

SYSTÉMOVÉ POJETÍ EDUKAČNÍHO PROCESU A MOŽNOSTI MĚŘENÍ JEHO EFEKTIVNOSTI

PaedDr. PhDr. Jiří Dostál

*Pedagogická fakulta Univerzity Palackého v Olomouci
Katedra technické a informační výchovy
dostalj@pdfnw.upol.cz*

Mgr. Pavla Macháčková

*Pedagogická fakulta Univerzity Palackého v Olomouci
Katedra pedagogiky s celoškolskou působností
paja.machackova@seznam.cz*

ÚVOD

Edukační proces je značně širokým pojmem a zahrnuje veškeré činnosti lidí, při nichž dochází k učení a ke změnám v osobnostech edukantů. V procesu edukace lze zaznamenávat změny ve vědomostech, dovednostech či postojích edukantů. Svou roli zde sehrávají i emocionální prožitky.

Změny u edukantů jsou navozovány prostřednictvím informací, které jsou přímo či zprostředkovaně exponovány edukátorem ve směru k edukantovi. Při nahlížení na edukační proces je možné uplatňovat systémový přístup. Ten spočívá v tendenci zachytit a studovat edukaci jako systém, postihnout její prvky, vzájemné vazby a souvislosti. V oblasti edukace se tak setkáváme s označeními jako např. informační systém školy, systém vzdělávání, systém materiálních didaktických prostředků, vzdělávací systém. Ze systémového modelu je rovněž možné vycházet při měření pedagogické efektivity.

EDUKAČNÍ PROCES

Edukačního procesu se člověk v různé intenzitě účastní od narození až do konce života, ať již v roli edukanta či edukátora. Edukační procesy jsou všechny takové činnosti lidí, při nichž dochází k učení na straně nějakého subjektu, jemuž je exponován prostřednictvím jiného subjektu přímo nebo zprostředkovaně určitý druh informace (1, str. 65). Můžeme jimi rozumět např. osvojování mateřského jazyka, školní výuku vč. vysokoškolské, trénink sportovců, učení se hře na hudební nástroj, ale i poučení dítěte prostřednictvím pohádky prarodičem nebo vzdělávání seniorů. Teoretické otázky spojené s procesem učení podrobně řeší např. J. Čáp – J. Mareš (2, s. 473 - 524) nebo M. Nakonečný (3, str. 343 - 412).

Edukační proces je procesem celoživotním a je nutné jej chápat v širších hlediscích. Potřeba celoživotního vzdělávání je ve zvýšené míře pocíťována zejména v poslední době v souvislosti s rychlým rozvojem vědy a techniky.

Zevrubným studiem různorodých edukačních procesů v nich můžeme nalézt společné prvky a vazby, zejména uplatňujeme-li při studiu systémová hlediska.

CHÁPÁNÍ POJMU SYSTÉM

Pro potřeby této práce je nutné jednoznačně vymezit pojem systém (z řec. *systema* = spojení, skupina, skladba, celek). V nejobecnějších rovinách je možné za systém považovat soubor prvků, které nejsou izolované, ale naopak jsou navzájem spojeny vazbami ve strukturu, v určitý uspořádaný celek. J. Solfronk (4, str. 5) analýzou a shrnutím různých charakteristik a definic dochází k následujícímu závěru:

- systém je zpravidla chápán jako určitý celek (objekt), jehož vnitřní prvky (části, složky, subsystemy) jsou spojeny vazbami, které jsou nositeli informací uvnitř systému a vyjadřují vztahy dílčích prvků systému.

Studium edukačního procesu, s akcentem na systémová hlediska, vyžaduje dodržet řadu požadavků. Mezi ty nejdůležitější patří (5, str. 46 - 50):

- (1) požadavek přístupu k systémům v jejich učené celistvosti a jednotě s prostředím,
- (2) orientace na základní, tzv. systémové prvky (subsystemy, elementy, komponenty, složky, části),
- (3) orientace na systémotvorné vnější i vnitřní vztahy systému,
- (4) požadavek orientace na základní vývojové zákonitosti daného celku, na příčiny, faktory a hybné síly jeho změn, na jeho dynamiku, výsledky a vývojové tendence.

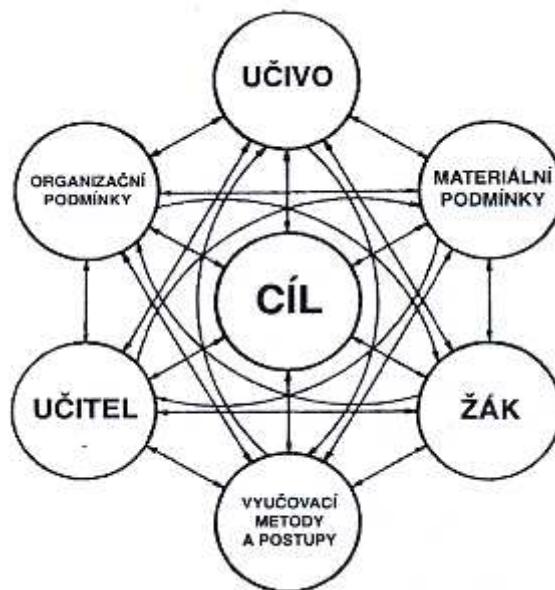
Obecně je známo, že systémy nedosahují rovnováhy trvale. Ne jinak je tomu i v oblasti edukace, což historický vývoj mnohokrát prokázal (např. individuální funkce výchovy x sociální funkce výchovy).

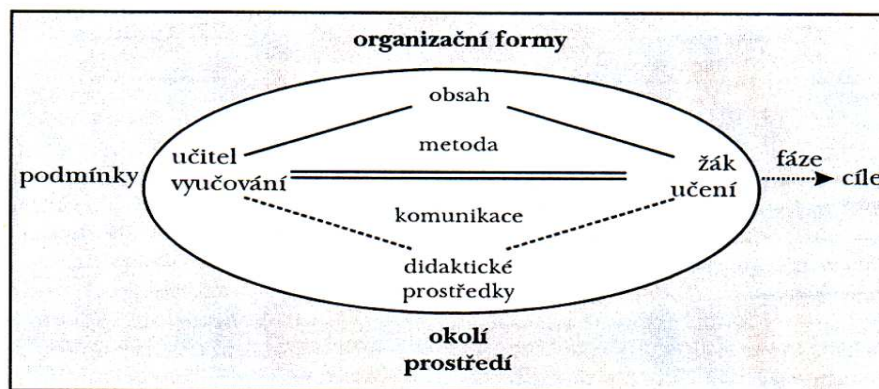
EDUKAČNÍ PROCES JAKO SYSTÉM

Analyzujeme-li edukační proces z hlediska systémového přístupu, je možné identifikovat základní znaky, jimiž se jako systém vyznačuje. Jedná se zejména o *celistvost edukačního systému*, tzn. že jej lze chápat jako relativní celek, který reaguje na vlivy z vnějšku a naopak svému okolí dává informace o svém fungování a vnitřních procesech. Pro edukační systém je charakteristická i *cílová zaměřenost*. Především organizované edukační procesy striktně směřují k dosažení výchovně-vzdělávacích cílů a jejich dosažení je ověřováno zpětnovazebními kanály. Dalším znakem je *existence vazeb mezi prvky systému*. Jednotlivé prvky nevystupují jako navzájem izolované, ale jsou ve vzájemných interakcích. Každý systém, aby správně fungoval a plnil svůj účel, musí být řízen, jinak by nebyla zajištěna jeho správná funkce a efektivnost. Stejně je tomu i u edukačního systému.

Přehledně znázornili model systému edukačního procesu J. Hendrich (6), viz obrázek vpravo a J. Maňák a V. Švec (11, str. 13), viz obrázek dole. Je možné se setkat i s řadou dalších znázornění systému edukačního procesu, domníváme se však, že uvedená zobrazení jsou nekomplexnější a reálný edukační proces vystihují nejpřesněji.

K hlavním prvkům edukačního systému patří zejména *edukátor (edukátoři)* a *edukant(i)*. Mezi těmito subjekty probíhá komunikace prostřednictvím informačního, zpětnovazebního a korekčního kanálu, která může nabývat buď verbální či neverbální povahu. Jako další prvky





je nutné uvažovat obsah a metody edukačního systému. Jen málokdo by si v dnešní době dokázal představit učitele odkázaného jen na sebe samého, bez učebních pomůcek a moderní didaktické techniky. Veškeré tyto prvky jsou vždy

uspořádány v určité organizační formě.

MOŽNOSTI MĚŘENÍ EFEKTIVNOSTI V OBLASTI EDUKACE

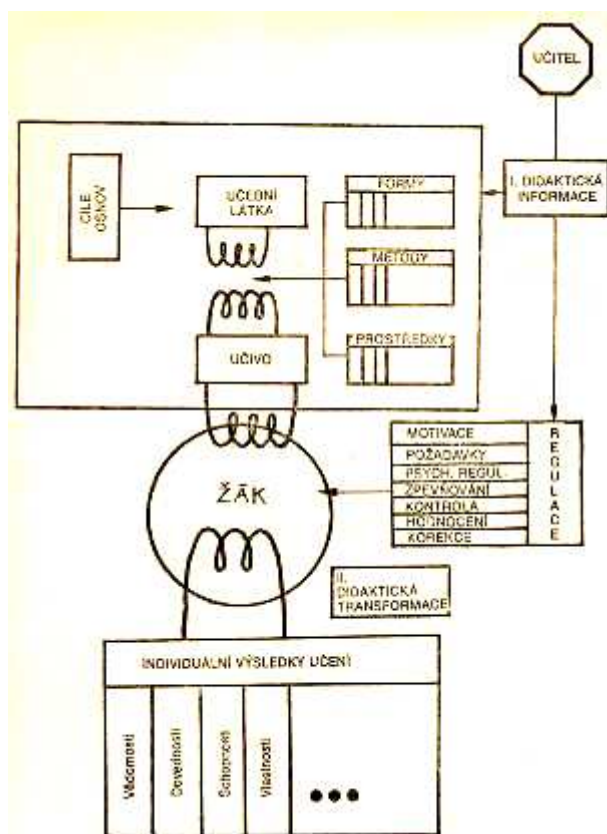
Efektivnost v oblasti edukace v nejobecnějších rovinách představuje pojem nejenom složitý, ale i značně obsáhlý. Po zobecnění definice uváděné K. Frömelem (7, str. 9) lze efektivnost definovat jako úspěšnost v plnění výukových cílů, nebo dle H. Grecmanové a kol. (8, str. 138) ji lze spatřovat v účinném vynakládání sil a prostředků při realizaci cílů výchovy. K jejímu posouzení je nutné uvažovat velké množství ukazatelů, které se mnohdy jen s obtížemi exaktně měří. Kromě termínu efektivnost se setkáváme i s termíny jako je účinnost a efektivita. Přes snahu řady autorů nedošlo k ujednocení terminologie a proto budeme používat ve větší míře užívaný termín efektivnost.

Setkáváme se taktéž s různými dílčími typy efektivností. Výhodou je jejich specifická, z čehož vyplývá i snadnější a objektivnější měřitelnost. V literatuře se tak setkáváme např. s těmito termíny:

- pedagogická efektivnost,
- ekonomická efektivnost,
- efektivnost výuky,
- individuální efektivnost (jednotlivce),
- efektivnost vzdělávací soustavy - vzdělávacích zařízení,
- vzdělávací efektivnost,
- efektivnost vzdělání,
- efektivita výchovného procesu,
- efektivnost škol.

Podle toho, zda se v rámci edukace zaměřujeme na oblast cílů a výsledků výuky či bereme v úvahu ekonomické a finanční prostředky, hovoříme buď o efektivnosti pedagogické nebo ekonomické, viz (8, str. 138). Ekonomickou efektivnost podrobně rozebírají např. J. Žižková a kol. (9) nebo J. Benčo (10).

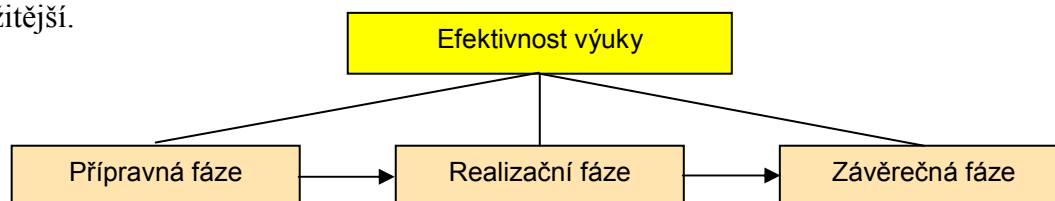
Dále se již zaměříme pouze na efektivnost výuky z pedagogického hlediska, jelikož k jejímu měření lze využít exaktních výzkumných



metod. Systém výuky, včetně zachycení probíhajících transformací, vhodně vystihli Z. Rádl a B. Ohlídková (11, str. 14), viz obrázek na předchozí straně.

Pro měření efektivity je důležité, aby jakýkoliv konkrétní systém výuky fungoval s určitou mírou efektivity. Vnesení jakékoliv změny do tohoto systému má za následek způsobení odchylky v podobě zvýšení či snížení efektivity, v teoretickém případě nemusí ke změně dojít. Změnou může být chápáno užití jiné organizační formy, výukové metody či libovolného materiálního didaktického prostředku.

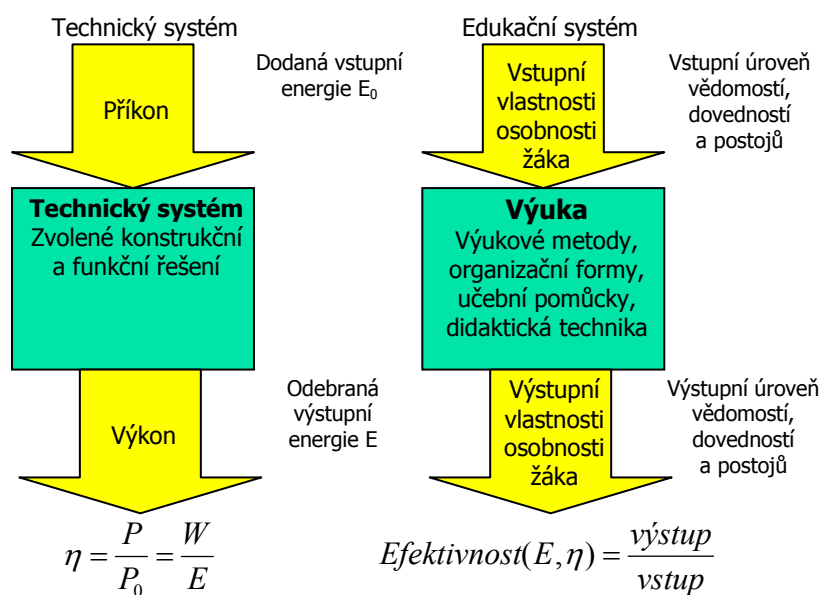
Při jiném úhlu pohledu se celková efektivita výuky odvíjí již od její přípravy, vlastní realizace a závěru. Nelze určit, která z těchto fází je pro výslednou efektivitu výuky důležitější.



Žádná výuka nemůže probíhat efektivně, jestliže není dopředu kvalitně naprojektována. Přípravu na výuku musí provádět jak začínající, tak i zkušení učitelé, i když mohou volit jiné formy a jiný rozsah přípravy. Jen kvalitně připravený projekt je možné úspěšně realizovat ve výuce. Důležitou částí je závěrečná fáze, kdy ve větší míře dochází k prověřování a zhodnocení výsledků výuky.

Při posuzování efektivity edukačních systémů je nutné dle E. Petláka (13, str. 215) uvažovat minimálně následující tři kritéria: čas, energii a výsledky učební činnosti.

S pojmem efektivita se rovněž setkáváme u technických systémů. Jejich společným studiem spolu s edukačními systémy lze nalézt určité analogie, viz obrázek vpravo.



$$\eta = \frac{P}{P_0} = \frac{W}{E}$$

$$Efektivnost(E, \eta) = \frac{výstup}{vstup}$$

Hlavní rozdíl je ovšem ten, že v technických systémech efektivita nikdy nedosahuje více, než-li 100 %. Tato skutečnost je dána platností fyzikálních zákonů v technice. V opačném případě by vzniklo perpetuum mobile.

Odlišná situace je v systémech edukačních. Na edukační proces se nahlíží jako na efektivní tehdy, když efektivita přesahuje 100 %, tj. je vytvářena přidaná hodnota představovaná rozvojem vědomostí, dovedností a postojů. Jen stěží bychom mohli označit edukační proces za efektivní, kdyby z něj žák vystupoval se stejným kvantem a kvalitou vědomostí, dovedností a postojů. Výpočet přidané hodnoty (P) lze provést podle následujícího vztahu:

$$P = výstup - vstup$$

Někdy se hovoří v podobné souvislosti i o přírůstku vzdělání – w. V praxi lze přírůstek vzdělání měřit podílem počtu chyb v pretestě (u_0) a posttestě (u_d), viz E. Poláková a A. Štefančíková (14, str. 129):

$$w = \frac{u_0}{u_d}$$

V podstatě jsou známy tři možnosti jak exaktně měřit efektivnost výuky. V první řadě lze posuzovat to, co si student měl osvojit a co si skutečně osvojil. Při tomto posuzování postačuje provedení jen jednoho měření. Nejvhodněji k tomu poslouží didaktický test. Výpočet je možné provést podle vztahu, který uvádějí autorky v publikaci (14, str. 130):

$$E_{\text{indiv}} = \frac{V_{\text{post}}}{V_{\text{max}}} \cdot 100 \quad (\text{pro jednotlivce}),$$
$$E_{\text{skup}} = \frac{\sum^N \left(\frac{V_{\text{post}}}{V_{\text{max}}} \cdot 100 \right)}{N} \quad (\text{pro skupinu}).$$

V_{post} je výsledek, který byl naměřen testem po proběhnutí výuky, V_{max} je nejvyšší možný dosažitelný výsledek. Nevýhodou tohoto měření ovšem je, že není rozlišováno to, co edukant věděl ještě před sledovaným edukačním procesem, od toho, co se skutečně ve výuce naučil. K odstranění tohoto nedostatku je možné použít vztah:

$$E_{\text{indiv}} = \frac{V_{\text{post}} - V_{\text{pre}}}{V_{\text{max}}} \cdot 100 \quad (\text{pro jednotlivce}),$$
$$E_{\text{skup}} = \frac{\sum_n^N \frac{V_{\text{post}} - V_{\text{pre}}}{V_{\text{max}}} \cdot 100}{N} \quad (\text{pro skupinu}).$$

Nevýhodou uvedeného postupu je ovšem nutnost provést měření pomocí dvou testů. To lze odstranit užitím statistických metod, např. jednofaktorové analýzy rozptylu. Postup je zřejmý z následujícího konkrétního příkladu realizovaného přímo v praxi.

PŘÍKLAD MĚŘENÍ EFEKTIVNOSTI VÝUKY V PRAXI

Pro demonstraci možného způsobu měření efektivnosti výuky byl vybrán příklad výuky elektrotechniky v rámci technické výchovy s využitím elektrotechnických stavebnic a bez nich. Elektrotechnické stavebnice nejsou z řady důvodů využívány na všech základních školách, čehož bylo možné vhodně využít pro zjištění efektivnosti výuky. Při jejím zjišťování se vycházelo z následujícího předpokladu. V případě, že by elektrotechnické stavebnice měly jakýkoliv vliv na výuku, projevila by se tato skutečnost ve výsledcích výuky. Byla tudíž formulována následující pracovní hypotéza: ***Využívání elektrotechnických stavebnic má pozitivní vliv na efektivnost výuky.***

Výzkumný vzorek tvořilo 21 škol (celkem 212 žáků osmých a devátých tříd ZŠ). Výběr byl prováděn do tří skupin po sedmi. Soubor škol, které elektrotechnické stavebnice ve výuce využívaly, byl rozdělen dle využívaného typu elektrotechnických stavebnic. První skupinu (A) tvořily školy, kde byly využívány stavebnice *MEZ elektronik*. Druhá skupina (B) byla tvořena školami, které využívaly stavebnice *Technické práce a základy techniky pro 8. ročník ZŠ*. Složení výzkumného vzorku tak umožňovalo zkoumat efektivnost výuky i mezi školami využívajícími 2 nejpoužívanější typy elektrotechnických stavebnic navzájem. Třetí skupinu (C) tvořily základní školy, na nichž výuka elektrotechniky probíhala, ale elektrotechnické stavebnice nebyly využívány.

Měření výsledků výuky probíhalo pomocí didaktického testu v červnu 2005, protože v této době již bylo probráno veškeré učivo, ke kterému se didaktický test vázal.

Důležité výsledky tohoto měření, které jsou potřebné pro další výpočty, jsou uvedeny ve vedlejší tabulce.

Skupina	Počet žáků	Celkový počet bodů	\bar{x}^2	$\bar{\sigma}$
A	73	373	2019	5,1095
B	68	343	1829	5,0441
C	71	273	1137	3,845

K tomu, abychom mohli jednoznačně určit zda se výsledky žáků v didaktickém testu mezi jednotlivými skupinami liší či nikoliv, bylo užito *jednofaktorové analýzy rozptylu*. Byly formulovány následující hypotézy - H_0 : *Mezi rozptylem mezi skupinami a rozptylem uvnitř skupin není rozdíl*; H_A : *Rozptyl mezi skupinami je větší než rozptyl uvnitř skupin*.

Rozptyl mezi skupinami je určen ze tří skupinových průměrů, má proto pouze 2 s.v. Rozptyl uvnitř skupin je určen ze tří skupin a má tedy 206 s.v. Celkový rozptyl má tudíž 208 s.v. Dalším krokem je rozhodnutí, zda rozptyl mezi skupinami je významně větší, než-li rozptyl uvnitř skupin. Využijeme *F-testu*, kdy vypočítáme testové kritérium a tuto hodnotu srovnáme s kritickou.

Zdroj rozptylu	Součet čtverců	Stupně volnosti	Rozptyl	F
Mezi skupinami	71,93499	2	35,96749	25,117
Uvnitř skupin	299,2867	206	1,452848	
Celkem	371,2217	208		

Kritická hodnota F pro hladinu významnosti 0,05 ($f_1 = 2$ a $f_2 = 206$ s.v.) činí 2,996. Protože vypočítaná hodnota překračuje hodnotu kritickou, zamítáme nulovou hypotézu H_0 a přijímáme hypotézu alternativní, rozptyl mezi skupinami je skutečně větší, než-li rozptyl uvnitř skupin. Potvrdilo se tedy, že mezi výsledky žáků v jednotlivých testovaných skupinách jsou statisticky významné rozdíly.

Jelikož je testovaných skupin více než-li dvě, nevíme, zda jsou rozdíly významné mezi všemi skupinami. Proto využijeme *Duncanova testu* a formulujeme následující pracovní hypotézy - H_0 : *Mezi všemi testovanými skupinami nejsou signifikantní rozdíly*; H_A : *Mezi všemi testovanými skupinami jsou signifikantní rozdíly*.

Pro výpočet je nutné určit hodnotu R_α . Pomocí statistických tabulek pro hladinu významnosti 0,05 a z rozptylu uvnitř skupin (reziduálního) určíme směrodatnou odchylku s .

p	2	3
R_α	2,772	2,918
sR_α	3,33	3,51

Hodnoty sR_α nyní srovnáme s vypočítanými hodnotami, viz postup uvedený v práci (15).

	p	Posouzení významnosti
A - C	3	10,72876 > 3,51
B - C	2	9,993728 > 3,33
A - B	2	0,54938 < 3,33

Ve dvou případech se potvrdila statisticky významná rozdílnost mezi průměry skupin A - C a B - C. Ve třetím případě se rozdílnost nepotvrdila. Musíme proto odmítnout

alternativní hypotézu a přijmout hypotézu nulovou, mezi všemi testovanými skupinami nejsou signifikantní rozdíly.

Podařilo se prokázat, že skupiny, kde jsou elektrotechnické stavebnice využívány, dosahují lepších výsledků, než-li skupina, která elektrotechnické stavebnice nevyužívá.

Jedním z předpokladů použitelnosti analýzy rozptylu je, že ve všech skupinách je přibližně stejně velký rozptyl. Pro ověření bylo užito *Bartlettova testu* homogenity rozptylů. Pro potřeby testování formulujeme následující pracovní hypotézy - H_0 : *Testové kritérium B má přibližně chí-kvadrát rozdělení*; H_A : *Testové kritérium B nemá přibližně chí-kvadrát rozdělení*. Z tabulek kritických hodnot chí-kvadrát zjišťujeme, že test na hladině významnosti 0,05 by měl zamítnout nulovou hypotézu H_0 jako nesprávnou, jestliže hodnota testového kritéria překročí hranici 5,991, což se nestalo. Vypočítaný výsledek testu je nesignifikantní.

Vzhledem k výsledkům testů přijímáme nulovou hypotézu: *testové kritérium B má přibližně chí-kvadrát rozdělení o (k - 1) stupních volnosti*. Analýza rozptylu byla provedena oprávněně.

Provedeným výzkumem se podařilo prokázat, že využívání elektrotechnických stavebnic má pozitivní vliv na efektivnost výuky. Rozdíly ve využívání různých typů

elektrotechnických stavebnic se prokázat nepodařilo. K výpočtům bylo využito systému STATISTICA 6.0.

ZÁVĚR

Edukační proces představuje složitý otevřený systém, na který působí i vlivy vnějšího prostředí. Tento systém může fungovat s různou efektivností. Jednou z možností jak ji měřit, je využití didaktických testů ve spojení se statistickými výzkumnými metodami. Posuzujeme-li uvedený příklad v kontextu s hlavními kritérii efektivnosti, je možné uvést: 1. čas (ve všech případech stejný), 2. energie (s elektrotechnickými stavebnicemi je nižší – učitel nemusí vynakládat tolik energie na prostý výklad učiva a žák nemusí vydávat ztrátovou energii na udržení pozornosti, překonání nudy atp.), 3. výsledky učební činnosti (s elektrotechnickými stavebnicemi jsou prokazatelně lepší).

Uvedenou problematikou je nutné se zabývat, jelikož efektivní vzdělávání napomáhá ekonomickému růstu, a naopak jen vyspělé hospodářství může zajistit vhodné podmínky pro rozvoj a dostupnost vzdělávání.

POUŽITÁ LITERATURA :

- [1] PRŮCHA, J. *Moderní pedagogika*. 2. vyd. Praha: Portál, 2002. 488 s. ISBN 80-7178-631-4.
- [2] ČÁP, J. – MAREŠ, J. *Psychologie pro učitele*. 1. vyd. Praha: Portál, 2001. 656 s. ISBN 80-7178-463-X.
- [3] NAKONEČNÝ, M. *Základy psychologie*. 1. vyd. Praha: Academia, 2002. 590 s. ISBN 80-200-0689-3.
- [4] SOLFRONK, J. *Organizační formy vyučování*. 1. vyd. Praha : PdF UK, 1994. 67 s. ISBN 80-7066-334-0.
- [5] BLÍŽKOVSKÝ, B. *Systémová pedagogika. (Celistvé a otevřené pojetí vzdělávání a výchovy)*. 2. vyd. Ostrava: Amonium servis, 1997. 315 s. ISBN 80-85498-23-5.
- [6] HENDRICH J. a kol. *Didaktika cizích jazyků*. 1. vyd. Praha: SPN, 1988.
- [7] FRÖMEL, K. *Efektivita výchovně vzdělávacího procesu v tělesné výchově*. 1. vyd. Olomouc: UP, 1987. 50 s.
- [8] GRECMANOVÁ H. a kol. *Obecná pedagogika I*. 1. vyd. Olomouc: Hanex, r. vyd. neuveden. 231 s. ISBN 80-85783-20-7.
- [9] ŽIŽKOVÁ, J. – JELÍNKOVÁ, T. – VOLF, J. *Ekonomika nevýrobní sféry – sociálně ekonomické aspekty vzdělávání a školství*. 1. vyd. Praha: VŠE, 1989. 128 s. ISBN 80-03-00028-9.
- [10] BENČO, J. *Ekonomía vzdelávania*. 1. vyd. Bratislava: Iris, 2002. 185 s. ISBN 80-89018-41-6.
- [11] RÁDL, Z. – OHLÍDKOVÁ, B. Systémový pohled na učebnici. In KOUBA, L. a kol. *Výzkum tvorby a využití materiálních didaktických prostředků pro školy základní a střední 2*. 1. vyd. Praha: SPN, 1986. s. 11 – 80.
- [12] MAŇÁK, J. – ŠVEC, V. *Výukové metody*. 1. vyd. Brno: Paido, 2003. 219 s. ISBN 80-7315-039-5.
- [13] PETLÁK, E. *Všeobecná didaktika*. 2. vyd. Bratislava: IRIS, 2004. 311 s. ISBN 80-89018-64-5.
- [14] POLÁKOVÁ, E. – ŠTEFANČIKOVÁ, A. Meranie efektivnosti dištančného štúdia. In *Technika – informatyka, edukacja*. Rzeszów: Uniw. Rzeszowski, 2005. s. 126 – 133. ISBN 83-88845-55-1.
- [15] CHRÁSKA, M. *Úvod do výzkumu v pedagogice*. 1. vyd. Olomouc: PdF UP, 2003. ISBN 80-244-0765-5.
- [16] LINDQUIST, E. F. *Statistická analýza v pedagogickém výzkumu*. 1. vyd. Praha: SPN, 1967.
- [17] SHAVELSON, R. J. – TOWNE L. aj. *Scientific Research in Education*. Vyd. neuvedeno. Washington: National Research Council, 2004. 204 s. ISBN 0-309-08291-9.