            | 0                       |
| 19           | 1                   | 75                    | 0,01                | 0,88                            | 1,18                    |
| 20           | 2                   | 77                    | 0,02                | 0,91                            | 2,35                    |
| 21           | 1                   | 78                    | 0,01                | 0,92                            | 1,18                    |
| 22           | 2                   | 80                    | 0,02                | 0,94                            | 2,35                    |
| 23           | 1                   | 81                    | 0,01                | 0,95                            | 1,18                    |
| 24           | 1                   | 82                    | 0,01                | 0,96                            | 1,18                    |
| 25           | 2                   | 84                    | 0,02                | 0,99                            | 2,35                    |
| 26           | 1                   | 85                    | 0,01                | 1                               | 1,18                    |
| 27           | 0                   | 85                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| 28           | 0                   | 85                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| 29           | 0                   | 85                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| 30           | 0                   | 85                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| 31           | 0                   | 85                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| 32           | 0                   | 85                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| 33           | 0                   | 85                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| 34           | 0                   | 85                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| 35           | 0                   | 85                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| Spolu        | 85                  |                       | 1                   |                                 | 100                     |

Tabuľka 10 Rozdelenie početností skóre z pretestu žiakov KS

| Úrovne<br>znaku | Absolútna<br>početnosť | Kumulatívna<br>početnosť | Relatívna<br>početnosť | Kumulatívna<br>relatívna početnosť | Relatívna početnosť<br>[%] |
|-----------------|------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| 1               | 0                      | 0                        | 0                      | 0                                  | 0                          |
| 2               | 0                      | 0                        | 0                      | 0                                  | 0                          |
| 3               | 1                      | 1                        | 0,01                   | 0,01                               | 1,43                       |
| 4               | 4                      | 5                        | 0,06                   | 0,07                               | 5,71                       |
| 5               | 4                      | 9                        | 0,06                   | 0,13                               | 5,71                       |
| 6               | 3                      | 12                       | 0,04                   | 0,17                               | 4,29                       |
| 7               | 9                      | 21                       | 0,13                   | 0,3                                | 12,86                      |
| 8               | 5                      | 26                       | 0,07                   | 0,37                               | 7,14                       |
| 9               | 4                      | 30                       | 0,06                   | 0,43                               | 5,71                       |
| 10              | 7                      | 37                       | 0,1                    | 0,53                               | 10                         |
| 11              | 4                      | 41                       | 0,06                   | 0,59                               | 5,71                       |
| 12              | 3                      | 44                       | 0,04                   | 0,63                               | 4,29                       |
| 13              | 2                      | 46                       | 0,03                   | 0,66                               | 2,86                       |
| 14              | 4                      | 50                       | 0,06                   | 0,71                               | 5,71                       |
| 15              | 3                      | 53                       | 0,04                   | 0,76                               | 4,29                       |
| 16              | 5                      | 58                       | 0,07                   | 0,83                               | 7,14                       |
| 17              | 3                      | 61                       | 0,04                   | 0,87                               | 4,29                       |
| 18              | 3                      | 64                       | 0,04                   | 0,91                               | 4,26                       |
| 19              | 2                      | 66                       | 0,03                   | 0,94                               | 2,86                       |
| 20              | 1                      | 67                       | 0,01                   | 0,96                               | 1,43                       |
| 21              | 0                      | 67                       | 0                      | 0,96                               | 0                          |
| 22              | 1                      | 68                       | 0,01                   | 0,97                               | 1,43                       |
| 23              | 0                      | 68                       | 0                      | 0,97                               | 0                          |
| 24              | 0                      | 68                       | 0                      | 0,97                               | 0                          |
| 25              | 1                      | 69                       | 0,01                   | 0,99                               | 1,43                       |
| 26              | 0                      | 69                       | 0                      | 0,99                               | 0                          |
| 27              | 1                      | 70                       | 0,01                   | 1                                  | 1,43                       |
| 28              | 0                      | 70                       | 0                      | 1                                  | 0                          |
| 29              | 0                      | 70                       | 0                      | 1                                  | 0                          |
| 30              | 0                      | 70                       | 0                      | 1                                  | 0                          |
| 31              | 0                      | 70                       | 0                      | 1                                  | 0                          |
| 32              | 0                      | 70                       | 0                      | 1                                  | 0                          |
| 33              | 0                      | 70                       | 0                      | 1                                  | 0                          |
| 34              | 0                      | 70                       | 0                      | 1                                  | 0                          |
| 35              | 0                      | 70                       | 0                      | 1                                  | 0                          |
| <b>Spolu</b>    | 70                     |                          | 1                      |                                    | 100                        |



Obr. 46 Grafické znázornenie rozdelenia početnosti skóre z pretestu žiakov ES



Obr. 47 Grafické znázornenie rozdelenia početnosti skóre z pretestu žiakov KS

Na základe získaných výsledkov, ktoré sú uvedené v tab. 11, môžeme konštatovať, že rozdelenie početnosti skóre z pretestu žiakov KS je špicatejšie ako normované normálne rozdelenie a je zošikmené doľava. V ďalších riadkoch tab. 11 je uvedená maximálna a minimálna hodnota skóre, ďalej rozsah súboru (*Počet*), najmenšie a najväčšie dosiahnuté skóre. Hladina spoľahlivosti je 1,27, čo znamená, že s 95 % spoľahlivosťou sa stred rozdelenia nachádza v intervale  $11,29 \pm 1,27$ .

Na základe výsledkov, ktoré sú uvedené v tab. 11, môžeme konštatovať, že rozdelenie početnosti skóre z pretestu žiakov ES je špicatejšie ako normované normálne rozdelenie a je zošikmené doľava. V ďalších riadkoch tab. 11 je uvedená maximálna a minimálna hodnota skóre, ďalej rozsah súboru (*Počet*), najmenšie a najväčšie dosiahnuté skóre. Hladina spoľahlivosti je 1,17, čo znamená, že s 95 % spoľahlivosťou sa stred rozdelenia nachádza v intervale  $11,96 \pm 1,17$ .

Tabuľka 11 Popisná štatistika – pretest (ES, KS)

| Štatistické veličiny           | Pretest ES | Pretest KS |
|--------------------------------|------------|------------|
| Stredná hodnota                | 11,96      | 11,29      |
| Chyba str. hodnoty             | 0,59       | 0,6341     |
| Medián                         | 11         | 10         |
| Modus                          | 8          | 7          |
| Smerodajná odchýlka            | 5,40       | 5,306      |
| Rozptyl výberu                 | 29,18      | 28,15      |
| Špicatosť                      | 0,02       | 0,12       |
| Šikmosť                        | 0,79       | 0,69       |
| Minimum                        | 4          | 3          |
| Maximum                        | 26         | 27         |
| Rozdiel max.-min.              | 22         | 24         |
| Súčet                          | 1017       | 790        |
| Počet                          | 85         | 70         |
| Najväčšie skóre (1)            | 26         | 27         |
| Najmenšie skóre (1)            | 4          | 3          |
| Hladina spoľahlivosti (95,0 %) | 1,17       | 1,27       |

### Fisherov-Snedecorov F-test

Na zistenie toho, či v oboch súboroch dát je približne rovnako veľký rozptyl, sme použili Fisherov-Snedecorov  $F$ -test. Pomocou testového kritéria  $F$  sa testuje nulová hypotéza o rovnosti rozptylov v oboch skupinách. Ak by sa pri štatistickej analýze ukázalo, že nulovú hypotézu  $H_0$  je možné odmietnuť, prijali by sme alternatívnu hypotézu  $H_A$ .

$H_0$ : Rozptyl výsledkov z pretestu v ES a rozptyl výsledkov z pretestu v KS je rovnako veľký.

$H_A$ : Rozptyl výsledkov z pretestu v ES a rozptyl výsledkov z pretestu v KS je rozdielny.

Pri tomto teste sa rozptyly posudzujú pomocou testového kritéria  $F$ , ktoré sa vypočíta zo vzťahu (16). Zvolená hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Rozptyl výsledkov v ES (tab. 12), sme vypočítali zo vzťahu (17):  $s_1^2 = s_{ES}^2 = 29,18$ .

Rozptyl výsledkov v KS (tab. 12), sme vypočítali zo vzťahu (18):  $s_2^2 = s_{KS}^2 = 28,15$ .

Testové kritérium (tab. 12)  $F = 1,04$ .

Na základe výsledkov, ktoré sú uvedené v tab. 12, môžeme konštatovať, že kritická hodnota  $F_{0,05}(84; 69) = 1,47$  a vypočítaná hodnota  $F = 1,04$ , ktorá je menšia ako hodnota kritická. Taktiež  $P > 0,05$ , preto sme prijali nulovú hypotézu. Medzi rozptylmi v oboch skupinách teda nie sú štatisticky významné rozdiely, a použitie Studentovho  $t$ -testu s rovnosťou rozptylov je preto z tohto hľadiska oprávnené.

Tabuľka 12 Dvojvýberový  $F$ -test pre rozptyl (ES, KS)

| Štatistické veličiny | Pretest ES | Pretest KS |
|----------------------|------------|------------|
| Stredná hodnota      | 11,96      | 11,29      |
| Rozptyl              | 29,18      | 28,15      |
| Pozorovanie          | 85         | 70         |
| Rozdiel              | 84         | 69         |
| $F$                  | 1,037      |            |
| $P(F \leq f) (1)$    | 0,4412     |            |
| $F$ krit (1)         | 1,469      |            |

### Studentov $t$ -test

$H_0$ : Medzi výsledkami pretestu ES v kognitívnej oblasti, v ktorej sa vyučuje tematický celok Energia v prírode, technike a spoločnosti formou projektového vyučovania s využitím stratégie INTe-L a výsledkami pretestu KS v kognitívnej oblasti, v ktorej sa zvolený tematický celok vyučuje tradične, nie je štatistická závislosť.

Ak by sa pri štatistickej analýze ukázalo, že nulovú hypotézu  $H_0$  je možné odmietnuť, prijali by sme alternatívnu hypotézu  $H_A$ .

$H_A$ : Medzi výsledkami pretestu ES v kognitívnej oblasti, v ktorej sa vyučuje tematický celok Energia v prírode, technike a spoločnosti formou projektového vyučovania s využitím stratégie INTe-L a výsledkami pretestu KS v kognitívnej oblasti, v ktorej sa zvolený tematický celok vyučuje tradične, je štatistická závislosť.

Nulovú hypotézu u Studentovho  $t$ -testu sme testovali pomocou kritéria  $t$ , ktoré sa vypočíta zo vzťahu (25), kde  $\bar{x}_1$  je priemer skóre z pretestu ES a  $\bar{x}_2$  je priemer skóre z pretestu KS,  $n_1, n_2$  je početnosť skupín a  $s$  je smerodajná odchýlka. Zvolená hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ . Vypočítanú hodnotu  $t$  sme porovnali s kritickou hodnotou testového kritéria pre zvolenú hladinu významnosti a príslušný počet stupňov voľnosti, v našom prípade  $f = 153$ . Na základe výsledkov, ktoré sú uvedené v tab. 13, môžeme konštatovať, že kritická hodnota Studentovho  $t$ -testu pre 153 stupňov voľnosti a zvolenú hladinu významnosti je  $t_{0,05}(153) = 1,98$ .



Tabuľka 13 Dvojvýberový *t*-test s rovnosťou rozptylov (ES, KS)

| Štatistické veličiny     | Pretest ES | Pretest KS |
|--------------------------|------------|------------|
| Str. hodnota             | 11,96      | 11,29      |
| Rozptyl                  | 29,18      | 28,15      |
| Pozorovanie              | 85         | 70         |
| Spoločný rozptyl         | 28,71      |            |
| Hyp. rozdiel str. hodnôt | 0          |            |
| Rozdiel                  | 153        |            |
| <i>t</i> stat            | 0,79       |            |
| $P(T \leq t)$ (1)        | 0,22       |            |
| <i>t</i> krit (1)        | 1,66       |            |
| $P(T \leq t)$ (2)        | 0,44       |            |
| <i>t</i> krit (2)        | 1,98       |            |

Pre hodnoty uvedené v tab. 13 je  $t = 0,79$ . Pretože vypočítaná hodnota  $t = 0,79$  je menšia ako kritická hodnota a tiež, že  $P > 0,05$ , musíme prijať nulovú hypotézu  $H_0$ . Medzi výsledkami pretestu žiakov ES a KS nie sú štatisticky významné rozdiely.

#### 4.2.2 Štatistická verifikácia hypotézy $H_2$

$H_2$ : Výsledky priebežných didaktických testov ES v kognitívnej oblasti, v ktorej sa vyučuje tematický celok Energia v prírode, technike a spoločnosti formou projektového vyučovania s využitím stratégie INTe-L sú signifikantne lepšie ako výsledky priebežných didaktických testov KS v kognitívnej oblasti, v ktorej sa zvolený tematický celok vyučuje tradične.

Na overenie hypotézy  $H_2$  sme využili šesť priebežných neštandardizovaných didaktických testov (pozri Ožvoldová, M., Gerhátová, Ž., 2010). Každý priebežný didaktický test obsahoval 10 úloh, ktoré neboli zamerané len na reprodukciu osvojených vedomostí, ale vyžadovali od žiakov aj poznatky z bežného života, ich spájanie a hľadanie súvislostí. Keďže počet testových úloh v jednotlivých priebežných testoch nepresiahol 20, zvolili sme vážené skórovanie. Maximálny počet bodov, ktoré mohli žiaci v jednotlivých priebežných DT dosiahnuť bol v rozpätí 15 – 21 bodov a detailne ich uvádza tab. 14.

Tabuľka 14 Maximálny počet bodov jednotlivých priebežných DT (1 – 6)

| Priebežný test   | 1 | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  |
|------------------|---|----|----|----|----|----|
| Max. počet bodov | 5 | 21 | 18 | 16 | 17 | 19 |

Hypotézu  $H_2$  sme overovali tak, že sme postupne:

- vyhodnotili rozdelenie početností skóre z každého priebežného DT  $i$  ( $i = 1 - 6$ ) žiakov KS a ES;
- uskutočnili štatistickú analýzu výsledkov jednotlivých priebežných DT  $i$ . Pre každý test osobitne sme Fisher-Snedecorovým  $F$ -testom overili predpoklad o rovnosti rozptylov súborov. Pomocou testového kritéria  $F$  sme testovali nulovú hypotézu o rovnosti rozptylov v oboch skupinách. Ak by sa pri štatistickej analýze ukázalo, že nulovú hypotézu  $H_{0i}$  je možné odmietnuť, prijali by sme alternatívnu hypotézu  $H_{Ai}$ . Navrhli sme overenie nasledovných hypotéz  $H_{0i}$  pre  $i = 1 - 6$ :

$H_{0i}$ : Rozptyl výsledkov z priebežného didaktického testu  $i$  ( $i = 1 - 6$ ) v ES a rozptyl výsledkov z priebežného didaktického testu  $i$  v KS je rovnako veľký.

$H_{Ai}$ : Rozptyl výsledkov z  $i$ -teho priebežného didaktického testu (pre  $i = 1 - 6$ ) v ES a rozptyl výsledkov z  $i$ -teho priebežného didaktického testu v KS je rozdielny.

C) skúmali použitím Studentov  $t$ -testu, či dva súbory dát, získaných meraním v dvoch rôznych skupinách objektov (výsledky priebežných DT  $i$  ( $i = 1 - 6$ ), pre ES a KS), majú rovnaký aritmetický priemer. Stanovili sme si nasledovné hypotézy:

$H_{0i}$ : Medzi výsledkami priebežného  $i$ -teho didaktického testu ES ( $i = 1 - 6$ ) v kognitívnej oblasti, v ktorej sa vyučuje tematický celok Energia v prírode, technike a spoločnosti formou projektového vyučovania s využitím stratégie INTe-L a výsledkami priebežného  $i$ -teho didaktického testu KS v kognitívnej oblasti, v ktorej sa zvolený tematický celok vyučuje tradične, nie je štatistická závislosť.

$H_{Ai}$ : Medzi výsledkami priebežného  $i$ -teho didaktického testu ES ( $i = 1 - 6$ ) v kognitívnej oblasti, v ktorej sa vyučuje tematický celok Energia v prírode, technike a spoločnosti formou projektového vyučovania s využitím stratégie INTe-L a výsledkami priebežného  $i$ -teho didaktického testu KS v kognitívnej oblasti, v ktorej sa zvolený tematický celok vyučuje tradične, je štatistická závislosť.

Ak by sa pri štatistickej analýze ukázalo, že nulovú hypotézu  $H_{0i}$  je možné odmietnuť, prijali by sme alternatívnu hypotézu  $H_{Ai}$ . Nulovú hypotézu u Studentovho  $t$ -testu sme testovali pomocou kritéria  $t$ , ktoré sa vypočíta zo vzťahu (25). Zvolená hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Výsledky štatistického spracovania prezentujú tabuľky 15 – 44 a graficky obr. 48 – 59. V nasledovnej časti uvedieme získané výsledky jednotlivo pre priebežné didaktické testy.

#### Štatistické spracovanie DT $i$ ( $i = 1$ )

V tab. 15 a graficky na obr. 48 uvádzame rozdelenie početností skóre z priebežného DT 1 žiakov ES. V tab. 16 a graficky na obr. 49 uvádzame rozdelenie početností skóre z priebežného DT 1 žiakov KS.

Tabuľka 15 Rozdelenie početností skóre z priebežného DT 1 žiakov ES

| Úrovne znaku | Absolútna početnosť | Kumulatívna početnosť | Relatívna početnosť | Kumulatívna relatívna početnosť | Relatívna početnosť [%] |
|--------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 1            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 2            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 3            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 4            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 5            | 1                   | 1                     | 0,01                | 0,01                            | 1,18                    |
| 6            | 2                   | 3                     | 0,02                | 0,04                            | 2,35                    |
| 7            | 6                   | 9                     | 0,07                | 0,11                            | 7,06                    |
| 8            | 6                   | 15                    | 0,07                | 0,18                            | 7,06                    |
| 9            | 12                  | 27                    | 0,14                | 0,32                            | 14,12                   |
| 10           | 14                  | 41                    | 0,16                | 0,48                            | 16,47                   |
| 11           | 9                   | 50                    | 0,11                | 0,59                            | 10,59                   |
| 12           | 12                  | 62                    | 0,14                | 0,73                            | 14,12                   |
| 13           | 13                  | 75                    | 0,15                | 0,88                            | 15,29                   |
| 14           | 6                   | 81                    | 0,07                | 0,95                            | 7,06                    |
| 15           | 4                   | 85                    | 0,05                | 1                               | 4,71                    |
| <b>Spolu</b> | <b>85</b>           |                       | <b>1</b>            |                                 | <b>100</b>              |

Tabuľka 16 Rozdelenie početností skóre z priebežného DT 1 žiakov KS

| Úrovne znaku | Absolútna početnosť | Kumulatívna početnosť | Relatívna početnosť | Kumulatívna relatívna početnosť | Relatívna početnosť [%] |
|--------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 1            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 2            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 3            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 4            | 1                   | 1                     | 0,01                | 0,01                            | 1,43                    |
| 5            | 6                   | 7                     | 0,09                | 0,1                             | 8,57                    |
| 6            | 5                   | 12                    | 0,07                | 0,17                            | 7,14                    |
| 7            | 10                  | 22                    | 0,14                | 0,31                            | 14,29                   |
| 8            | 4                   | 26                    | 0,06                | 0,37                            | 5,71                    |
| 9            | 9                   | 35                    | 0,13                | 0,5                             | 12,86                   |
| 10           | 10                  | 45                    | 0,14                | 0,64                            | 14,29                   |
| 11           | 11                  | 56                    | 0,16                | 0,8                             | 15,71                   |
| 12           | 8                   | 64                    | 0,11                | 0,91                            | 11,43                   |
| 13           | 4                   | 68                    | 0,06                | 0,97                            | 5,71                    |
| 14           | 1                   | 69                    | 0,01                | 0,99                            | 1,43                    |
| 15           | 1                   | 70                    | 0,01                | 1                               | 1,43                    |
| <b>Spolu</b> | <b>70</b>           |                       | <b>1</b>            |                                 | <b>100</b>              |



Obr. 48 Grafické znázornenie rozdelenia početností skóre z priebežného DT 1 žiakov ES



Obr. 49 Grafické znázornenie rozdelenia početností skóre z priebežného DT 1 žiakov KS

**A)** Na základe výsledkov, ktoré sú uvedené v tab. 17, môžeme konštatovať, že rozdelenie početností skóre z priebežného DT 1:

- žiakov ES je plochejšie ako normované normálne rozdelenie a je zošikmené doprava. Hladina spoľahlivosti je 0,51, čo znamená, že s 95 % spoľahlivosťou sa stred rozdelenia nachádza v intervale  $10,72 \pm 0,51$ ;
- žiakov KS je plochejšie ako normované normálne rozdelenie a je zošikmené doprava. Hladina spoľahlivosti je 0,61, čo znamená, že s 95 % spoľahlivosťou sa stred rozdelenia nachádza v intervale  $9,21 \pm 0,61$ .

Tabuľka 17 Porovnanie výsledkov ES a KS štatistického spracovania pre DT 1

| Štatistické veličiny          | ES priebežný DT 1 | KS priebežný DT 1 |
|-------------------------------|-------------------|-------------------|
| Str. hodnota                  | 10,72             | 9,21              |
| Chyba stredná hodnoty         | 0,26              | 0,31              |
| Medián                        | 11                | 9,5               |
| Modus                         | 10                | 11                |
| Smerodajná odchýlka           | 2,37              | 2,58              |
| Rozptyl výberu                | 5,63              | 6,63              |
| Špicatosť                     | -0,67             | -0,81             |
| Šikmosť                       | -0,17             | -0,09             |
| Minimum                       | 5                 | 4                 |
| Maximum                       | 15                | 15                |
| Rozdiel max-min               | 10                | 11                |
| Súčet                         | 911               | 645               |
| Počet                         | 85                | 70                |
| Najväčšie skóre (1)           | 15                | 15                |
| Najmenšie skóre (1)           | 5                 | 4                 |
| Hladina spoľahlivosti (95,0%) | 0,51              | 0,61              |

**B) Fisherov-Snedecorov F-test**

Porovnanie výsledkov dvojjvýberového  $F$ -testu pre obidve skupiny prezentuje tab. 18. Pri tomto teste sa rozptyly posudzujú pomocou testového kritéria  $F$ , ktoré sa vypočíta zo vzťahu (16). Pri zvolenej hladine významnosti  $\alpha = 0,05$  sme získali zo vzťahu (17) rozptyl výsledkov (tab. 18) pre:

- žiakov ES  $s_1^2 = s_{ES}^2 = 5,63$ ;
- žiakov KS  $s_2^2 = s_{KS}^2 = 6,63$ .

Kritická hodnota (tab. 18)  $F_{0,05}(69; 84) = 1,46$  je väčšia ako vypočítaná hodnota  $F = 1,18$  a  $P > 0,05$ , čo nám umožnilo prijať nulovú hypotézu.

Tabuľka 18 Dvojjvýberový F-test pre rozptyl (ES, KS)

| Štatistické veličiny | KS priebežný DT1 | ES priebežný DT 1 |
|----------------------|------------------|-------------------|
| Str. hodnota         | 9,21             | 10,72             |
| Rozptyl              | 6,63             | 5,63              |
| Pozorovanie          | 70               | 85                |
| Rozdiel              | 69               | 84                |
| $F$                  | 1,18             |                   |
| $P(F \leq f) (1)$    | 0,24             |                   |
| $F$ krit (1)         | 1,46             |                   |

**C) Studentov t-test**

Kedže medzi rozptylmi v oboch skupinách sme nepozorovali štatisticky významné rozdiely, použitie Studentovho  $t$ -testu s rovnosťou rozptylov je z tohto hľadiska oprávnené.

Vypočítanú hodnotu  $t$  sme porovnali s kritickou hodnotou testového kritéria pre zvolenú hladinu významnosti a príslušný počet stupňov voľnosti, v našom prípade  $f = 153$ . Na základe výsledkov, ktoré sú uvedené v tab. 19, môžeme konštatovať, že kritická hodnota Studentovho  $t$ -testu pre 153 stupňov voľnosti a zvolenú hladinu významnosti je  $t_{0,05}(153) = 1,98$ . Pre hodnoty uvedené v tab. 19 je  $t = 3,78$ . Pretože vypočítaná hodnota  $t = 3,78$  je väčšia ako kritická hodnota a tiež, že  $P < 0,05$ , musíme zamietnuť nulovú hypotézu  $H_{01}$  a prijať alternatívnu hypotézu  $H_{A1}$ .

Tabuľka 19 Dvojvýberový t-test s rovnosťou rozptylov (ES, KS)

| Štatistické veličiny     | ES priebežný DT 1 | KS priebežný DT 1 |
|--------------------------|-------------------|-------------------|
| Stredná hodnota          | 10,72             | 9,21              |
| Rozptyl                  | 5,63              | 6,63              |
| Pozorovanie              | 85                | 70                |
| Spoločný rozptyl         | 6,09              |                   |
| Hyp. rozdiel str. hodnôt | 0                 |                   |
| Rozdiel                  | 153               |                   |
| t štat                   | 3,78              |                   |
| P(T<=t) (1)              | 0,00011           |                   |
| t krit (1)               | 1,65              |                   |
| P(T<=t) (2)              | 0,00023           |                   |
| t krit (2)               | 1,98              |                   |

**Štatistické spracovanie DT i (i = 2)**

V tab. 20 a graficky na obr. 50 uvádzame rozdelenie početností skóre z priebežného DT 2 žiakov ES. V tab. 21 a graficky na obr. 51 uvádzame rozdelenie početností skóre z priebežného DT 2 žiakov KS.

Tabuľka 20 Rozdelenie početností skóre z priebežného DT 2 žiakov ES

| Úrovne znaku | Absolútna početnosť | Kumulatívna početnosť | Relatívna početnosť | Kumulatívna relatívna početnosť | Relatívna početnosť [%] |
|--------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 1            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 2            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 3            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 4            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 5            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 6            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 7            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 8            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 9            | 6                   | 6                     | 0,07                | 0,07                            | 7,06                    |
| 10           | 13                  | 19                    | 0,15                | 0,22                            | 15,29                   |
| 11           | 7                   | 26                    | 0,08                | 0,31                            | 8,24                    |
| 12           | 10                  | 36                    | 0,12                | 0,42                            | 11,76                   |
| 13           | 8                   | 44                    | 0,09                | 0,52                            | 9,41                    |
| 14           | 13                  | 57                    | 0,15                | 0,68                            | 15,29                   |
| 15           | 6                   | 63                    | 0,07                | 0,74                            | 7,06                    |
| 16           | 9                   | 72                    | 0,11                | 0,85                            | 10,59                   |
| 17           | 2                   | 74                    | 0,02                | 0,87                            | 2,35                    |
| 18           | 4                   | 78                    | 0,05                | 0,92                            | 4,71                    |
| 19           | 3                   | 81                    | 0,04                | 0,95                            | 3,53                    |
| 20           | 4                   | 85                    | 0,05                | 1                               | 4,71                    |
| 21           | 0                   | 85                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| <b>Spolu</b> | <b>85</b>           |                       | <b>1</b>            |                                 | <b>100</b>              |

Tabuľka 21 Rozdelenie početností skóre z priebežného DT 2 žiakov KS

| Úrovne znaku | Absolútna početnosť | Kumulatívna početnosť | Relatívna početnosť | Kumulatívna relatívna početnosť | Relatívna početnosť [%] |
|--------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 1            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 2            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 3            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 4            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 5            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 6            | 5                   | 5                     | 0,07                | 0,07                            | 7,14                    |
| 7            | 5                   | 10                    | 0,07                | 0,14                            | 7,14                    |
| 8            | 6                   | 16                    | 0,09                | 0,23                            | 8,57                    |
| 9            | 11                  | 27                    | 0,16                | 0,39                            | 15,71                   |
| 10           | 8                   | 35                    | 0,11                | 0,5                             | 11,43                   |
| 11           | 9                   | 44                    | 0,13                | 0,63                            | 12,86                   |
| 12           | 8                   | 52                    | 0,11                | 0,74                            | 11,43                   |
| 13           | 4                   | 56                    | 0,06                | 0,8                             | 5,71                    |
| 14           | 3                   | 59                    | 0,04                | 0,84                            | 4,26                    |
| 15           | 1                   | 60                    | 0,01                | 0,86                            | 1,43                    |
| 16           | 2                   | 62                    | 0,03                | 0,89                            | 2,86                    |
| 17           | 1                   | 63                    | 0,01                | 0,9                             | 1,43                    |
| 18           | 1                   | 64                    | 0,01                | 0,91                            | 1,43                    |
| 19           | 6                   | 70                    | 0,09                | 1                               | 8,57                    |
| 20           | 0                   | 70                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| 21           | 0                   | 70                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| <b>Spolu</b> | 70                  |                       | 1                   |                                 | 100                     |



Obr. 50 Grafické znázornenie rozdelenia početností skóre z priebežného DT 2 žiakov ES



Obr. 51 Grafické znázornenie rozdelenia početností skóre z priebežného DT 2 žiakov KS

**A)** Na základe výsledkov, ktoré sú uvedené v tab. 22, môžeme konštatovať, že rozdelenie početností skóre z priebežného DT 2:

- pre žiakov KS je špicatejšie ako normované normálne rozdelenie a je zošíkmené doľava. Hladina spoľahlivosti je 0,86, čo znamená, že s 95 % spoľahlivosťou sa stred rozdelenia nachádza v intervale  $11,10 \pm 0,86$ .
- pre žiakov ES je plochejšie ako normované normálne rozdelenie a je zošíkmené doľava. Hladina spoľahlivosti je 0,66, čo znamená, že s 95 % spoľahlivosťou sa stred rozdelenia

nachádza v intervale  $13,46 \pm 0,66$ . Z analýzy vidíme lepšie výsledky žiakov ES už v druhom priebežnom teste.

Tabuľka 22 Popisná štatistika – priebežný DT 2 (KS, ES)

| Štatistické veličiny          | ES priebežný DT 1 | KS priebežný DT 1 |
|-------------------------------|-------------------|-------------------|
| Str. hodnota                  | 13,46             | 11,10             |
| Chyba str. hodnoty            | 0,33              | 0,43              |
| Medián                        | 13                | 10,50             |
| Modus                         | 14                | 9                 |
| Smerodajná odchýlka           | 3,06              | 3,60              |
| Rozptyl výberu                | 9,37              | 12,99             |
| Špicatosť                     | -0,62             | 0,06              |
| Šikmosť                       | 0,45              | 0,83              |
| Minimum                       | 9                 | 6                 |
| Maximum                       | 20                | 19                |
| Rozdiel max-min               | 11                | 13                |
| Súčet                         | 1144              | 777               |
| Počet                         | 85                | 70                |
| Najväčšia (1)                 | 20                | 19                |
| Najmenšia (1)                 | 9                 | 6                 |
| Hladina spoľahlivosti (95,0%) | 0,66              | 0,86              |

### B) Fisherov-Snedecorov $F$ -test

Porovnanie výsledkov dvojjvýberového  $F$ -testu pre obidve skupiny prezentuje tab. 23. Pri tomto teste sa rozptyly posudzujú pomocou testového kritéria  $F$ , ktoré sa vypočíta zo vzťahu (16). Pri zvolenej hladine významnosti  $\alpha = 0,05$  sme získali zo vzťahu (17) rozptyl výsledkov (tab. 23) pre:

- žiakov ES  $s_1^2 = s_{ES}^2 = 9,37$ ;
- žiakov KS  $s_2^2 = s_{KS}^2 = 12,99$ .

Kritická hodnota (tab. 23)  $F_{0,05}(69; 84) = 1,46$  je väčšia ako vypočítaná hodnota  $F = 1,39$  a  $P > 0,05$ , a preto sme prijali nulovú hypotézu.

Tabuľka 23 Dvojjvýberový  $F$ -test pre rozptyl (KS, ES)

| Štatistické veličiny | KS priebežný DT 2 | ES priebežný DT 2 |
|----------------------|-------------------|-------------------|
| Str. hodnota         | 11,10             | 13,46             |
| Rozptyl              | 12,99             | 9,37              |
| Pozorovanie          | 70                | 85                |
| Rozdiel              | 69                | 84                |
| $F$                  | 1,39              |                   |
| $P(F \leq f) (1)$    | 0,077             |                   |
| $F$ krit (1)         | 1,46              |                   |

### C) Studentov $t$ -test

Kedže medzi rozptylmi v oboch skupinách sme nepozorovali štatisticky významné rozdiely, použitie Studentovho  $t$ -testu s rovnosťou rozptylov je z tohto hľadiska oprávnené.

Vypočítanú hodnotu  $t$  sme porovnali s kritickou hodnotou testového kritéria pre zvolenú hladinu významnosti a príslušný počet stupňov voľnosti, v našom prípade  $f = 153$ . Na základe výsledkov, ktoré sú uvedené v tab. 24, môžeme konštatovať, že kritická hodnota Studentovho  $t$ -testu pre 153 stupňov voľnosti a zvolenú hladinu významnosti je  $t_{0,05}(153) = 1,98$ . Pre hodnoty uvedené v tab. 24

je  $t = 4,41$ . Pretože vypočítaná hodnota  $t = 4,41$  je väčšia ako kritická hodnota a tiež, že  $P < 0,05$ , musíme zamietnuť nulovú hypotézu  $H_{02}$  a prijať alternatívnu hypotézu  $H_{A2}$ .

Tabuľka 24 Dvojvýberový  $t$ -test s rovnosťou rozptylov (ES, KS)

| Štatistické veličiny     | ES priebežný DT 2 | KS priebežný DT2 |
|--------------------------|-------------------|------------------|
| Str. hodnota             | 13,46             | 11,10            |
| Rozptyl                  | 9,37              | 12,99            |
| Pozorovanie              | 85                | 70               |
| Spoločný rozptyl         | 11,00             |                  |
| Hyp. rozdiel str. hodnôt | 0                 |                  |
| Rozdiel                  | 153               |                  |
| $t$ štat                 | 4,41              |                  |
| $P(T \leq t)$ (1)        | 9,86E-06          |                  |
| $t$ krit (1)             | 1,65              |                  |
| $P(T \leq t)$ (2)        | 1,97E-05          |                  |
| $t$ krit (2)             | 1,98              |                  |

### Štatistické spracovanie DT $i$ ( $i=3$ )

V tab. 25 a graficky na obr. 52 uvádzame rozdelenie početností skóre z priebežného DT 3 žiakov ES. V tab. 26 a graficky na obr. 53 uvádzame rozdelenie početností skóre z priebežného DT 3 žiakov KS.

Tabuľka 25 Rozdelenie početností skóre z priebežného DT 3 žiakov ES

| Úrovne znaku | Absolútna početnosť | Kumulatívna početnosť | Relatívna početnosť | Kumulatívna relatívna početnosť | Relatívna početnosť [%] |
|--------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 1            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 2            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 3            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 4            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 5            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 6            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 7            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 8            | 1                   | 1                     | 0,01                | 0,01                            | 1,18                    |
| 9            | 5                   | 6                     | 0,06                | 0,07                            | 5,88                    |
| 10           | 14                  | 20                    | 0,16                | 0,24                            | 16,47                   |
| 11           | 11                  | 31                    | 0,13                | 0,36                            | 12,94                   |
| 12           | 11                  | 42                    | 0,13                | 0,49                            | 12,94                   |
| 13           | 10                  | 52                    | 0,12                | 0,61                            | 11,76                   |
| 14           | 11                  | 63                    | 0,13                | 0,74                            | 12,94                   |
| 15           | 10                  | 73                    | 0,12                | 0,86                            | 11,76                   |
| 16           | 9                   | 82                    | 0,16                | 0,96                            | 10,59                   |
| 17           | 3                   | 85                    | 0,04                | 1                               | 3,53                    |
| 18           | 0                   | 85                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| <b>Spolu</b> | <b>85</b>           |                       | <b>1</b>            |                                 | <b>100</b>              |



Tabuľka 26 Rozdelenie početností skóre z priebežného DT 3 žiakov KS

| Úrovne znaku | Absolútna početnosť | Kumulatívna početnosť | Relatívna početnosť | Kumulatívna relatívna početnosť | Relatívna početnosť [%] |
|--------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 1            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 2            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 3            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 4            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 5            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 6            | 5                   | 5                     | 0,07                | 0,07                            | 7,14                    |
| 7            | 7                   | 12                    | 0,1                 | 0,17                            | 10                      |
| 8            | 4                   | 16                    | 0,06                | 0,23                            | 5,71                    |
| 9            | 10                  | 26                    | 0,14                | 0,37                            | 14,29                   |
| 10           | 9                   | 35                    | 0,13                | 0,5                             | 12,86                   |
| 11           | 7                   | 42                    | 0,1                 | 0,6                             | 10                      |
| 12           | 9                   | 51                    | 0,13                | 0,73                            | 12,86                   |
| 13           | 7                   | 58                    | 0,1                 | 0,83                            | 10                      |
| 14           | 6                   | 64                    | 0,09                | 0,91                            | 8,57                    |
| 15           | 4                   | 68                    | 0,06                | 0,97                            | 5,71                    |
| 16           | 1                   | 69                    | 0,01                | 0,99                            | 1,43                    |
| 17           | 1                   | 70                    | 0,01                | 1                               | 1,43                    |
| 18           | 0                   | 70                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| <b>Spolu</b> | <b>70</b>           |                       | <b>1</b>            |                                 | <b>100</b>              |



Obr. 52 Grafické znázornenie rozdelenia početností skóre z priebežného DT 3 žiakov ES



Obr. 53 Grafické znázornenie rozdelenia početností skóre z priebežného DT 3 žiakov KS

**A)** Na základe výsledkov, ktoré sú uvedené v tab. 27, môžeme konštatovať, že rozdelenie početností skóre z priebežného DT 3:

- pre žiakov KS je plochejšie ako normované normálne rozdelenie a je zošikmené doľava. Hladina spoľahlivosti je 0,66, čo znamená, že s 95 % spoľahlivosťou sa stred rozdelenia nachádza v intervale  $10,63 \pm 0,66$ .
- pre žiakov ES je plochejšie ako normované normálne rozdelenie a je zošikmené doľava. Hladina spoľahlivosti je 0,50, čo znamená, že s 95 % spoľahlivosťou sa stred rozdelenia nachádza v intervale  $12,65 \pm 0,50$ .

Tabuľka 27 Popisná štatistika – priebežný DT 3 (KS, ES)

| Štatistické veličiny           | KS priebežný DT 3 | ES priebežný DT 3 |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| Str. hodnota                   | 10,63             | 12,65             |
| Chyba str. hodnoty             | 0,33              | 0,25              |
| Medián                         | 10,5              | 13                |
| Modus                          | 9                 | 10                |
| Smerodajná odchýlka            | 2,77              | 2,33              |
| Rozptyl výberu                 | 7,66              | 5,42              |
| Špicatosť                      | -0,78             | -1,07             |
| Šikmosť                        | 0,10              | 0,087             |
| Minimum                        | 6                 | 8                 |
| Maximum                        | 17                | 17                |
| Rozdiel max-min                | 11                | 9                 |
| Súčet                          | 744               | 1075              |
| Počet                          | 70                | 85                |
| Najväčšie skóre (1)            | 17                | 17                |
| Najmenšie skóre (1)            | 6                 | 8                 |
| Hladina spoľahlivosti (95,0 %) | 0,66              | 0,50              |

**B) Fisherov-Snedecorov F-test**

Porovnanie výsledkov dvojvýberového F –testu pre obidve skupiny prezentuje tab. 28. Pri tomto teste sa rozptyly posudzujú pomocou testového kritéria  $F$ , ktoré sa vypočíta zo vzťahu (16). Pri zvolenej hladine významnosti  $\alpha = 0,05$  sme získali zo vzťahu (17) rozptyl výsledkov (tab. 23) pre:

- žiakov ES  $s_1^2 = s_{ES}^2 = 5,42$ ;
- žiakov KS  $s_2^2 = s_{KS}^2 = 7,66$ .

Kritická hodnota (tab. 28)  $F_{0,05}(69; 84) = 1,46$  je väčšia ako vypočítaná hodnota  $F = 1,41$  a  $P > 0,05$ , a preto sme prijali nulovú hypotézu.

Tabuľka 28 Dvojvýberový F-test pre rozptyl (KS, ES)

| Štatistické veličiny | KS priebežný DT 3 | ES priebežný DT 3 |
|----------------------|-------------------|-------------------|
| Str. hodnota         | 10,63             | 12,65             |
| Rozptyl              | 7,66              | 5,42              |
| Pozorovanie          | 70                | 85                |
| Rozdiel              | 69                | 84                |
| $F$                  | 1,41              |                   |
| $P(F \leq f) (1)$    | 0,07              |                   |
| $F$ krit (1)         | 1,46              |                   |

**C) Studentov t-test**

Kedže medzi rozptylmi v oboch skupinách sme nepozorovali štatisticky významné rozdiely, použitie Studentovho  $t$ -testu s rovnosťou rozptylov je z tohto hľadiska oprávnené.

Vypočítanú hodnotu  $t$  sme porovnali s kritickou hodnotou testového kritéria pre zvolenú hladinu významnosti a príslušný počet stupňov voľnosti, v našom prípade  $f = 153$ . Na základe výsledkov, ktoré sú uvedené v tab. 29, môžeme konštatovať, že kritická hodnota Studentovho  $t$ -testu pre 153 stupňov voľnosti a zvolenú hladinu významnosti je  $t_{0,05}(153) = 1,98$ . Pre hodnoty uvedené v tab. 29 je  $t = 4,93$ . Pretože vypočítaná hodnota  $t = 4,93$  je väčšia ako kritická hodnota a tiež, že  $P < 0,05$ , musíme zamietnuť nulovú hypotézu  $H_{03}$  a prijať alternatívnu hypotézu  $H_{A3}$ .

Tabuľka 29 Dvojvýberový t-test s rovnosťou rozptylov (ES, KS)

| Štatistické veličiny     | ES priebežný DT 3 | KS priebežný DT 3 |
|--------------------------|-------------------|-------------------|
| Stredná hodnota          | 12,65             | 10,63             |
| Rozptyl                  | 5,42              | 7,66              |
| Pozorovanie              | 85                | 70                |
| Spoločný rozptyl         | 6,43              |                   |
| Hyp. rozdiel str. hodnôt | 0                 |                   |
| Rozdiel                  | 153               |                   |
| t štat                   | 4,93              |                   |
| P(T<=t) (1)              | 1,05E-06          |                   |
| t krit (1)               | 1,65              |                   |
| P(T<=t) (2)              | 2,10E-06          |                   |
| t krit (2)               | 1,98              |                   |

### Štatistické spracovanie DT i (i = 4)

V tab. 30 a graficky na obr. 54 uvádzame rozdelenie početností skóre z priebežného DT 4 žiakov ES. V tab. 31 a graficky na obr. 55 uvádzame rozdelenie početností skóre z priebežného DT 4 žiakov KS.

Tabuľka 30 Rozdelenie početností skóre z priebežného DT 4 žiakov ES

| Úrovne znaku | Absolútna početnosť | Kumulatívna početnosť | Relatívna početnosť | Kumulatívna relatívna početnosť | Relatívna početnosť [%] |
|--------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 1            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 2            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 3            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 4            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 5            | 2                   | 2                     | 0,02                | 0,02                            | 2,35                    |
| 6            | 2                   | 4                     | 0,02                | 0,05                            | 2,35                    |
| 7            | 6                   | 10                    | 0,07                | 0,12                            | 7,06                    |
| 8            | 7                   | 17                    | 0,08                | 0,2                             | 8,24                    |
| 9            | 5                   | 22                    | 0,06                | 0,26                            | 5,88                    |
| 10           | 16                  | 38                    | 0,19                | 0,45                            | 18,82                   |
| 11           | 10                  | 48                    | 0,12                | 0,56                            | 11,76                   |
| 12           | 9                   | 57                    | 0,11                | 0,67                            | 10,59                   |
| 13           | 15                  | 72                    | 0,18                | 0,85                            | 17,65                   |
| 14           | 10                  | 82                    | 0,12                | 0,96                            | 11,76                   |
| 15           | 3                   | 85                    | 0,04                | 1                               | 3,53                    |
| 16           | 0                   | 85                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| <b>Spolu</b> | <b>85</b>           |                       | <b>1</b>            |                                 | <b>100</b>              |

Tabuľka 31 Rozdelenie početností skóre z priebežného DT 4 žiakov KS

| Úrovne znaku | Absolútna početnosť | Kumulatívna početnosť | Relatívna početnosť | Kumulatívna relatívna početnosť | Relatívna početnosť [%] |
|--------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 1            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 2            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 3            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 4            | 1                   | 1                     | 0,01                | 0,01                            | 1,43                    |
| 5            | 3                   | 4                     | 0,04                | 0,06                            | 4,29                    |
| 6            | 9                   | 13                    | 0,13                | 0,19                            | 12,86                   |
| 7            | 7                   | 20                    | 0,1                 | 0,29                            | 10                      |
| 8            | 11                  | 31                    | 0,16                | 0,44                            | 15,71                   |
| 9            | 7                   | 38                    | 0,1                 | 0,54                            | 10                      |
| 10           | 7                   | 45                    | 0,1                 | 0,64                            | 10                      |
| 11           | 6                   | 51                    | 0,09                | 0,73                            | 8,57                    |
| 12           | 4                   | 55                    | 0,06                | 0,79                            | 5,71                    |
| 13           | 6                   | 61                    | 0,09                | 0,87                            | 8,57                    |
| 14           | 6                   | 67                    | 0,09                | 0,96                            | 8,57                    |
| 15           | 3                   | 70                    | 0,04                | 1                               | 4,29                    |
| 16           | 0                   | 70                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| <b>Spolu</b> | 70                  |                       | 1                   |                                 | 100                     |



Obr. 54 Grafické znázornenie rozdelenia početností skóre z priebežného DT 4 žiakov ES



Obr. 55 Grafické znázornenie rozdelenia početností skóre z priebežného DT 4 žiakov KS

**A)** Na základe výsledkov, ktoré sú uvedené v tab. 32, môžeme konštatovať, že rozdelenie početností skóre z priebežného DT 4:

- žiakov KS je plochejšie ako normované normálne rozdelenie a je zošikmené doľava. Hladina spoľahlivosti je 0,70, čo znamená, že s 95 % spoľahlivosťou sa stred rozdelenia nachádza v intervale  $9,49 \pm 0,70$ .
- žiakov ES je špicatejšie ako normované normálne rozdelenie a je zošikmené doprava. Hladina spoľahlivosti je 0,54, čo znamená, že s 95 % spoľahlivosťou sa stred rozdelenia nachádza v intervale  $10,86 \pm 0,54$ .

Tabuľka 32 Popisná štatistika – priebežný DT 4 (KS, ES)

| Štatistické veličiny           | KS priebežný DT 4 | ES priebežný DT 4 |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| Str. hodnota                   | 9,49              | 10,86             |
| Chyba str. hodnoty             | 0,35              | 0,27              |
| Medián                         | 9                 | 11                |
| Modus                          | 8                 | 10                |
| Smerodajná odchýlka            | 2,94              | 2,49              |
| Rozptyl výberu                 | 8,66              | 6,22              |
| Špicatosť                      | -0,99             | -0,62             |
| Šikmosť                        | 0,26              | -0,39             |
| Minimum                        | 4                 | 5                 |
| Maximum                        | 15                | 15                |
| Rozdiel max-min                | 11                | 10                |
| Súčet                          | 664               | 923               |
| Počet                          | 70                | 85                |
| Najväčšie skóre (1)            | 15                | 15                |
| Najmenšie skóre (1)            | 4                 | 5                 |
| Hladina spoľahlivosti (95,0 %) | 0,70              | 0,54              |

**B) Fisherov-Snedecorov F-test**

Porovnanie výsledkov dvojjvýberového F –testu pre obidve skupiny prezentuje tab. 33. Pri tomto teste sa rozptyly posudzujú pomocou testového kritéria  $F$ , ktoré sa vypočíta zo vzťahu (16). Pri zvolenej hladine významnosti  $\alpha = 0,05$  sme získali zo vzťahu (17) rozptyl výsledkov (tab. 33) pre:

- žiakov ES  $s_1^2 = s_{ES}^2 = 6,22$ ;
- žiakov KS  $s_2^2 = s_{KS}^2 = 8,66$ .

Kritická hodnota (tab. 33)  $F_{0,05}(69; 84) = 1,46$  je väčšia ako vypočítaná hodnota  $F = 1,39$  a  $P > 0,05$ , a preto sme prijali nulovú hypotézu.

Tabuľka 33 Dvojjvýberový F-test pre rozptyl (KS, ES)

| Štatistické veličiny | KS priebežný DT 4 | ES priebežný DT 4 |
|----------------------|-------------------|-------------------|
| Str. hodnota         | 9,49              | 10,86             |
| Rozptyl              | 8,66              | 6,22              |
| Pozorovanie          | 70                | 85                |
| Rozdiel              | 69                | 84                |
| $F$                  | 1,39              |                   |
| $P(F \leq f) (1)$    | 0,074             |                   |
| $F$ krit (1)         | 1,46              |                   |

**C) Studentov t-test**

Keďže medzi rozptylmi v oboch skupinách sme nepozorovali štatisticky významné rozdiely, použitie Studentovho  $t$ -testu s rovnosťou rozptylov je z tohto hľadiska oprávnené.

Vypočítanú hodnotu  $t$  sme porovnali s kritickou hodnotou testového kritéria pre zvolenú hladinu významnosti a príslušný počet stupňov voľnosti, v našom prípade  $f = 153$ . Na základe výsledkov, ktoré sú uvedené v tab. 34, môžeme konštatovať, že kritická hodnota Studentovho  $t$ -testu pre 153 stupňov voľnosti a zvolenú hladinu významnosti je  $t_{0,05}(153) = 1,98$ . Pre hodnoty uvedené v tab. 34 je  $t = 3,14$ . Pretože vypočítaná hodnota  $t = 3,14$  je väčšia ako kritická hodnota a tiež, že  $P < 0,05$ , musíme zamietnuť nulovú hypotézu  $H_{04}$  a prijať alternatívnu hypotézu  $H_{A4}$ .

Tabuľka 34 Dvojjýberový t-test s rovnosťou rozptylov (ES, KS)

| Štatistické veličiny     | ES priebežný DT 4 | KS priebežný DT 4 |
|--------------------------|-------------------|-------------------|
| Str. hodnota             | 10,86             | 9,49              |
| Rozptyl                  | 6,22              | 8,66              |
| Pozorovanie              | 85                | 70                |
| Spoločný rozptyl         | 7,32              |                   |
| Hyp. rozdiel str. hodnôt | 0                 |                   |
| Rozdiel                  | 153               |                   |
| t štat                   | 3,14              |                   |
| P(T<=t) (1)              | 0,00099           |                   |
| t krit (1)               | 1,65              |                   |
| P(T<=t) (2)              | 0,0019            |                   |
| t krit (2)               | 1,98              |                   |

### Štatistické spracovanie DT i (i = 5)

V tab. 35 a graficky na obr. 56 uvádzame rozdelenie početností skóre z priebežného DT 5 žiakov ES. V tab. 36 a graficky na obr. 57 uvádzame rozdelenie početností skóre z priebežného DT 5 žiakov KS.

Tabuľka 35 Rozdelenie početností skóre z priebežného DT 5 žiakov ES

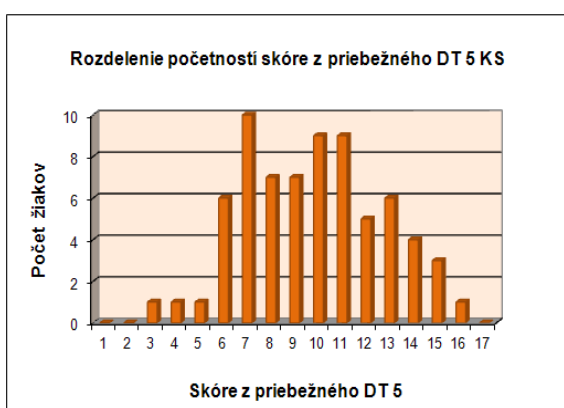
| Úroveň znaku | Absolútna početnosť | Kumulatívna početnosť | Relatívna početnosť | Kumulatívna relatívna početnosť | Relatívna početnosť [%] |
|--------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 1            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 2            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 3            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 4            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 5            | 1                   | 1                     | 0,01                | 0,01                            | 1,18                    |
| 6            | 3                   | 4                     | 0,04                | 0,05                            | 3,53                    |
| 7            | 4                   | 8                     | 0,05                | 0,09                            | 4,71                    |
| 8            | 4                   | 12                    | 0,05                | 0,14                            | 4,71                    |
| 9            | 9                   | 21                    | 0,11                | 0,25                            | 10,59                   |
| 10           | 14                  | 35                    | 0,16                | 0,41                            | 16,47                   |
| 11           | 8                   | 43                    | 0,09                | 0,51                            | 9,41                    |
| 12           | 9                   | 52                    | 0,11                | 0,61                            | 10,59                   |
| 13           | 12                  | 64                    | 0,14                | 0,75                            | 14,12                   |
| 14           | 12                  | 76                    | 0,14                | 0,89                            | 14,12                   |
| 15           | 2                   | 78                    | 0,02                | 0,92                            | 2,35                    |
| 16           | 5                   | 83                    | 0,06                | 0,98                            | 5,88                    |
| 17           | 2                   | 85                    | 0,02                | 1                               | 2,35                    |
| <b>Spolu</b> | 85                  |                       | 1                   |                                 | 100                     |

Tabuľka 36 Rozdelenie početností skóre z priebežného DT 5 žiakov KS

| Úroveň znaku | Absolútna početnosť | Kumulatívna početnosť | Relatívna početnosť | Kumulatívna relatívna početnosť | Relatívna početnosť [%] |
|--------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 1            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 2            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 3            | 1                   | 1                     | 0,01                | 0,01                            | 1,43                    |
| 4            | 1                   | 2                     | 0,01                | 0,03                            | 1,43                    |
| 5            | 1                   | 3                     | 0,01                | 0,04                            | 1,43                    |
| 6            | 6                   | 9                     | 0,09                | 0,13                            | 8,57                    |
| 7            | 10                  | 19                    | 0,14                | 0,27                            | 14,29                   |
| 8            | 7                   | 26                    | 0,1                 | 0,37                            | 10                      |
| 9            | 7                   | 33                    | 0,1                 | 0,47                            | 10                      |
| 10           | 9                   | 42                    | 0,13                | 0,6                             | 12,86                   |
| 11           | 9                   | 51                    | 0,13                | 0,73                            | 12,86                   |
| 12           | 5                   | 56                    | 0,07                | 0,8                             | 7,14                    |
| 13           | 6                   | 62                    | 0,09                | 0,89                            | 8,57                    |
| 14           | 4                   | 66                    | 0,06                | 0,94                            | 5,71                    |
| 15           | 3                   | 69                    | 0,04                | 0,99                            | 4,29                    |
| 16           | 1                   | 70                    | 0,01                | 1                               | 1,43                    |
| 17           | 0                   | 70                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| <b>Spolu</b> | 70                  |                       | 1                   |                                 | 100                     |



Obr. 56 Grafické znázornenie rozdelenia početností skóre z priebežného DT 5 žiakov ES



Obr. 57 Grafické znázornenie rozdelenia početností skóre z priebežného DT 5 žiakov KS

**A)** Na základe výsledkov, ktoré sú uvedené v tab. 37, môžeme konštatovať, že rozdelenie početností skóre z priebežného DT 5:

- žiakov KS je plochejšie ako normované normálne rozdelenie a je zošikmené doľava. Hladina spoľahlivosti je 0,69, čo znamená, že s 95 % spoľahlivosťou sa stred rozdelenia nachádza v intervale  $9,73 \pm 0,69$ .
- žiakov ES je špicatejšie ako normované normálne rozdelenie a je zošikmené doprava. Hladina spoľahlivosti je 0,59, čo znamená, že s 95 % spoľahlivosťou sa stred rozdelenia nachádza v intervale  $11,39 \pm 0,59$ .

Tabuľka 37 Popisná štatistika – priebežný DT 5 (KS, ES)

| Štatistické veličiny           | KS priebežný DT 5 | ES priebežný DT 5 |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| Str. hodnota                   | 9,73              | 11,39             |
| Chyba str. hodnoty             | 0,35              | 0,29              |
| Medián                         | 10                | 11                |
| Modus                          | 7                 | 10                |
| Smerodajná odchýlka            | 2,91              | 2,76              |
| Rozptyl výberu                 | 8,461             | 7,65              |
| Špicatosť                      | -0,61             | -0,53             |
| Šikmosť                        | 0,08              | -0,10             |
| Minimum                        | 3                 | 5                 |
| Maximum                        | 16                | 17                |
| Rozdiel max-min                | 13                | 12                |
| Súčet                          | 681               | 968               |
| Počet                          | 70                | 85                |
| Najväčšie skóre (1)            | 16                | 17                |
| Najmenšie skóre (1)            | 3                 | 5                 |
| Hladina spoľahlivosti (95,0 %) | 0,69              | 0,59              |

**B) Fisherov-Snedecorov F-test**

Porovnanie výsledkov dvojjvýberového F –testu pre obidve skupiny prezentuje tab. 38. Pri tomto teste sa rozptyly posudzujú pomocou testového kritéria  $F$ , ktoré sa vypočíta zo vzťahu (16). Pri zvolenej hladine významnosti  $\alpha = 0,05$  sme získali zo vzťahu (17) rozptyl výsledkov (tab. 38) pre:

- žiakov ES  $s_1^2 = s_{ES}^2 = 7,65$ ;
- žiakov KS  $s_2^2 = s_{KS}^2 = 8,46$ .

Kritická hodnota (tab. 38)  $F_{0,05}(69; 84) = 1,46$  je väčšia ako vypočítaná hodnota  $F = 1,11$  a  $P > 0,05$ , a preto sme prijali nulovú hypotézu.

Tabuľka 38 Dvojjvýberový F-test pre rozptyl (KS, ES)

| Štatistické veličiny | KS priebežný DT 5 | ES priebežný DT 5 |
|----------------------|-------------------|-------------------|
| Str. hodnota         | 9,73              | 11,39             |
| Rozptyl              | 8,46              | 7,65              |
| Pozorovanie          | 70                | 85                |
| Rozdiel              | 69                | 84                |
| $F$                  | 1,11              |                   |
| $P(F \leq f) (1)$    | 0,33              |                   |
| $F$ krit (1)         | 1,46              |                   |

**C) Studentov t-test**

Keďže medzi rozptylmi v oboch skupinách sme nepozorovali štatisticky významné rozdiely, použitie Studentovho  $t$ -testu s rovnosťou rozptylov je z tohto hľadiska oprávnené.

Vypočítanú hodnotu  $t$  sme porovnali s kritickou hodnotou testového kritéria pre zvolenú hladinu významnosti a príslušný počet stupňov voľnosti, v našom prípade  $f = 153$ . Na základe výsledkov, ktoré sú uvedené v tab. 39, môžeme konštatovať, že kritická hodnota Studentovho  $t$ -testu pre 153 stupňov voľnosti a zvolenú hladinu významnosti je  $t_{0,05}(153) = 1,98$ . Pre hodnoty uvedené v tab. 39 vychádza  $t = 3,63$ . Pretože vypočítaná hodnota  $t = 3,63$  je väčšia ako kritická hodnota, a tiež, že  $P < 0,05$ , musíme zamietnuť nulovú hypotézu  $H_{05}$  a prijať alternatívnu hypotézu  $H_{A5}$ .



Tabuľka 39 Dvojvýberový t-test s rovnosťou rozptylov (ES, KS)

| Štatistické veličiny     | ES priebežný DT 5 | KS priebežný DT 5 |
|--------------------------|-------------------|-------------------|
| Str. hodnota             | 11,39             | 9,73              |
| Rozptyl                  | 7,65              | 8,46              |
| Pozorovanie              | 85                | 70                |
| Spoločný rozptyl         | 8,01              |                   |
| Hyp. rozdiel str. hodnôt | 0                 |                   |
| Rozdiel                  | 153               |                   |
| $t$ štat                 | 3,63              |                   |
| $P(T \leq t)$ (1)        | 0,00019           |                   |
| $t$ krit (1)             | 1,65              |                   |
| $P(T \leq t)$ (2)        | 0,00038           |                   |
| $t$ krit (2)             | 1,98              |                   |

### Štatistické spracovanie DT $i$ ( $i = 6$ )

V tab. 40 a graficky na obr. 58 uvádzame rozdelenie početností skóre z priebežného DT 6 žiakov ES. V tab. 41 a graficky na obr. 59 uvádzame rozdelenie početností skóre z priebežného DT 6 žiakov KS.

Tabuľka 40 Rozdelenie početností skóre z priebežného DT 6 žiakov ES

| Úrovne znaku | Absolútna početnosť | Kumulatívna početnosť | Relatívna početnosť | Kumulatívna relatívna početnosť | Relatívna početnosť [%] |
|--------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 1            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 2            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 3            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 4            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 5            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 6            | 1                   | 1                     | 0,01                | 0,01                            | 1,18                    |
| 7            | 3                   | 4                     | 0,04                | 0,05                            | 3,53                    |
| 8            | 3                   | 7                     | 0,04                | 0,08                            | 3,53                    |
| 9            | 8                   | 15                    | 0,09                | 0,18                            | 9,41                    |
| 10           | 11                  | 26                    | 0,13                | 0,31                            | 12,94                   |
| 11           | 7                   | 33                    | 0,08                | 0,39                            | 8,24                    |
| 12           | 12                  | 45                    | 0,14                | 0,53                            | 14,12                   |
| 13           | 12                  | 57                    | 0,14                | 0,67                            | 14,12                   |
| 14           | 4                   | 61                    | 0,05                | 0,72                            | 4,71                    |
| 15           | 10                  | 71                    | 0,12                | 0,84                            | 11,76                   |
| 16           | 5                   | 76                    | 0,06                | 0,89                            | 5,88                    |
| 17           | 5                   | 81                    | 0,06                | 0,95                            | 5,88                    |
| 18           | 3                   | 84                    | 0,04                | 0,99                            | 3,53                    |
| 19           | 1                   | 85                    | 0,01                | 1                               | 1,18                    |
| <b>Spolu</b> | <b>85</b>           |                       | <b>1</b>            |                                 | <b>100</b>              |

Tabuľka 41 Rozdelenie početností skóre z priebežného DT 6 žiakov KS

| Úrovne znaku | Absolútna početnosť | Kumulatívna početnosť | Relatívna početnosť | Kumulatívna relatívna početnosť | Relatívna početnosť [%] |
|--------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 1            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 2            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 3            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 4            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 5            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 6            | 5                   | 5                     | 0,07                | 0,07                            | 7,14                    |
| 7            | 5                   | 10                    | 0,07                | 0,14                            | 7,14                    |
| 8            | 7                   | 17                    | 0,1                 | 0,24                            | 10                      |
| 9            | 8                   | 25                    | 0,11                | 0,36                            | 11,43                   |
| 10           | 12                  | 37                    | 0,17                | 0,53                            | 17,14                   |
| 11           | 2                   | 39                    | 0,03                | 0,56                            | 2,86                    |
| 12           | 7                   | 46                    | 0,1                 | 0,66                            | 10                      |
| 13           | 5                   | 51                    | 0,07                | 0,73                            | 7,14                    |
| 14           | 7                   | 58                    | 0,1                 | 0,83                            | 10                      |
| 15           | 1                   | 59                    | 0,01                | 0,84                            | 1,43                    |
| 16           | 5                   | 64                    | 0,07                | 0,91                            | 7,14                    |
| 17           | 4                   | 68                    | 0,06                | 0,97                            | 5,71                    |
| 18           | 1                   | 69                    | 0,01                | 0,99                            | 1,43                    |
| 19           | 1                   | 70                    | 0,01                | 1                               | 1,43                    |
| <b>Spolu</b> | 70                  |                       | 1                   |                                 | 100                     |



Obr. 58 Grafické znázornenie rozdelenia početností skóre z priebežného DT 6 žiakov ES



Obr. 59 Grafické znázornenie rozdelenia početností skóre z priebežného DT 6 žiakov KS

**A)** Na základe výsledkov, ktoré sú uvedené v tab. 42, môžeme konštatovať, že rozdelenie početností skóre z priebežného DT 6:

- žiakov KS je plochejšie ako normované normálne rozdelenie a je zošíkmené doľava. Hladina spoľahlivosti je 0,81, čo znamená, že s 95 % spoľahlivosťou sa stred rozdelenia nachádza v intervale  $11,17 \pm 0,81$ .
- žiakov ES je plochejšie ako normované normálne rozdelenie a je zošíkmené doľava. Hladina spoľahlivosti je 0,64, čo znamená, že s 95 % spoľahlivosťou sa stred rozdelenia nachádza v intervale  $12,40 \pm 0,64$ .

Tabuľka 42 Popisná štatistika – priebežný DT 6 (KS, ES)

| Štatistické veličiny           | KS priebežný DT 6 | ES priebežný DT 6 |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| Str. hodnota                   | 11,17             | 12,40             |
| Chyba str. hodnoty             | 0,41              | 0,32              |
| Medián                         | 10                | 12                |
| Modus                          | 10                | 12                |
| Smerodajná odchýlka            | 3,40              | 2,98              |
| Rozptyl výberu                 | 11,56             | 8,91              |
| Špicatosť                      | -0,77             | -0,66             |
| Šikmosť                        | 0,39              | 0,12              |
| Minimum                        | 6                 | 6                 |
| Maximum                        | 19                | 19                |
| Rozdiel max-min                | 13                | 13                |
| Súčet                          | 782               | 1054              |
| Počet                          | 70                | 85                |
| Najväčšie skóre (1)            | 19                | 19                |
| Najmenšie skóre (1)            | 6                 | 6                 |
| Hladina spoľahlivosti (95,0 %) | 0,81              | 0,64              |

**B) Fisherov-Snedecorov F-test**

Porovnanie výsledkov dvojjvýberového F –testu pre obidve skupiny prezentuje tab. 43. Pri tomto teste sa rozptyly posudzujú pomocou testového kritéria  $F$ , ktoré sa vypočíta zo vzťahu (16). Pri zvolenej hladine významnosti  $\alpha = 0,05$  sme získali zo vzťahu (17) rozptyl výsledkov (tab. 43) pre:

- žiakov ES  $s_1^2 = s_{ES}^2 = 8,91$ ;
- žiakov KS  $s_2^2 = s_{KS}^2 = 11,56$ .

Kritická hodnota (tab. 43)  $F_{0,05}(69; 84) = 1,46$  je väčšia ako vypočítaná hodnota  $F = 1,29$  a  $P > 0,05$ , a preto sme prijali nulovú hypotézu.

Tabuľka 43 Dvojjvýberový F-test pre rozptyl (KS, ES)

| Štatistické veličiny | KS priebežný DT 6 | ES priebežný DT 6 |
|----------------------|-------------------|-------------------|
| Str. hodnota         | 11,17             | 12,40             |
| Rozptyl              | 11,56             | 8,91              |
| Pozorovanie          | 70                | 85                |
| Rozdiel              | 69                | 84                |
| $F$                  | 1,29              |                   |
| $P(F \leq f) (1)$    | 0,13              |                   |
| $F$ krit (1)         | 1,46              |                   |

**C) Studentov t-test**

Keďže medzi rozptylmi v oboch skupinách sme nepozorovali štatisticky významné rozdiely, použitie Studentovho  $t$ -testu s rovnosťou rozptylov je z tohto hľadiska oprávnené.

Vypočítanú hodnotu  $t$  sme porovnali s kritickou hodnotou testového kritéria pre zvolenú hladinu významnosti a príslušný počet stupňov voľnosti, v našom prípade  $f = 153$ . Na základe výsledkov, ktoré sú uvedené v tab. 44, môžeme konštatovať, že kritická hodnota Studentovho  $t$ -testu pre 153 stupňov voľnosti a zvolenú hladinu významnosti je  $t_{0,05}(153) = 1,98$ . Pre hodnoty uvedené v tab. 44 vychádza  $t = 2,39$ . Pretože vypočítaná hodnota  $t = 2,39$  je väčšia ako kritická hodnota a tiež, že  $P < 0,05$ , musíme zamietnuť nulovú hypotézu  $H_{06}$  a prijať alternatívnu hypotézu  $H_{A6}$ .

Tabuľka 44 Dvojvýberový t-test s rovnosťou rozptylov

| Štatistické veličiny     | ES priebežný DT 6 | KS priebežný DT 6 |
|--------------------------|-------------------|-------------------|
| Str. hodnota             | 12,40             | 11,17             |
| Rozptyl                  | 8,91              | 11,56             |
| Pozorovanie              | 85                | 70                |
| Spoločný rozptyl         | 10,11             |                   |
| Hyp. rozdiel str. hodnôt | 0                 |                   |
| Rozdiel                  | 153               |                   |
| t štat                   | 2,39              |                   |
| P(T<=t) (1)              | 0,0089            |                   |
| t krit (1)               | 1,65              |                   |
| P(T<=t) (2)              | 0,018             |                   |
| t krit (2)               | 1,98              |                   |

#### 4.2.3 Štatistická verifikácia hypotézy $H_3$

$H_3$ : Výsledky výstupného didaktického testu (posttestu) experimentálnej skupiny v kognitívnej oblasti, v ktorej sa vyučuje tematický celok Energia v prírode, technike a spoločnosti formou projektového vyučovania s využitím stratégie INTe-L sú signifikantne lepšie ako výsledky posttestu kontrolnej skupiny v kognitívnej oblasti, v ktorej sa zvolený tematický celok vyučuje tradične.

Pri overovaní hypotézy  $H_3$  sme využili výstupný neštandardizovaný didaktický test – posttest (pozri Ožvoldová, M., Gerháťová, Ž., 2010). Keďže počet testových úloh v jednotlivých priebežných testoch nepresiahol 20, zvolili sme vážené skórovanie na základe konzultácií s pedagógmi základných škôl a metodičkou MPC v Bratislave PhDr. Ruženou Horylovou.

Posttest obsahoval 15 úloh, ktoré neboli zamerané len na reprodukciu osvojených vedomostí, ale vyžadovali od žiakov aj poznatky z bežného života, ich spájanie a hľadanie súvislostí. Päť úloh bolo s výberom odpovede z ponúknutých možností, jedna úloha bola dichotomická, dve úlohy boli otvorené so štruktúrou danou konvenčne, ostatné úlohy boli doplňovacie a produkčné. Maximálny počet bodov, ktoré mohli žiaci v postteste dosiahnuť, bolo 28. Posttestom, ktorý sme uskutočnili po experimentálnom zásahu, sme zisťovali, či medzi výsledkami posttestu ES a KS sú štatisticky významné rozdiely. Fisher-Snedecorovým  $F$ -testom sme overili predpoklad o rovnosti rozptylov súborov a na rozhodnutie, či dva súbory dát, získaných meraním v dvoch rôznych skupinách objektov (výsledky posttestov ES a KS), majú rovnaký aritmetický priemer sme použili Studentov  $t$ -test.

V tab. 45 a graficky na obr. 60 uvádzame rozdelenie početností skóre z posttestu žiakov ES. V tab. 46 a graficky na obr. 61 uvádzame rozdelenie početností skóre z posttestu žiakov KS.

Tabuľka 45 Rozdelenie početností skóre z posttestu žiakov ES

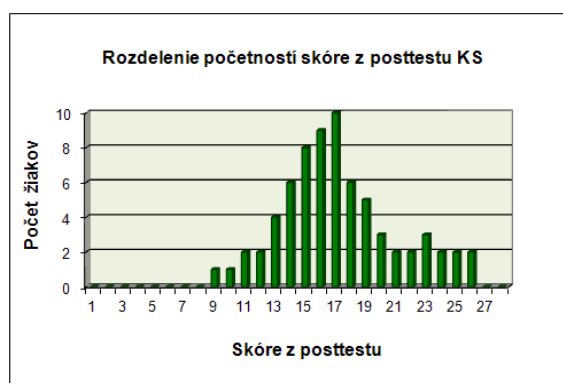
| Úrovne<br>znaku | Absolútna<br>početnosť | Kumulatívna<br>početnosť | Relatívna<br>početnosť | Kumulatívna relatívna<br>početnosť | Relatívna početnosť<br>[%] |
|-----------------|------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| 1               | 0                      | 0                        | 0                      | 0                                  | 0                          |
| 2               | 0                      | 0                        | 0                      | 0                                  | 0                          |
| 3               | 0                      | 0                        | 0                      | 0                                  | 0                          |
| 4               | 0                      | 0                        | 0                      | 0                                  | 0                          |
| 5               | 0                      | 0                        | 0                      | 0                                  | 0                          |
| 6               | 0                      | 0                        | 0                      | 0                                  | 0                          |
| 7               | 0                      | 0                        | 0                      | 0                                  | 0                          |
| 8               | 0                      | 0                        | 0                      | 0                                  | 0                          |
| 9               | 0                      | 0                        | 0                      | 0                                  | 0                          |
| 10              | 2                      | 2                        | 0,02                   | 0,02                               | 2,35                       |
| 11              | 2                      | 4                        | 0,02                   | 0,05                               | 2,35                       |
| 12              | 1                      | 5                        | 0,01                   | 0,06                               | 1,18                       |
| 13              | 3                      | 8                        | 0,04                   | 0,09                               | 3,53                       |
| 14              | 4                      | 12                       | 0,05                   | 0,14                               | 4,71                       |
| 15              | 4                      | 16                       | 0,05                   | 0,19                               | 4,71                       |
| 16              | 4                      | 20                       | 0,05                   | 0,24                               | 4,71                       |
| 17              | 6                      | 26                       | 0,07                   | 0,31                               | 7,06                       |
| 18              | 7                      | 33                       | 0,08                   | 0,39                               | 8,24                       |
| 19              | 11                     | 44                       | 0,13                   | 0,52                               | 12,94                      |
| 20              | 10                     | 54                       | 0,12                   | 0,64                               | 11,76                      |
| 21              | 6                      | 60                       | 0,07                   | 0,71                               | 7,06                       |
| 22              | 5                      | 65                       | 0,06                   | 0,76                               | 5,88                       |
| 23              | 6                      | 71                       | 0,07                   | 0,84                               | 7,06                       |
| 24              | 4                      | 75                       | 0,05                   | 0,88                               | 4,71                       |
| 25              | 3                      | 78                       | 0,04                   | 0,92                               | 3,53                       |
| 26              | 4                      | 82                       | 0,05                   | 0,96                               | 4,71                       |
| 27              | 2                      | 84                       | 0,02                   | 0,99                               | 2,35                       |
| 28              | 1                      | 85                       | 0,01                   | 1                                  | 1,18                       |
| <b>Spolu</b>    | 85                     |                          | 1                      |                                    | 100                        |

Tabuľka 46 Rozdelenie početností skóre posttestu žiakov KS

| Úrovne znaku | Absolútna početnosť | Kumulatívna početnosť | Relatívna početnosť | Kumulatívna relatívna početnosť | Relatívna početnosť [%] |
|--------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 1            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 2            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 3            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 4            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 5            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 6            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 7            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 8            | 0                   | 0                     | 0                   | 0                               | 0                       |
| 9            | 1                   | 1                     | 0,01                | 0,01                            | 1,43                    |
| 10           | 1                   | 2                     | 0,01                | 0,03                            | 1,43                    |
| 11           | 2                   | 4                     | 0,03                | 0,06                            | 2,86                    |
| 12           | 2                   | 6                     | 0,03                | 0,09                            | 2,86                    |
| 13           | 4                   | 10                    | 0,06                | 0,14                            | 5,71                    |
| 14           | 6                   | 16                    | 0,09                | 0,23                            | 8,57                    |
| 15           | 8                   | 24                    | 0,11                | 0,34                            | 11,43                   |
| 16           | 9                   | 33                    | 0,13                | 0,47                            | 12,86                   |
| 17           | 10                  | 43                    | 0,14                | 0,61                            | 14,29                   |
| 18           | 6                   | 49                    | 0,09                | 0,7                             | 8,57                    |
| 19           | 5                   | 54                    | 0,07                | 0,77                            | 7,14                    |
| 20           | 3                   | 57                    | 0,04                | 0,81                            | 4,29                    |
| 21           | 2                   | 59                    | 0,03                | 0,84                            | 2,86                    |
| 22           | 2                   | 61                    | 0,03                | 0,87                            | 2,86                    |
| 23           | 3                   | 64                    | 0,04                | 0,91                            | 4,29                    |
| 24           | 2                   | 66                    | 0,03                | 0,94                            | 2,86                    |
| 25           | 2                   | 68                    | 0,03                | 0,97                            | 2,86                    |
| 26           | 2                   | 70                    | 0,03                | 1                               | 2,86                    |
| 27           | 0                   | 70                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| 28           | 0                   | 70                    | 0                   | 1                               | 0                       |
| <b>Spolu</b> | <b>70</b>           |                       | <b>1</b>            |                                 | <b>100</b>              |



Obr. 60 Grafické rozdelenie početností skóre z posttestu žiakov ES



Obr. 61 Grafické rozdelenie početností skóre z posttestu žiakov KS

A) Na základe výsledkov, ktoré sú uvedené v tab. 47, môžeme konštatovať, že rozdelenie početností skóre z posttestu:

- žiakov KS je plochejšie ako normované normálne rozdelenie a je zošíkmené doľava. Hladina spoľahlivosti je 0,92, čo znamená, že s 95 % spoľahlivosťou sa stred rozdelenia nachádza v intervale  $17,19 \pm 0,92$ .

- žiakov ES je plochejšie ako normované normálne rozdelenie a je zošikmené doprava. Hladina spoľahlivosti je 0,89, čo znamená, že s 95 % spoľahlivosťou sa stred rozdelenia nachádza v intervale  $19,31 \pm 0,89$ .

Tabuľka 47 Popisná štatistika – posttest (ES, KS)

| Štatistické veličiny           | Skóre v postteste ES | Skóre v postteste KS |
|--------------------------------|----------------------|----------------------|
| Str. hodnota                   | 19,31                | 17,19                |
| Chyba str. hodnoty             | 0,45                 | 0,46                 |
| Medián                         | 19                   | 17                   |
| Modus                          | 19                   | 17                   |
| Smer. odchýlka                 | 4,17                 | 3,85                 |
| Rozptyl výberu                 | 17,36                | 14,82                |
| Špicatosť                      | -0,37                | -0,07                |
| Šikmosť                        | -0,15                | 0,45                 |
| Minimum                        | 10                   | 9                    |
| Maximum                        | 28                   | 26                   |
| Rozdiel max-min                | 18                   | 17                   |
| Súčet                          | 1641                 | 1203                 |
| Počet                          | 85                   | 70                   |
| Najväčšie skóre (1)            | 28                   | 26                   |
| Najmenšie skóre (1)            | 10                   | 9                    |
| Hladina spoľahlivosti (95,0 %) | 0,89                 | 0,92                 |

### B) Fisherov-Snedecorov F-test

Porovnanie výsledkov dvojjvýberového F –testu pre obidve skupiny prezentuje tab. 48. Pri tomto teste sa rozptyly posudzujú pomocou testového kritéria  $F$ , ktoré sa vypočíta zo vzťahu (16). Pri zvolenej hladine významnosti  $\alpha = 0,05$  sme získali zo vzťahu (17) rozptyl výsledkov (tab. 48) pre:

- žiakov ES  $s_1^2 = s_{ES}^2 = 17,36$ ;
- žiakov KS  $s_2^2 = s_{KS}^2 = 14,82$ .

Kritická hodnota (tab. 48)  $F_{0,05}(69; 84) = 1,46$  je väčšia ako vypočítaná hodnota  $F = 1,17$  a  $P > 0,05$ , a preto sme prijali nulovú hypotézu.

Tabuľka 48 Dvojjvýberový F-test pre rozptyl (ES, KS)

| Štatistické veličiny | Skóre v postteste ES | Skóre v postteste KS |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| Str. hodnota         | 19,31                | 17,19                |
| Rozptyl              | 17,36                | 14,82                |
| Pozorovanie          | 85                   | 70                   |
| Rozdiel              | 84                   | 69                   |
| $F$                  | 1,17                 |                      |
| $P(F \leq f)$ (1)    | 0,25                 |                      |
| $F$ krit (1)         | 1,47                 |                      |

### C) Studentov t-test

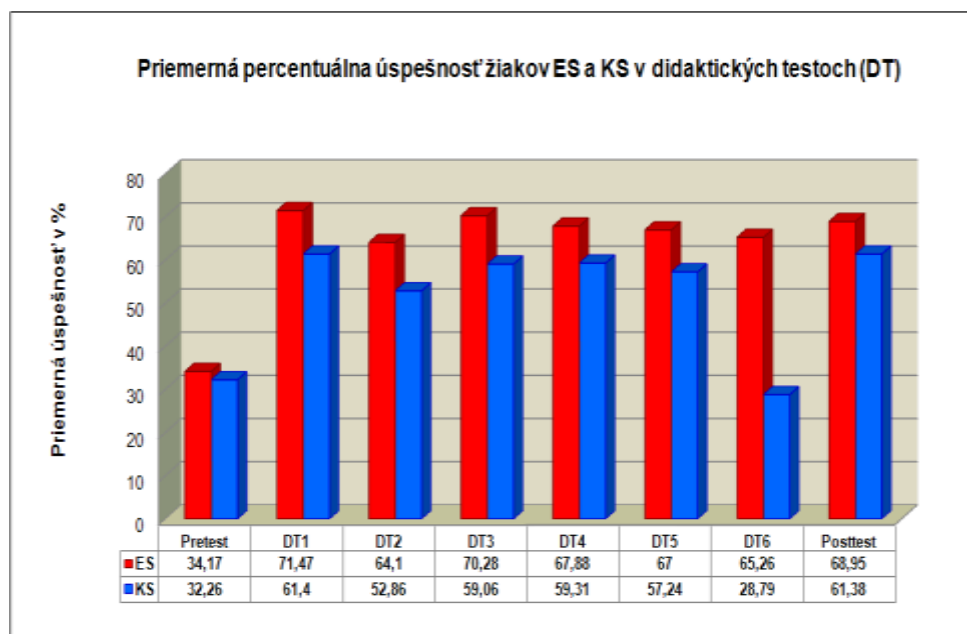
Keďže medzi rozptylmi v oboch skupinách sme nepozorovali štatisticky významné rozdiely, použitie Studentovho t-testu s rovnosťou rozptylov je z tohto hľadiska oprávnené.

Vypočítanú hodnotu  $t$  sme porovnali s kritickou hodnotou testového kritéria pre zvolenú hladinu významnosti a príslušný počet stupňov voľnosti, v našom prípade  $f = 153$ . Na základe výsledkov, ktoré sú uvedené v tab. 49, môžeme konštatovať, že kritická hodnota Studentovho  $t$ -testu pre 153 stupňov voľnosti a zvolenú hladinu významnosti je  $t_{0,05}(153) = 1,98$ . Pre hodnoty uvedené v tab. 49 vychádza  $t = 3,26$ . Pretože vypočítaná hodnota  $t = 3,26$  je väčšia ako kritická hodnota a tiež, že  $P < 0,05$ , musíme zamietnuť nulovú hypotézu  $H_0$  a prijať alternatívnu hypotézu  $H_A$ .

Tabuľka 49 Dvojvýberový  $t$ -test s rovnosťou rozptylov (ES, KS)

| Štatistické veličiny     | Skóre v postteste ES | Skóre v postteste KS |
|--------------------------|----------------------|----------------------|
| Str. hodnota             | 19,31                | 17,19                |
| Rozptyl                  | 17,36                | 14,82                |
| Pozorovanie              | 85                   | 70                   |
| Spoločný rozptyl         | 16,21                |                      |
| Hyp. rozdiel str. hodnôt | 0                    |                      |
| Rozdiel                  | 153                  |                      |
| $t$ štat                 | 3,26                 |                      |
| $P(T <= t)$ (1)          | 0,00068              |                      |
| $t$ krit (1)             | 1,65                 |                      |
| $P(T <= t)$ (2)          | 0,0014               |                      |
| $t$ krit (2)             | 1,98                 |                      |

Na obr. 62 uvádzame grafické znázornenie priemernej percentuálnej úspešnosti žiakov ES a KS v didaktických testoch (pretest, priebežné DT 1, 2, 3, 4, 5, 6, posttest).



Obr. 62 Grafické znázornenie priemernej percentuálnej úspešnosti ES a KS v didaktických testoch



#### 4.2.4 Štatistická verifikácia hypotézy $H_4$

Pri overovaní hypotézy  $H_4$  sme využili štruktúrovaný rozhovor (Príloha B).

$H_4$ : Žiaci ES, v ktorej sa vyučuje tematický celok *Energia v prírode, v technike a spoločnosti* formou projektového vyučovania s využitím stratégie INTe-L, javia na konci experimentu vyšší záujem o porozumenie súvislosti vzťahov techniky s reálnym svetom okolo nás, ako žiaci KS, v ktorej sa zvolený tematický celok vyučuje tradične.

Vyhodnotenie odpovedí na otázky zo štruktúrovaného rozhovoru ES a KS:

1. a) **ES:** Uveď, aký bol tvoj vzťah k fyzike pred realizáciou projektu *Energia v prírode, technike a spoločnosti* (Obr. 63)?

**KS:** Uveď, aký bol tvoj vzťah k fyzike pred preberaním tematického celku *Energia v prírode, technike a spoločnosti* (Obr. 64)?

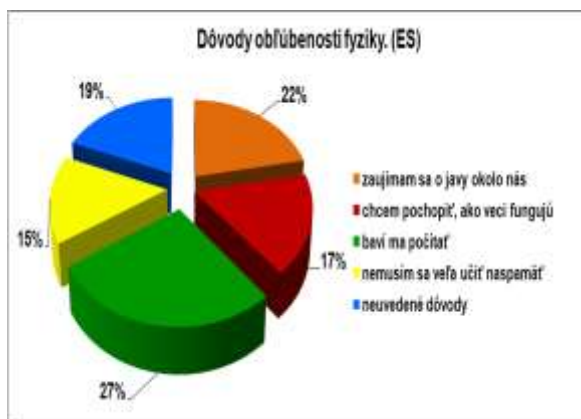


Obr. 63 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 1a v relatívnych hodnotách (ES)

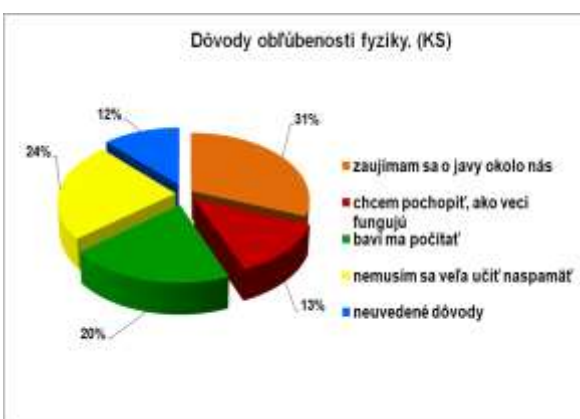


Obr. 64 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 1a v relatívnych hodnotách (KS)

b) Svoju odpoveď zdôvodni: Dôvody obľúbenosti fyziky ES (Obr. 65) a KS (Obr. 66) a neobľúbenosti fyziky ES (Obr. 67) a KS (Obr. 68)



Obr. 65 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 1b v relatívnych hodnotách (ES)



Obr. 66 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 1b v relatívnych hodnotách (KS)



Obr.67 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 1b v relatívnych hodnotách (ES)



Obr. 68 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 1b v relatívnych hodnotách (KS)

Žiaci, ktorí sa vyjadrili, že ich vzťah k fyzike bol pred realizáciou projektu, resp. pred preberaním daného tem. celku nevyhranený, neuvádzali dôvody svojho vyjadrenia.

2. a) Zmenil sa tvoj postoj k fyzike po realizácii projektu ES (Obr. 69)?

Zmenil sa tvoj postoj k fyzike po preberaní daného tem. celku KS (Obr. 70)?

b) Ak áno, uveď v čom ES (Obr. 71) a KS (Obr. 72).

c) Ak nie, uveď prečo ES (Obr. 73) a KS (Obr. 74).



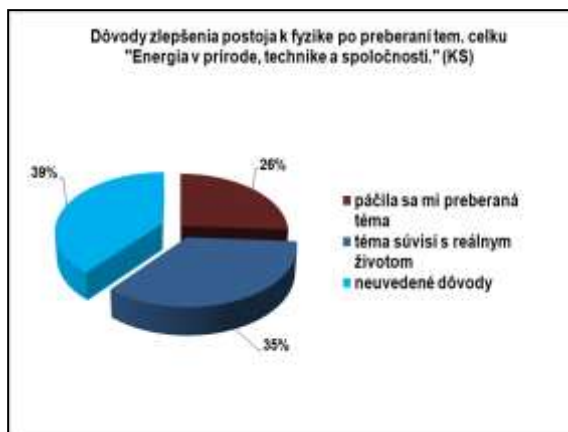
Obr. 69 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 2a v relatívnych hodnotách (ES)



Obr. 70 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 2a v relatívnych hodnotách (KS)



Obr. 71 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 2b v relatívnych hodnotách (ES)



Obr. 72 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 2b v relatívnych hodnotách (KS)



Obr. 73 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 2c v relatívnych hodnotách (ES)



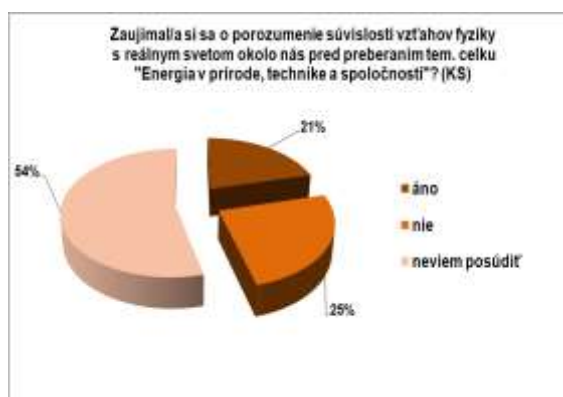
Obr. 74 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 2c v relatívnych hodnotách (KS)

3. **ES:** Zaujímala/a si sa o porozumenie súvislosti vztahov fyziky s reálnym svetom okolo nás pred realizáciou projektu *Energia v prírode, technike a spoločnosti* (Obr. 75)?

**KS:** Zaujímala/a si sa o porozumenie súvislosti vztahov fyziky s reálnym svetom okolo nás pred preberaním tem. celku *Energia v prírode, technike a spoločnosti* (Obr. 76)?



Obr. 75 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 3 v relatívnych hodnotách (ES)



Obr. 76 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 3 v relatívnych hodnotách (KS)

4. **ES:** Páčila sa ti téma projektu *Energia v prírode, technike a spoločnosti*? (Obr. 77)

**KS:** Páčila sa ti téma preberaného učiva *Energia v prírode, technike a spoločnosti*? (Obr. 78)



Obr. 77 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 4 v relatívnych hodnotách (ES)

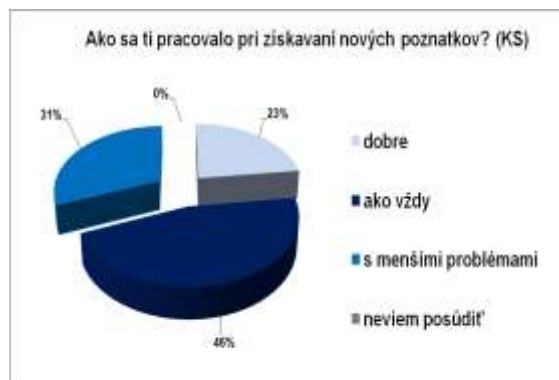


Obr. 78 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 4 v relatívnych hodnotách (KS)

5. **ES:** Ako sa ti pri práci na projekte pracovalo v tíme? (Obr. 79)  
**KS:** Ako sa ti pracovalo pri získavaní nových poznatkov? (Obr. 80)



Obr. 79 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 5 v relatívnych hodnotách (ES)

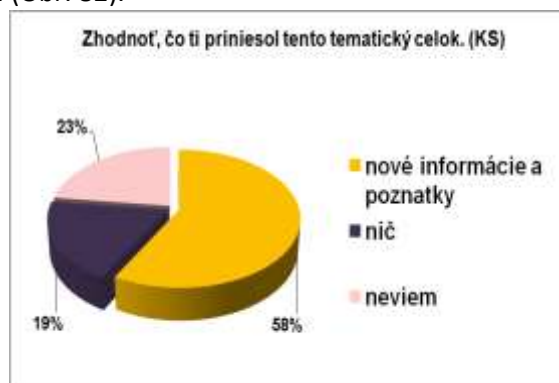


Obr. 80 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 5 v relatívnych hodnotách (KS)

6. **ES:** Zhodnoť, čo ti tento projekt priniesol (Obr. 81).  
**KS:** Zhodnoť, čo ti priniesol tento tematický celok (Obr. 82).



Obr. 81 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 6 v relatívnych hodnotách (ES)

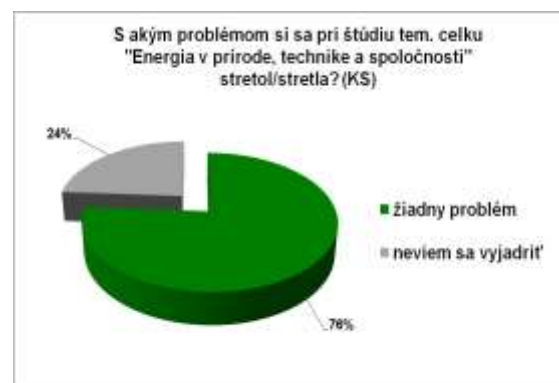


Obr. 82 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 6 v relatívnych hodnotách (KS)

7. **ES:** S akým problémom si sa pri práci na projekte *Energia v prírode, technike a spoločnosti* stretol/stretla? (Obr.83)  
**KS:** S akým problémom si sa pri štúdiu tematického celku *Energia v prírode, technike a spoločnosti* stretol/stretla? (Obr. 84)?



Obr. 83 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 7 v relatívnych hodnotách (ES)



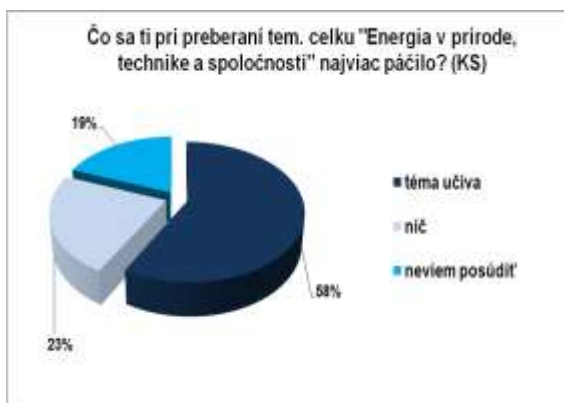
Obr. 84 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 7 v relatívnych hodnotách (KS)

8. **ES:** Čo sa ti pri realizácii projektu *Energia v prírode, technike a spoločnosti* najviac páčilo? (Obr.85)

**KS:** Čo sa ti pri preberaní temat. celku *Energia v prírode, technike a spoločnosti* najviac páčilo? (Obr. 86)



Obr. 85 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 8 v relatívnych hodnotách (ES)



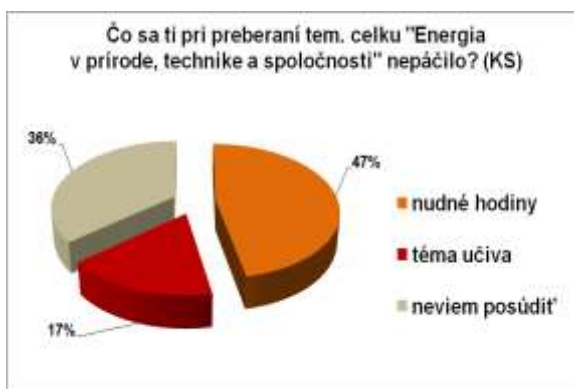
Obr. 86 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 8 v relatívnych hodnotách (KS)

9. **ES:** Čo sa ti pri realizácii projektu *Energia v prírode, technike a spoločnosti* nepáčilo? (Obr. 87)

**KS:** Čo sa ti pri preberaní temat. celku *Energia v prírode, technike a spoločnosti* nepáčilo? (Obr. 88)



Obr. 87 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 9 v relatívnych hodnotách (ES)



Obr. 88 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 9 v relatívnych hodnotách (KS)

10. **ES:** Chcel/a by si vytvárať projekty vo fyzike aj k iným tematickým celkom? (Obr. 89)

**KS:** Chcel/a by si vytvárať projekty vo fyzike? (Obr. 90)

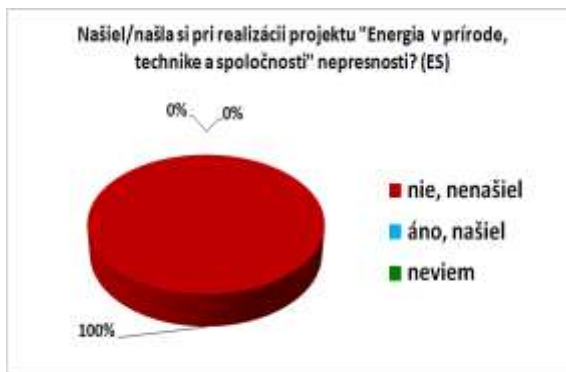


Obr. 89 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 10 v relatívnych hodnotách (ES)



Obr. 90 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 10 v relatívnych hodnotách (KS)

11. **ES:** Našiel/našla si pri realizácii projektu *Energia v prírode, technike spoločnosti* nepresnosti? (Obr. 91)  
**KS:** Našiel/našla si pri štúdiu tematického celku *Energia v prírode, technike a spoločnosti* nepresnosti? (Obr. 92)



Obr. 91 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 11 v relatívnych hodnotách (ES)



Obr. 92 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 11 v relatívnych hodnotách (KS)

12. **ES:** Myslíš, že po skončení práce na projekte *Energia v prírode, technike a spoločnosti* sa budeš viac ako predtým zaujímať o porozumenie súvislostí vzťahov fyziky s reálnym svetom okolo nás? (Obr. 93)  
**KS:** Myslíš, že po prebratí tematického celku *Energia v prírode, technike a spoločnosti* sa budeš viac ako predtým zaujímať o porozumenie súvislostí vzťahov fyziky s reálnym svetom okolo nás? (Obr. 94)



Obr. 93 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 12 v relatívnych hodnotách (ES)



Obr. 94 Grafické znázornenie odpovedí na otázku 12 v relatívnych hodnotách (KS)

### 4.3 Diskusia výsledkov výskumu

Z odpovedí žiakov oboch základných škôl (ZŠ A a ZŠ B) na položky dotazníka vyplýva, že tradičné (encyklopedicko-memorovacie) vyučovanie fyziky ich veľmi neoslovuje. Svedčí o tom aj skutočnosť, že v ZŠ A len 4 % žiakov uviedli fyziku ako najobľúbenejší predmet a v ZŠ B to boli 3 % žiakov.

Učitelia oboch základných škôl:

1. využívajú na hodinách fyziky hlavne textové pomôcky:
  - a) ZŠ A (51 %),
  - b) ZŠ B (55 %);
2. fyzikálne experimenty realizujú len niekedy:
  - a) ZŠ A (45 %),
  - b) ZŠ B (51 %);
3. využívajú počítač na hodinách fyziky veľmi zriedkavo:
  - a) ZŠ A (80 %),
  - b) ZŠ B (85 %);
4. využívajú CD nosiče na hodinách fyziky:
  - a) len raz – ZŠ A (69 %),
  - b) veľmi zriedkavo – ZŠ B (75 %);
5. využívajú internet na hodinách fyziky:
  - a) len raz – ZŠ A (86%),
  - b) veľmi zriedkavo – ZŠ B (100 %);
6. využívajú projektové vyučovanie vo fyzike:
  - a) veľmi zriedkavo – ZŠ A (49 %),
  - b) niekedy – ZŠ B (48 %).

Štatistickú analýzu sme uskutočnili metódami, ktoré sú zabudované vo voľbe *Analýza dát* v programe Microsoft Office Excel 2003. Pomocou Fisherovho-Snedecorovho *F*-testu sme zisťovali, či je v dvoch súboroch dát približne rovnako veľký rozptyl a následne sme pomocou Studentovho *t*-testu zisťovali, či dva súbory dát, získaných meraním v dvoch rôznych skupinách žiakov, majú rovnaký aritmetický priemer.

Štatistická analýza pomocou Fisherovho-Snedecorovho *F*-testu ukázala, že vo všetkých výsledkoch nami použitých didaktických testoch (pretest, priebežné DT 1 – 6, posttest) je v oboch súboroch dát približne rovnako veľký rozptyl, t.j. nie sú štatisticky významné rozdiely.

Štatistická analýza pomocou Studentovho dvojfaktorového *t*-testu s rovnosťou rozptylov ukázala, že medzi výsledkami:

- a) vstupného didaktického testu (pretestu) žiakov 9. roč. ZŠ A a ZŠ B nie sú štatisticky významné rozdiely;
- b) vstupného didaktického testu (pretestu) ES a KS nie sú štatisticky významné rozdiely;
- c) všetkých priebežných didaktických testov (v počte 6) ES a KS sú štatisticky významné rozdiely, t.j. existuje štatistická závislosť;
- d) posttestov ES a KS sú štatisticky významné rozdiely, t.j. existuje štatistická závislosť.

Na základe odpovedí žiakov v štruktúrovanom rozhovore možno konštatovať nasledovné:

- 55 % žiakov ES si myslí, že po skončení práce na projekte *Energia v prírode, technike a spoločnosti* sa bude viac ako predtým zaujímať o porozumenie súvislostí vzťahov fyziky s reálnym svetom okolo nás, zatiaľ čo v KS si len 15 % žiakov myslí, že po prebratí tematického celku, ktorý má zhodný názov s témou projektu sa možno bude viac ako predtým zaujímať o porozumenie súvislostí vzťahov fyziky s reálnym svetom okolo nás;
- 16 % žiakov ES sa vyjadrilo, že fyzika ich ani po realizácii projektu nezaujíma a 42 % žiakov KS sa vyjadrilo, že ani po prebratí tematického celku *Energia v prírode, technike a spoločnosti* sa asi nebude viac zaujímať o porozumenie súvislostí vzťahov fyziky s reálnym svetom okolo nás, pretože fyzike veľmi nerozumejú;

- 29 % žiakov ES a 43 % žiakov KS nevie posúdiť, či sa po skončení práce na projekte, resp. po prebratí tematického celku *Energia v prírode, technike a spoločnosti* budú viac ako predtým zaujímať o porozumenie súvislostí vzťahov fyziky s reálnym svetom okolo nás.

Pedagogický výskum **potvrdil** hypotézu  $H_1, H_2, H_3, H_4$  (tab. 50) na hladine významnosti  $\alpha = 0,05$ . Na základe týchto zistení môžeme tvrdiť, že **v ZŠ A i v ZŠ B sa javí projektové vyučovanie s využitím všetkých komponentov stratégie integrovaného e-learningu (INTe-L) účinnejšie ako použitie tradičného spôsobu vyučovania, čím sme potvrdili hypotézu H**. Stanovený cieľ pedagogického výskumu bol splnený.

Tabuľka 50 Potvrdenie hypotéz

| Hypotéza | Metóda získavania dát               | Potvrdenie hypotézy | Skúmaná veličina                                   |
|----------|-------------------------------------|---------------------|--|
| $H_1$    | vstupný didaktický test (pretest)   | potvrdená           | úroveň vstupných vedomostí v kognitívnej oblasti   |
| $H_2$    | priebežné didaktické testy (1 – 6)  | potvrdená           | úroveň priebežných vedomostí v kognitívnej oblasti |
| $H_3$    | výstupný didaktický test (posttest) | potvrdená           | úroveň výstupných vedomostí v kognitívnej oblasti  |
| $H_4$    | štruktúrovaný rozhovor              | potvrdená           | motivácia  |

Aby sme mohli výsledky výskumu zovšeobecniť, museli by sme overiť, či projektové vyučovanie s využitím všetkých komponentov stratégie integrovaného e-learningu je účinnejšie ako tradičné vyučovanie tematického celku *Energia v prírode, technike a spoločnosti* v 9. ročníku ZŠ, museli by sme uskutočniť pedagogický výskum na vzorke žiakov 9. ročníka ZŠ v SR získanej na základe náhodného výberu. V súčasnej školskej praxi je použitie náhodného výberu len veľmi ťažko realizovateľné vzhľadom na časovú náročnosť projektového vyučovania (časová dotácia práce na celom projekte bola 14 týždňov) a z toho vyplývajúcu neochotou vedenia škôl k spolupráci. Budúcnosť ukáže, či nová reforma pozitívne ovplyvní ich myslenie aj v tomto smere.



## 5 Prínos pedagogického výskumu pre pedagogickú teóriu a prax

Cieľom pedagogického výskumu bolo overiť účinnosť projektového vyučovania s využitím stratégie integrovaného e-learningu v porovnaní s tradičným vyučovaním pre tematický celok *Energia v prírode, technike a spoločnosti* v 9. ročníku dvoch základných škôl (ZŠ A, ZŠ B) na Slovensku.

### Vedecký prínos pre pedagogickú teóriu:

- Vypracovali sme prvú vedeckú štúdiu, ktorá sa venuje výskumu v oblasti využitia stratégie INTe-L v projektovom vyučovaní v ZŠ.
- Overili sme, že projektové vyučovanie s využitím všetkých komponentov stratégie INTe-L v ZŠ A a v ZŠ B je účinnejšie ako použitie tradičného spôsobu vyučovania.
- Vytvorili sme metodiku tvorby zadaní projektov s implementovaním všetkých zložiek novej stratégie vzdelávania INTe-L, ktorými sú reálne resp. reálne vzdialené experimenty, interaktívne simulácie a e-vzdelávacie materiály.
- Zaviedli sme takú formu práce, ktorá umožňuje:
  - a) zladiť požiadavky vyučovania z hľadiska kvantitatívneho i kvalitatívneho s individuálnymi možnosťami žiaka;
  - b) pripraviť žiakov na plánovitú prácu a samostatné nadobúdanie vedomostí a riešenie problémov.

### Vedecký prínos pre pedagogickú prax:

1. Vzhľadom na to, že povinnou súčasťou obsahu vzdelávania, ktoré v novej školskej reforme zavádza Štátny vzdelávací program, sú prierezové tematiky, ktoré sa spravidla prelínajú cez viaceré vzdelávacie oblasti a ktoré je možné realizovať viacerými formami, považujeme z tohto aspektu za významný prínos pre pedagogickú prax **vytvorené zadaní projektov** k téme *Energia v prírode, technike a spoločnosti*, ktoré je možné priamo využiť vo vyučovaní fyziky i technickej výchovy.
2. Priamo vo vyučovacom procese je možné využiť aj nami pripravené **didaktické testy**, ktoré majú slúžiť ako spätná väzba pre žiakov i učiteľa, ktorému poskytnú spätnú informáciu o kvalite jeho pôsobenia a správnosti jeho postupov.
3. Nami **navrhnutá, pripravená a zavedená netradičná forma vzdelávania** so širším využívaním IKT pre tematický celok *Energia v prírode, technike a spoločnosti*, rozvíja medzipredmetové vzťahy a umožňuje žiakom rozvíjať kľúčové kompetencie a zároveň, ako ukázali výsledky spracovania štruktúrovaného rozhovoru, zvyšuje ich záujem:
  - a) o vyučovanie fyziky,
  - b) o porozumenie súvislostí vzťahov fyziky s reálnym svetom okolo nás.

---

## Záver

Projektové vyučovanie s využitím troch zložiek (reálneho resp. reálneho vzdialeného, virtuálneho experimentu a elektronických vzdelávacích materiálov) stratégie INTe-L sa líši od tradičného vyučovania vo všetkých základných systémových atribútoch ako sú: cieľ, obsah, organizácia vyučovania, vyučovacie metódy, obsah, postavenie učiteľa i žiaka atď. Dominantným cieľom projektového vyučovania s využitím stratégie INTe-L je skvalitniť vyučovanie prírodovedných a technických predmetov, a tým učiť žiakov iným spôsobom ako bolo obvyklé, t.j. názornejšie, zaujímavejšie a podľa postupov, ktoré sú typické pre vedecké bádanie. Pričom je pozornosť sústredená na žiaka, rešpektuje sa jeho osobnosť a jedinečnosť. Je tu snaha o rozvoj jeho pozitívneho sebahodnotenia, o formovanie optimálnych interpersonálnych vzťahov i vzťahu učiteľ – žiak, o rozvoj jeho tvorivosti, o rozvoj schopnosti kriticky a samostatne myslieť, rozhodovať sa a robiť závery, riešiť problémy, pracovať v tíme, komunikovať, zbierať a spracovávať informácie, rozvíjať seba aj iných, riešiť problémy, rozvíjať zručnosti v práci s IKT, ako aj schopnosť neustále sa vzdelávať. Žiak neprijíma od učiteľa informácie v hotovej podobe, ale práve naopak, sám ich 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 poznáním, kde sa postupuje od pokusov, cez modely – simulácie javov až k teórii. Projektové vyučovanie s využitím stratégie INTe-L vo veľkej miere využíva najnovšie IKT. Jednou zo základných charakteristík projektovej formy je využívanie medzipredmetových vzťahov, stieranie hraníc medzi jednotlivými predmetmi. Prácou na projektoch sa žiaci učia o fyzike, technike, prírode, pričom si prehlbujú poznatky i z ďalších predmetov.

V tradičnom vyučovaní sa kladie hlavný dôraz na pojmy a poučky, ktoré sú vysvetľované a predstavované žiakom pomocou výkladu učiteľa. Vyučovanie výlučne takýmto spôsobom sa potom javí ako nedostatočné, pretože žiakov prírodovedné a technické predmety nebavia a pokladajú ich za náročné, čo potvrdzujú aj naše výsledky spracovania dotazníka. Prírodovedné a technické predmety obsahujú veľmi veľa abstrakcií, ktoré sú často žiakmi nesprávne pochopené a vznikajú tak miskoncepce, na základe ktorých sa nesprávne ukladajú ďalšie informácie.

Hlavným cieľom nami realizovaného pedagogického výskumu bolo overiť účinnosť projektového vyučovania s využitím stratégie integrovaného e-learningu v porovnaní s tradičným vyučovaním pre tematický celok *Energia v prírode, technike a spoločnosti* v 9. ročníku dvoch základných škôl (ZŠ A, ZŠ B) na Slovensku. Na základe výsledkov výskumu možno konštatovať, že stanovený cieľ bol splnený.

---

## Literatúra

- [1] ARONS, A. B. (1990) *A Guide to Introductory Physics Teaching*. (American Association of Physics Teachers 1977) [online] Wiley, New York. Dostupné na: <<http://www.ncsu.edu/sciencejunction/route/professional/labgoals.html>>, (citované dňa 1.2.2011).
- [2] Bedi, E. *Obnoviteľné zdroje energie – energia bez konca*, Bratislava, Fond pre alternatívne energie, 2001 [online] (dostupné na: <http://www.seps.sk/zp/fond/obnov/3.htm>, citované dňa 21.7.2013)
- [3] BENDER, L. (1996) *Stručná detská encyklopédia vedy a techniky*. s.42, ISBN 80-85680-83-1.
- [4] ČEMEŠOVÁ, A. (2012) *Využitie interaktívnej tabule v predškolskom vzdelávaní*. Diplomová práca. Pdf TU v Trnave, Trnava. Vedúci práce: OŽVOLDOVÁ, M.
- [5] DUFKOVÁ, M. (2005) *Obnoviteľné zdroje energie* (učebný materiál), ČEZ, a.s., Praha.
- [6] DUIT, R. (1984) Learning the energy concept in school: Empirical results from the Philippines and West Germany. In: *Physics Education*, Vo. 19, s. 59-66.
- [7] *Energia v skejt parku – interaktívna simulácia*, University of Colorado, [online]. Dostupné na: <<http://phet.colorado.edu/en/simulation/energy-skate-park-basics>>, (citované dňa 22. 8. 2012).
- [8] FEYNMAN, R., P., LEIGHTON R., B., SANDS, M. (2000) *Feynmannovy prednášky z fyziky*. Fragment, Havlíčkův Brod. Díl I. (1. vydání) Fragment, Praha. ISBN 80-7200-405-0.
- [9] GAJDOŠÍKOVÁ – ZELEIOVÁ, J. (2012) *Psychodynamické aspekty muzikoterapie*. Trnava: Typi Universitatis Tyrnaviensis. 232 s. ISBN 978-80-8082-492-1.
- [10] GERHÁTOVÁ, Ž. (2009) *Projektové vyučovanie s využitím integrovaného e-learningu*. Dizertačná práca. Nitra: PF UKF. Školiteľ: OŽVOLDOVÁ, M.
- [11] GERHÁTOVÁ, Ž., OŽVOLDOVÁ, M. (2011) Projektové vyučovanie s využitím integrovaného e-learningu – nová cesta zvyšovania úrovne prírodovednej gramotnosti žiakov = Project Education via Integrated e-Learning – A New Way of Improving the Level of Science Literacy Pupils. In: *Medzinárodná vedecká elektronická konferencia pre doktorandov, vedeckých pracovníkov a mladých vysokoškolských učiteľov*. Prešov: Katedra pedagogiky FHPV PU v Prešove, s. 416 – 425. ISBN 978-80-555-0482-7.
- [12] HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J., (2000) *Fyzika* (Vysokoškolská učebnice obecné fyziky) Část 1 Mechanika. Vysoké učení technické v Brně – Nakladatelství VUTIUM. Brno. s. 142. ISBN 80-214-1868-0.
- [13] HRMO, R., KUNDRÁTOVÁ, M., TINÁKOVÁ, K., VAŠKOVÁ, L. (2005) *Didaktika technických predmetov*. Bratislava: STU. ISBN 80-227-2191-3.
- [14] CHRÁSKA, M. (2003) *Úvod do výzkumu v pedagogice. Základy kvantitativně orientovaného výzkumu*. Olomouc: Pedagogická fakulta Univerzity Palackého. ISBN 80-244-0765-5.
- [15] CHRÁSKA, M. (2007) *Metódy pedagogického výzkumu* (Základy kvantitativního výzkumu) Grada Publishing, a.s. Praha ISBN 978-80-247-1369-4.
- [16] ILIAŠ, I. a kol. (2006) *Možnosti využívania slnečnej energie*, [online]. Energetické centrum Bratislava. Dostupné na: <[http://www.slnecaenergia.sk/ECB\\_Moznosti%20vyuzivania%20slnecej%20energie.pdf](http://www.slnecaenergia.sk/ECB_Moznosti%20vyuzivania%20slnecej%20energie.pdf)>, (citované dňa: 8.11.2011), ISBN 80-969466-0-9.
- [17] KALHOUS, Z., OBST, O. a kol. (2002) *Školní didaktika*. Praha: Portál, s. r. o., 2002. ISBN 80-7178-253-X.
- [18] KOMENSKÝ, J., A. (1991) *Velká didaktika*. Bratislava: SPN. ISBN 80-08-01022-3.

- 
- [19] KORŠŇÁKOVÁ, P., KOVÁČOVÁ, J., HELDOVÁ, D. (2009) *Národná správa OECD PISA SK 2009*, Národný ústav certifikovaných meraní vzdelávania Bratislava, 2010. ISBN 978-80-970261-4-1.
- [20] KOUBEK, V. (2002) *Príspevok fyziky k všeobecnému vzdelaniu spoločnosti*, [online]. Dostupné na: <[http://www.ddp.fmph.uniba.sk/~koubek/UT\\_html/G1/FVseobVzd/1VseobVzd.htm](http://www.ddp.fmph.uniba.sk/~koubek/UT_html/G1/FVseobVzd/1VseobVzd.htm)> (citované dňa: 8.11.2011).
- [21] KREMPASKÝ, J., ČERŇANSKÝ, P., SCHAUER, F., OŽVOLDOVÁ, M. (2011) *Učiteľ prírodných vied pre tretie tisícročie*. Trnava: Typi Universitatis Tyrnaviensis, [1. vyd.]. ISBN 978-80-8082-440-2.
- [22] KUHNNOVÁ, P. (2008) *Energia v učive základnej školy*. Diplomová práca, Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave. Vedúci práce: GERHÁTOVÁ, Ž.
- [23] LEPIL, O. a kol. (2009) *Fyzika aktuálne*. PROMETHEUS spol. s r.o., Praha. ISBN: 978-80-7196-381-3.
- [24] LIBRA, M., POULEK, V. (2007) *Zdroje a využití energie*. ČZU v Praze. s. 15. ISBN 978-80-213-1647-8.
- [25] LOWER, S. (2007) *All about electrochemistry – chem1 virtual textbook*, [online]. Dostupné na: <<http://www.chem1.com/acad/webtext/elchem/>>; (citované dňa: 8.11.2011).
- [26] MOJŽÍŠEK, L. (1988) *Vyučovacie metody*. Praha: SPN.
- [27] MÜLLEROVÁ, L., ŠIKULOVÁ, R. (2001) *Cvičebnice obecné didaktiky pro studenty učitelství*. Ústí nad Labem: UJEP.
- [28] NOVOVESKÁ, M., *Vzájomná premena energie*, dostupné na WWW stránke: <<http://www.platforma.ekofond.sk/pokusy-a-vida/pokusy/rozne/37-vzajomna-premena-energie>>, (citované dňa 22. 8. 2012).
- [29] OŽVOLDOVÁ M. (2006) Vývoj e-learningu vo fyzike smerom k novej generácii – Integrovanému e-learningu. In: KOŽÍK, T. a kol.: *Virtuálna kolaborácia a e-Learning*, kap. 3, pp. 30-45, Pdf UKF, Nitra. ISBN 80-8094-053-3.
- [30] OŽVOLDOVÁ, M., ČERVEŇ, I. (2004) *Úvod do vysokoškolskej fyziky*. STU v Bratislave, Bratislava. s. 164, 165. ISBN 80-227-2114-X.
- [31] OŽVOLDOVÁ, M., GERHÁTOVÁ, Ž. (2010) *Projektové vyučovanie s využitím integrovaného e-learningu*. Trnava: Typi Universitatis Tyrnaviensis, [1. vyd.]. [138 s.] ISBN 978-80-8082-386-3.
- [32] PETLÁK, E. a kol. (2005) *Kapitoly zo súčasnej didaktiky*. Bratislava: IRIS. ISBN 80-89018-89-0.
- [33] *PISA SK 2003, Národná správa*, ŠPÚ Bratislava 2004, s. 18, ISBN 80-85756-87-0.
- [34] *PISA SK 2006, Národná správa*, ŠPÚ Bratislava 2007, ISBN 978-80-89225-35-8.
- [35] PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., MAREŠ, J. (2003) *Pedagogický slovník*. 4. aktualizované vyd. Praha: Portál, 2003. ISBN 80-7178-722-8.
- [36] SCHAUER, F., OŽVOLDOVÁ, M., LUSTIG, F. (2009) Integrated e-Learning – New Strategy of Cognition of Real World in Teaching Physics, In: *Innovations 2009 (USA), World Innovations in Engineering Education and Research*, iNEER Special Volume 2009, chapter 11, pages 119-135, ISBN 978-0-9741252-9-9.
- [37] SKALKOVÁ, J. (2007) *Obecná didaktika*. Praha: Grada Publishing, a. s. ISBN 978-80-247-1821-7.
- [38] *Slovenské fyzikálne e-laboratórium* [online] (Dostupné na: <<http://kf.truni.sk/remotelab>>, (citované dňa 22. 8. 2012).
- [39] *Štátny vzdelávací program pre gymnáziá v Slovenskej republike ISCED 3A, 2008*
- [40] *Štátny vzdelávací program pre 2. stupeň základnej školy v Slovenskej republike ISCED 2, 2008*
- [41] *TIMSS 1999, International Science Report*. I. vyd. Chestnut Hill: TIMSS International Study Center, Boston College, 2000. ISBN 1-889938-16-5.

- 
- [42] TOLGYESSY J., LESNÝ J. (1979) *Svet hľadá energiu*, (Z edície: Malá moderná encyklopédia), Obzor, Bratislava, ISBN: 735-21-85/5.
- [43] TRUMPER, R. (1993) Children's energy concepts: a cross age study. In: *International Journal of Science Education*, 1993, Vol. 15, No.2, 139-148.
- [44] VRAGAŠ, S. (2007) *Tvorba, efektívnosť a kvalita hypertextových e-návodov na laboratórne cvičenia z elektrotechniky*. Dizertačná práca, STU, Materiálovotechnologická fakulta v Trnave, Trnava.
- [45] Výsledky pilotného testovania maturantov MONITOR 2003, [online] (sú dostupné na: [http://www.nucem.sk/documents//25/monitor\\_2003/00\\_Celoslovensk%C3%A9\\_v%C3%BDsledky\\_v%C3%BDber.pdf](http://www.nucem.sk/documents//25/monitor_2003/00_Celoslovensk%C3%A9_v%C3%BDsledky_v%C3%BDber.pdf), citované dňa 11.8.2012).
- [46] Výsledky pilotného testovania maturantov MONITOR 2004, [online] (sú dostupné na: [http://www.nucem.sk/documents//25/monitor\\_a\\_gs\\_2004/00\\_Celoslovensk%C3%A9\\_v%C3%BDsledky\\_sum%C3%A1r.pdf](http://www.nucem.sk/documents//25/monitor_a_gs_2004/00_Celoslovensk%C3%A9_v%C3%BDsledky_sum%C3%A1r.pdf), citované dňa 11.8.2012).
- [47] ZELINA, M. (2000) *Alternatívne školstvo*. Bratislava. IRIS. 80-88778-98-0.
- [48] Zverejnenie výsledkov PISA 2012 – NÚCEM [online] (sú dostupné na: [http://www.nucem.sk/documents//27/medzinarodne\\_merania/pisa/publikacie\\_a\\_diseminacia/4\\_ine/PISA\\_2012.pdf](http://www.nucem.sk/documents//27/medzinarodne_merania/pisa/publikacie_a_diseminacia/4_ine/PISA_2012.pdf), 10.12.2013).

## PRÍLOHA A

### Vstupný dotazník

Milý žiak / žiačka,

v tomto vstupnom dotazníku vyjadrí svoj názor na obsah vyučovania fyziky, svoj postoj k tomuto predmetu, ako ho vnímaš, ako sa ti páči a možnosti jeho zlepšenia. Vstupný dotazník bude použitý na vedecké účely, preto potrebujeme, aby si ho vyplnil čo najpresnejšie.

Vstupný dotazník je anonymný, preto doň nevpisuj svoje meno.

**Pohlavie:** chlapec – dievča (nehodiace sa prečiarkni)

**Trieda:** .....

V tomto vstupnom dotazníku Ti predložíme niekoľko otázok. Pri každej podčiarkni svoj názor. Tam, kde je to potrebné, dopíš svoj názor. Odpovedaj samostatne, tvoj názor sa môže líšiť od názoru tvojich spolužiakov.

**1. K daným predmetom (do štvorčekov) prirad' číslo od 1 do 14  
(1 – najobľúbenejší predmet, 14 – najneobľúbenejší predmet, čísla sa nesmú opakovať)**

- a) slovenský jazyk a literatúra
- b) cudzí jazyk ..... (uved', aký cudzí jazyk navštevuješ)
- c) matematika
- d) fyzika
- e) chémia
- f) prírodopis
- g) zemepis
- h) dejepis
- i) občianska výchova
- j) technická výchova
- k) hudobná výchova
- l) telesná výchova
- m) výtvarná výchova
- n) náboženská výchova / etická výchova (nehodiace sa prečiarkni).

**2. Uved', aký je Tvoj vzťah k fyzike?**

- a) Fyzika je môj najobľúbenejší predmet.
- b) Fyzika patrí medzi moje obľúbené predmety.
- c) Fyzika nepatrí medzi moje obľúbené predmety.
- d) Fyzika je môj najneobľúbenejší predmet.
- e) Nemám vyhranený názor.

**3. Hodina fyziky väčšinou začína:**

- a) individuálnym skúšaním
- b) opakovaním učiva bez známkovania
- c) kontrolou domácej úlohy
- d) oboznámením s témou, ktorú budete preberať
- e) pokusom (experimentom)
- f) samostatnou prácou (napr. riešením úloh a pod.)
- g) rozhovorom o predchádzajúcom učive
- h) inak (uved' ako) .....

**4. Aké druhy didaktických prostriedkov pán/pani učiteľ/ka najčastejšie používa vo vyučovaní fyziky?**

- a) prírodniny
- b) výrobky
- c) zobrazenia (obrazy, schémy, fotografie ...)
- d) statické (nepohyblivé) modely
- e) dynamické (pohyblivé) modely
- f) vyučovacie programy (PowerPoint, software pre počítač ...)
- g) textové pomôcky (učebnice, učebné texty, pracovné zošity, tabuľky ...)
- h) didaktická technika (spätný projektor – meotar, videotechnika, počítač, prehrávač CD diskov...)
- i) iné (uved' aké).....

**5. Na hodine fyziky robíme fyzikálne pokusy:**

- a) na každej hodine
- b) často
- c) len niekedy
- d) minimálne
- e) len raz
- f) nie, nikdy

**6. Aké metódy využíva pán/pani učiteľ/ka najčastejšie vo vyučovaní fyziky?**

- a) vysvetľuje učivo sám/sama
- b) vedie rozhovor medzi nami
- c) píšeme referáty
- d) pracujeme s učebnicami a odbornými knihami, encyklopédiami
- e) meriame – laboratórne práce
- f) pozorujeme predmety, javy a pokusy
- g) predvádza obrazy, modely, pomôcky
- h) kombinované – ak áno, napíš kombináciu, ktorých metód .....

**7. Pracuješ rád/rada na počítači?**

- a) áno, často
- b) áno, niekedy
- c) nie
- d) neviem posúdiť
- e) je mi to jedno

**8. Na hodinách fyziky využívame počítač:**

- a) často
- b) niekedy
- c) veľmi zriedkavo
- d) len raz
- e) nikdy

**9. Na hodinách fyziky využívame vyučovacie programy na CD nosiče:**

- a) často
- b) niekedy
- c) veľmi zriedkavo
- d) len raz
- e) nikdy

**10. Na hodinách fyziky využívame internet:**

- a) často
- b) niekedy
- c) veľmi zriedkavo
- d) len raz
- e) nikdy

**11. Poznáš pojem applet?**

**A)**

- a) áno
- b) nie
- c) neviem sa vyjadriť

**B) ak si odpovedal/a áno, vysvetli jeho význam:**

.....  
.....  
.....

**12. Poznáš pojem interaktívna simulácia fyzikálneho javu?**

**A)**

- a) áno
- b) nie
- c) neviem sa vyjadriť

**B) ak si odpovedal/a áno, vysvetli jeho význam:**

.....  
.....  
.....  
.....

**13. Počul/a si už pojem reálny vzdialený experiment?**

**A)**

- a) áno
- b) nie

**B) ak si odpovedal/a áno, vysvetli jeho význam**

.....  
.....  
.....  
.....

**14. Kde získavaš informácie, ktoré využívaš na hodinách fyziky?**

- a) Využívam len informácie z učebnice fyziky.
- b) Informácie získavam z encyklopédií a odborných kníh. (Uved' názov jednej.)  
.....
- c) Informácie získavam z odborných časopisov. (Uved' názov jedného.)  
.....
- d) Informácie získavam z internetu. (Uved' WWW stránku, z ktorej informácie najčastejšie využívaš.) .....
- e) Informácie získavam iným spôsobom (Uved' akým.) .....
- .....



**15. Na hodinách fyziky využívame skupinovú prácu:**

- a) často
- b) niekedy
- c) veľmi zriedkavo
- d) len raz
- d) nie, nikdy

**16. A) Na hodinách fyziky pracujeme na tvorbe projektov:**

- a) často
- b) niekedy
- c) veľmi zriedkavo
- d) len raz
- e) nie, nikdy

**B) V prípade, že na hodinách fyziky pracujete na tvorbe projektov, uveď názov jedného projektu, na ktorom si pracoval/la:**

.....

**17. Chcel/la by si pracovať na hodinách fyziky na tvorbe projektov?**

- a) Áno.
- b) Nie.
- c) Neviem posúdiť.
- d) Je mi to jedno.

**18. Chcel/la by si, aby sa na hodinách fyziky častejšie pracovalo s počítačom?**

- a) Áno.
- b) Nie.
- c) Neviem posúdiť.
- d) Je mi to jedno.

**19. Chcel/la by si, aby sa na hodinách fyziky častejšie využívali pokusy?**

- a) Áno.
- b) Nie, využívame ho často.
- c) Nie, nemám rád/rada experimenty.
- d) Neviem posúdiť.
- e) Je mi to jedno.

---

## PRÍLOHA B

### Štruktúrovaný rozhovor

#### A) Experimentálna skupina

1. a) Uved', aký bol tvoj vzťah k fyzike pred realizáciou projektu *Energia v prírode, technike a spoločnosti*?  
b) Svoju odpoveď zdôvodni.
2. a) Zmenil sa tvoj postoj k fyzike po realizácii projektu?  
b) Ak áno, uved' v čom.  
c) Ak nie, uved' prečo.
3. Zaujímal/a si sa o porozumenie súvislosti vzťahov fyziky s reálnym svetom okolo nás pred realizáciou projektu *Energia v prírode, technike a spoločnosti*?
4. Páčila sa ti téma projektu?
5. Ako sa ti pri práci na projekte pracovalo v tíme?
6. Zhodnoť, čo ti priniesol tento projekt.
7. S akým problémom si sa pri práci na projekte stretol/stretla?
8. Čo sa ti pri realizácii projektu najviac páčilo?
9. Čo sa ti pri realizácii projektu nepáčilo?
10. Chcel/a by si vytvárať projekty aj k iným tematickým celkom vo fyzike?
11. Našiel/našla si pri realizácii projektu nepresnosti?
12. Myslíš, že po skončení práce na projekte *Energia v prírode, technike a spoločnosti* budeš viac ako predtým zaujímať o porozumenie súvislosti vzťahov fyziky s reálnym svetom okolo nás?

#### B) Kontrolná skupina

1. a) Uved', aký bol tvoj vzťah k fyzike pred preberaním tematického celku *Energia v prírode, technike a spoločnosti*?  
b) Svoju odpoveď zdôvodni.
2. a) Zmenil sa tvoj postoj k fyzike po prebratí tohto tematického celku?  
b) Ak áno, uved' v čom.  
c) Ak nie, uved' prečo.
3. Zaujímal/a si sa o porozumenie súvislosti vzťahov fyziky s reálnym svetom okolo nás pred preberaním tematického celku *Energia v prírode, technike a spoločnosti*?
4. Páčila sa ti téma preberaného učiva *Energia v prírode, technike a spoločnosti*?
5. Ako sa ti pracovalo pri získavaní nových poznatkov?
6. Zhodnoť, čo ti priniesol tento tematický celok?
7. S akým problémom si sa pri štúdiu tohto tematického celku stretol/stretla?
8. Čo sa ti pri preberaní tohto tematického celku najviac páčilo?
9. Čo sa ti pri preberaní tohto tematického celku nepáčilo?
10. Chcel/a by si vytvárať projekty vo fyzike?
11. Našiel/našla si pri štúdiu tohto tematického celku nepresnosti?
12. Myslíš, že po prebratí tematického celku *Energia v prírode, technike a spoločnosti* sa budeš viac ako predtým zaujímať o porozumenie súvislosti vzťahov fyziky s reálnym svetom okolo nás?

Recenzenti: prof. RNDr. Július Krempaský, DrSc.

prof. RNDr. Juraj Slabecius, CSc.

© PaedDr. Žaneta Gerhátová, PhD., doc. RNDr. Miroslava Ožvolodvá, CSc., 2013

© Pedagogická fakulta Trnavskej univerzity v Trnave, 2013

ISBN 978-80-8082-756-4