Kovács Zoltán

Fizikai ismeretek és a fizika tananyag nehézségi foka – minőségi vizsgálat

A fizikát oktató tanárok számára sokszor gondot jelent a homomorf felmérők, tételváltozatok összeállítása úgy, hogy azonos nehézségi fokot képviseljenek. Az iskolai tantárgyak sorában a fizika a matematikával, a kémiával és a biológiával együtt az ún. kemény tárgyak sorába tartozik. Ezért a fizika tanulása a tanulóknak az iskolában nagyobb nehézséget jelent a többi tantárgy tanulásához képest. Ahhoz, hogy a fokozatosságot meg lehessen valósítani az oktatás során, ismerni kell a fizikai ismeretek nehézségi fokát. Jelen írás felmérés alapján igyekszik rangsorolni néhány fizikai ismeret (tény, feladat, fogalom, jelenség stb.) nehézségi fokát a teljesség igénye nélkül, abból a célból, hogy segítse a fizikatanárokat, tanár szakos egyetemi hallgatókat, tantervkészítőket a fizikai ismeretek megfelelő rendszerezésében, a feldolgozásmód megválasztásában. Az egyes ismerettípusokhoz empirikus úton egy-egy mérőszámot rendeltünk. A százalékban megadott mérőszámok azt mutatják, hogy az illető ismeretet hány százalékban teljesítették.

A szakirodalomból ismert, hogy a különböző ábrázolásmódoknak (1. sz. táblázat) hogyan növekszik a komplexitása (Leisen, 1999):

1. táblázat: Az ábrázolásmódok komplexitása

Komplexitás növekedése →	*Matematikai ábrázolás*	képletek (matematikai, kémiai)		
	Szimbolikus ábrázolás	fogalmi struktúra	folyamatábra	grafikon, táblázat
	Verbális ábrázolás	beszéd, írott szöveg	strukturált szöveg	mind-map
	Képi ábrázolás	állókép, mozgókép	térkép	rajz, piktogram
	Tárgyi ábrázolás	tárgyak	eszközök (makett)	viszonyok

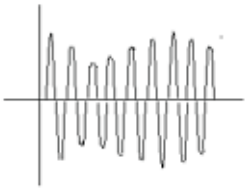
Ezek ismeretében egy magasabb komplexitású ismeretet mindig egy alacsonyabb komplexitásúval érdemes magyaráznunk.

A fizikai ismeretek nehézségi fokának vizsgálata

A vizsgálatot egy 11. osztály ismeretfelmérője alapján végeztük el az elektromágneses rezgések és hullámok témakörben. A felmérő 27 kérdése közül 25 feleletválasztós

(háromból egy helyes válasz), kettő pedig asszociációs (5–5) volt. A 40 válaszlap eredményeiből statisztikai módszerrel rangsoroltuk a fizikai ismereteket, illetve jellemeztük azokat. Alább ezeket az ismereteket a nehézségi fokuk növekedése szerint soroljuk fel.

A vizsgált fizikai fogalmak felsorolása



1. *A szabályok* – teljesítménymutatója: 86%

– Melyik ábra mutatja az amplitúdómodulációt? (zárójelben és/vagy rajzban mellékelve a helyes megoldás)

A tanulóknak nem nehéz felismerni, hogy a sűrűn változó (RF) jel amplitúdója „lassabban" változó (HF) jel szerint módosult.

2. *A lexikális tudás* – teljesítménymutatója: 83% (emlékezetből problémamentesen felidézhető)

– Miből áll egy rezgőkör? (kondenzátorból és tekercsből)

– Melyikben találhatók létező antennatípusok? (adóantenna, vevőantenna)

– Melyik a vevőantenna jele? (mellékelve)

3. *Egyszerű képletek* (könnyen felidézhetők) – teljesítménymutatója: 71%

– Melyik a rezgőkörben létrejövő elektromos rezgések periódusa? ($T = 2\pi\sqrt{LC}$)

– Hogyan számítható ki az elektromágneses hullámok sebessége légüres térben? ($c = 1/\sqrt{\varepsilon_o \mu_o}$)

4. *Egyszerű meghatározás* – teljesítménymutatója: 68%

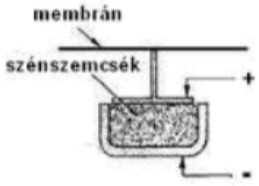
– Melyik az elektromágneses hullámok meghatározása? (Az egymást kölcsönösen kiváltó elektromos és mágneses terek terjedési formája.)

– Mi az antenna? (egy nyílt rezgőkör.)

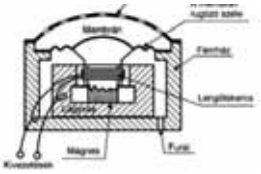
5. *Működés bemutatása egyszerű kijelentéssel* – teljesítménymutatója: 68%

– Hogy keletkeznek az elektromágneses hullámok? (nyílt rezgőkörben)

– Mikor sugároz egy antenna? (nagyfrekvenciás áramrezgésekkel)

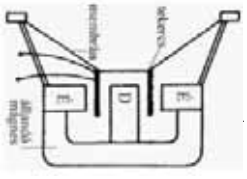


– Milyen elven működik a képen látható Edison-féle szénmikrofon? (A hangnyomás összenyomja a fémpohárban található szénszemcséket, amelyeknek így csökken az ellenállása, és ezért az áramkörben megnövekedik az áram erőssége.)



– Milyen elven működik a képen látható elektrodinamikus mikrofon? (A hanghullám nyomást gyakorol egy membránra, amelyhez hozzá van erősítve egy mágnes közelében elmozduló tekercs. A tekercsben indukált áram jelenik meg, amelynek erőssége a hangrezgéseket követi.)

– Milyen elven működik a képen látható elektromágneses hangszóró? (A membránhoz kapcsolódik egy tekercs,

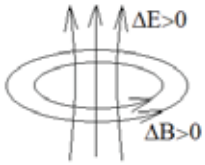


amelyet HF-ás áram jár át. A tekercs a fazék alakú állandó mágnes pólusai között az elektromágneses erő hatására rezgésbe jön.)

6. *Működés bemutatása egyszerű leírással* – teljesítménymutatója: 63%

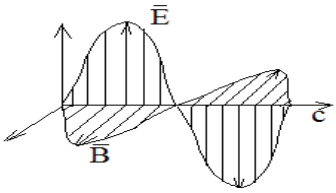
– Milyen rezgések mennek végbe egy magára hagyott rezgőkörben? (csillapított rezgések)

– Milyen elven működik a rádióadó? (A HF rezgések szerint modulált RF rezgéseket az antenna modulált elektromágneses hullámok formájában kisugározza.)



7. *Több tényezős szabály* – teljesítménymutatója: 60%

– Melyik eset írja le helyesen az elektromos és mágneses terek változását? (Növekvő **E** esetén a helyes irányok megtalálásához segít, ha az árammal átjárt egyenes vezető mágneses terét tekintjük.)



– Melyik térbeli ábra szemlélteti helyesen az elektromágneses hullámok terjedését? (Segít, ha tudjuk értelmezni az **E** = **B** x **c** vektorszorzatot.)

8. *Bonyolult képlet* – teljesítménymutatója: 51%

– Melyik a rezgőkör össz-elektromágneses energiája? ($q^2/2C + Li^2/2$)

– Milyen összefüggés áll fenn az elektromágneses hullámok elektromos és mágneses összetevői között? (**E** = **B** x **c**)

9. *Bonyolult meghatározás* – teljesítménymutatója: 51%

– Mit nevezünk modulációnak? (A RF-ás rezgések amplitúdójának, frekvenciájának vagy fázisának a hangfrekvenciájú rezgések szerinti megváltoztatása.)

– Mit jelent a detektálás? (RF rezgések demodulálása.)

10. *Gyakorlat, feladat* – 42% (Több egyenletet meg adatot kell ismerni a megoldásukhoz.)

– Mekkora hullámhossza van a 910 MHz-es frekvencián sugárzó rádióadó elektromágneses hullámának? (Az eredményt, a 0,33m-t úgy lehet kiszámítani, ha ismerjük a következő képleteket: $v = d/t$, $v = \lambda/T$, $1/T = \nu$, $c = \lambda \cdot \nu$ és $\lambda = c/\nu$, illetve $c = 3 \cdot 10^8$m/s)

11. *Adat* – 38% (Nem mindig könnyű észben tartani az adatokat, ha azok nem köthetők valamihez.)

– Melyik az elektromágneses hullámok légüres térbeli terjedési sebessége? (c = 300 000 km/s)

– Melyik frekvencia tartozik a RF-ás elektromágneses hullámok tartományához? (1000kHz)

12. *Működés bemutatása bonyolult leírással* – teljesítménymutatója: 28%

– Milyen elven működik a rádióvevő? (A HF rezgések szerint modulált elektromágneses hullámok a vevőantennában modulált RF rezgéseket indukálnak, amit a detektor demodulál ahhoz, hogy a hangszóró visszaadhassa a HF rezgéseket.)

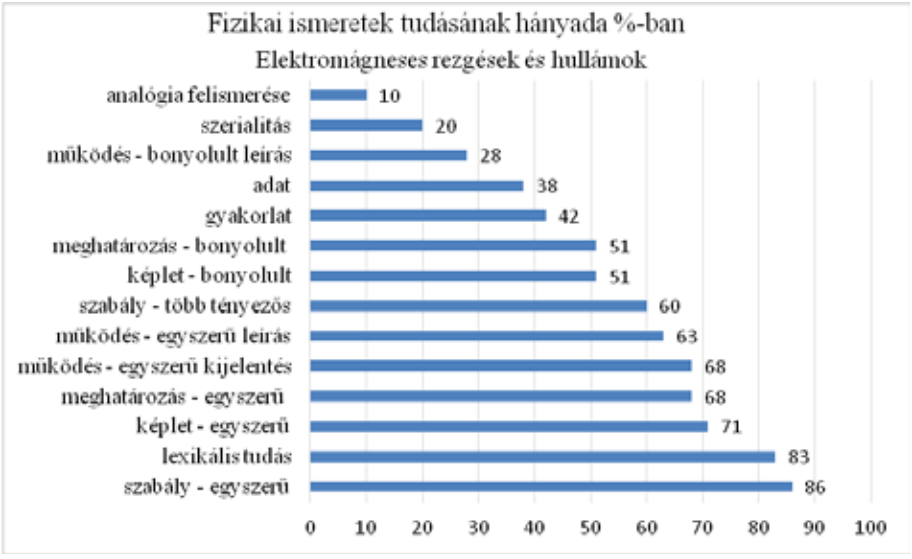
13. *Szerialitás* – teljesítménymutatója: 20% (Amikor sorrendiséget kell bemutatni, a nehézség rendszerint abban áll, hogy a sor minden tagjának jellemzőit ismerni kell.)

– Számozzuk meg az elektromágneses spektrum összetevőit növekvő hullámhossz szerint!
1. Hertz-féle hullámok
2. Infravörös hullámok
3. Látható fény
4. Röntgensugarak
5. Gammasugarak

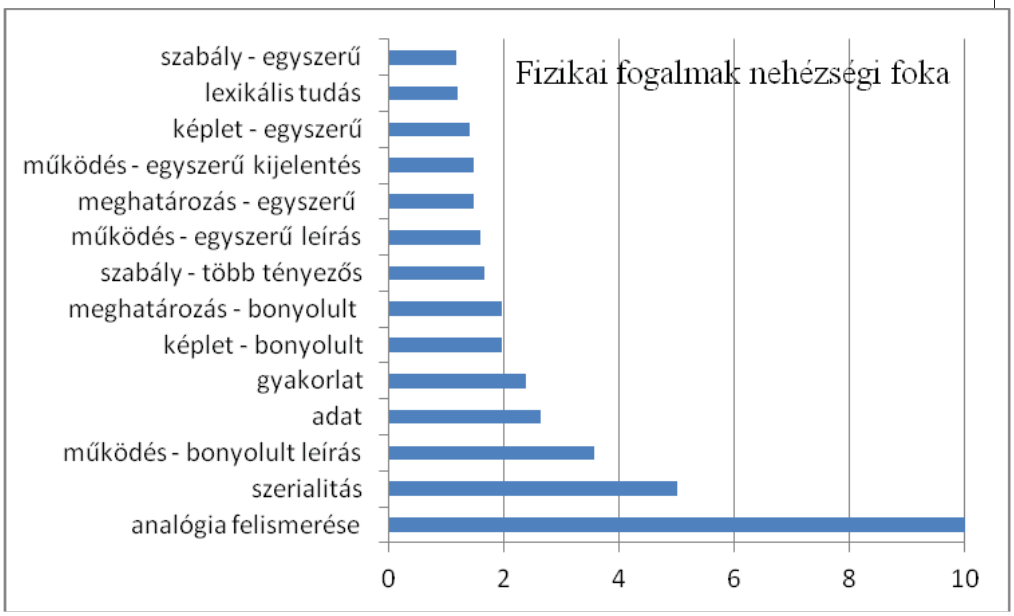
14. *Analógiák felismerése és azonosítása* – teljesítménymutatója: 10%
– Társítsuk egymással a mechanikai oszcillátor és a rezgőkör analóg mennyiségeit!
Tömeg (m) → L;
Rugalmassági állandó (k) → 1/C
Kitérés (y) → q
Sebesség (v) → i = dq/dt
Gyorsulás (a) → di/dt
(Ahhoz, hogy a mechanikai oszcillátor és az elektromágneses oszcillátor összenegiájának alapján össze lehessen kapcsolni az analóg mennyiségeket, ismerni kell a két oszcillátor energiáinak a képletét. Nevezetesen a $ky^2/2 + mv^2/2$ és $q^2/2C + Li^2/2$ összefüggéseket. Továbbá a v = dy/dt és i = dq/dt, illetve az a = dv/dt összefüggést is.)

Az eredmények bemutatása

Az alábbi grafikon (1. sz. ábra) az alkalmazott felmérő kérdéstípusainak várható teljesítménymutatóit százalékosan sorolja fel csökkenő sorrendben, a nehézségi fokuknak megfelelően. Az ismeretek melletti számok a felmérő kérdéseinek sikeres megválaszolási arányát mutatják, amit az illető ismerettípus sikeres megválaszolhatóságának is tekinthetünk. A számok reciprokai az ismeret nehézségi fokát jelezhetik (2. sz. ábra).



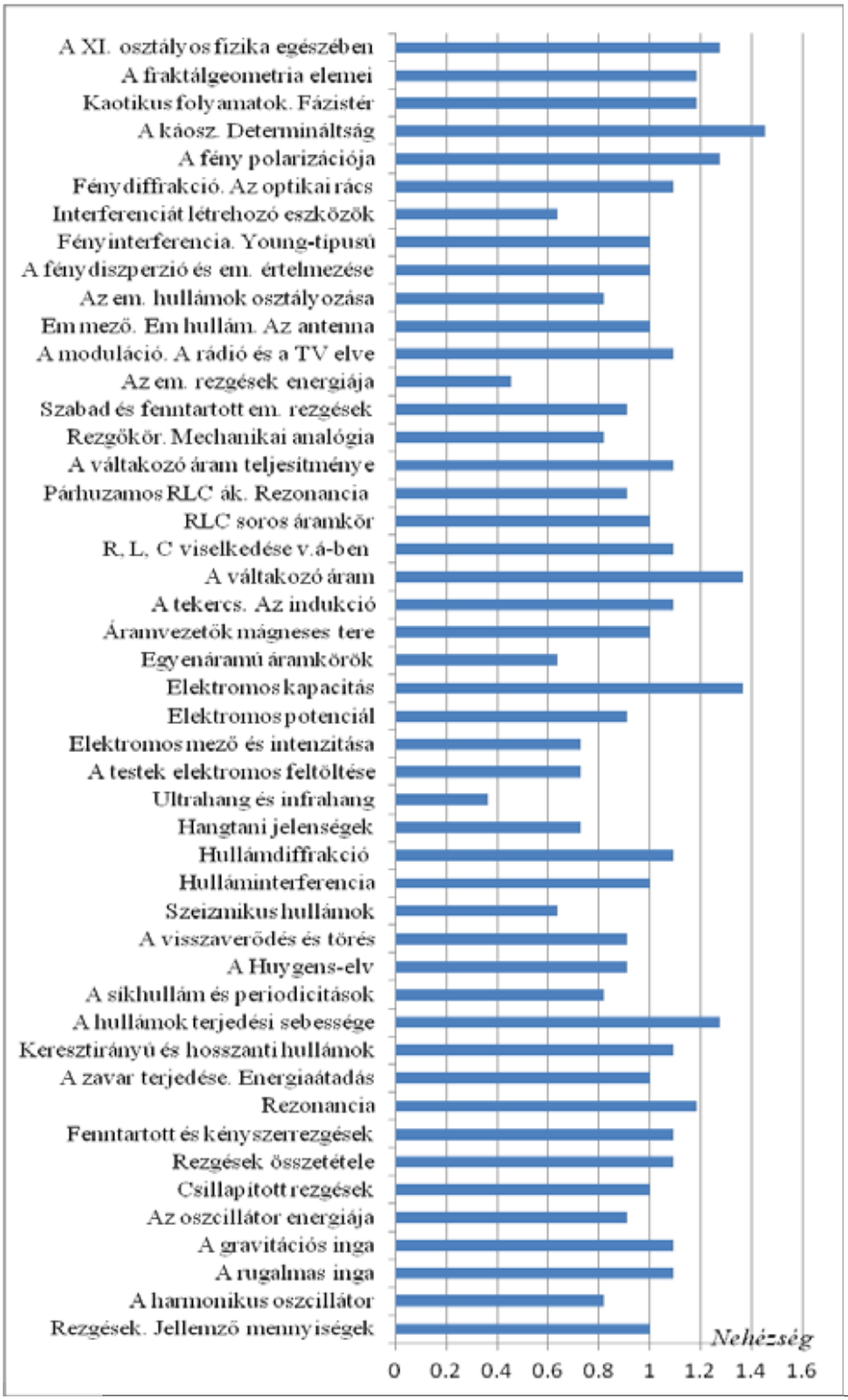
1. ábra. Az *elektromágneses rezgések és hullámok* című fejezet fizikaismereteinek tudása



2. ábra. Az *elektromágneses rezgések és hullámok* című fejezet fizikaismereteinek nehézségi foka

A 11. osztályos fizika tananyag nehézségi fokának felmérése

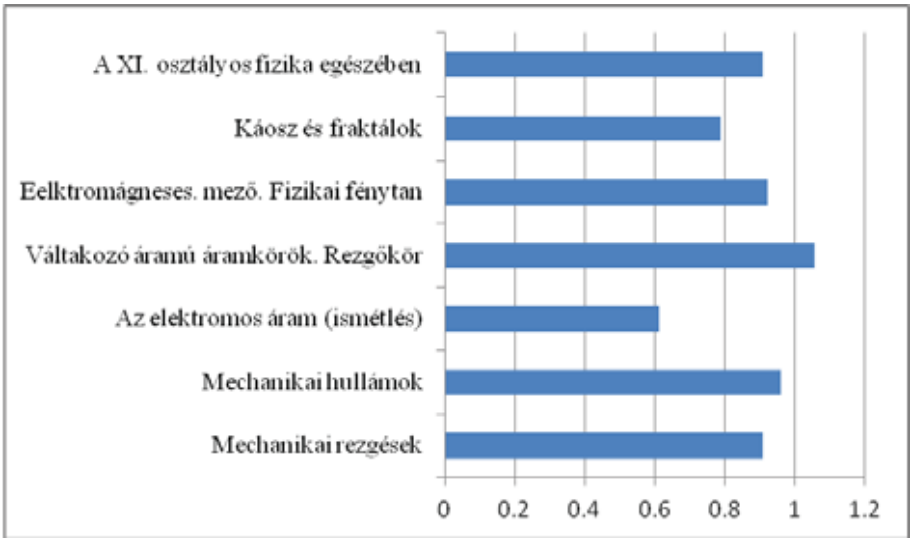
Kérdőívvel felmértük bevallás alapján az egész 11. osztályos fizika tananyag nehézségi fokát. A skála a következő értékeket foglalta magában: nagyon könnyű 0 pont, viszonylag könnyű 1 pont, a viszonylag nehéz 2 pont és a nagyon nehéz 3 pont. Az egyes témákhoz a következő értékeléseket kaptuk:



3. ábra. A 11. osztályos fizikatananyag nehézségi foka

A 3. sz. ábrán könnyen megtanulható leckék a testek elektromos feltöltése, az elektromágneses rezgések energiája (mivel analóg módon is értelmezhető), valamint az akusztika, amit egy hangmérnökhallgató, Péter Zsolt gazdagon illusztrált, remek előadásával gazdagítottuk. Összességében tekintve az egész 11. osztályos fizika tananyagot, a nehézségét eléggé magasnak értékelték.

Azt is kiszámítottuk, hogy az egyes fejezeteknek mekkora az átlagos nehézsége. A következő értékek adódtak (4. sz. ábra):



4. ábra. A 11. osztályos fizika fejezeteinek nehézségi foka

A kérdőívben volt egy olyan opció is, amely azt tartalmazta, hogy *Nem nagyon emlékszem az anyagra*. A válaszok aránya az összes válaszhoz viszonyítva 25,5%, ami azt jelenti, hogy az év végén a tanulók a tananyag egy negyedére már nem emlékeztek. Vajon mennyire fognak még emlékezni egy év múlva az érettségi vizsga előtt?

3. A fizikatanár munkájával kapcsolatos vélemények

Végül azt is megkérdeztük, hogy mi a véleményük a fizika tanításával kapcsolatban, illetve azt, hogy mennyire érdekli a tanulókat a fizika. A kérdőívben a következő válaszlehetőségek voltak megadva: *A XI. osztályos fizika tananyagot a tanár a) érthetően, b) érdekesen, c) túl magas szinten magyarázta. d) Másképpen kellene tanítani a fizikát. e) Engem nem nagyon érdekel a fizika*. Az alábbi eredmények születtek (5. sz. ábra):

5. ábra. A 11. osztályos fizika tanításának értékelése és anyaga iránti érdeklődés

Következtetések

A fenti százalékok segíthetnek két csoport részére homomorf felmérők készítésében úgy, hogy a felmérő itemeinek a típusaihoz hozzárendelt várható teljesítménymutatóinak az összege azonos legyen. Ugyancsak kiszámíthatók a teljesítménymutatók elő- és utófelmérőkhöz.

A grafikonokból kiderül (4. sz. ábra), hogy a 11. osztályos fizika tananyag nem könnyű. Nem csak hogy terjedelmes, hanem nem marad kellő idő az ismétlésre, feladatok megoldására. A *kevesebb – több lett volna* elve itt mindenképp érvényes. Érthető, hogy az *elektromos áram és áramkörök* ismétlő fejezete könnyebb volt, és ugyancsak az utolsó időben tanult anyagra, a *káosz és fraktálok* témára jobban emlékeztek.

Ami a tanár munkájával kapcsolatos értékelést illeti (5. sz. ábra), a vélemények megoszlanak, inkább a konform válaszra törekedtek. Annak ellenére, hogy tudják, a tanár nem bosszúálló. Meggondolkoztató az az igény is, hogy másképpen kellene tanítani a fizikát. Az utolsó két fejezetet a pandémia időszakában online módban tanítottuk, annak a következtetéseit még meg kell fogalmaznunk. További kutatások esetén mindenképpen javasolt a felmérőnél nagyobb számú adatközlőt felhasználni.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tarozunk Sándor Bulcsúnak, a BBTE oktatójának, valamit Péter Zsolt hangmérnök szakos egyetemi hallgatónak az osztály számára nyújtott érdekes előadásaikért.

Ugyancsak köszönjük a kolozsvári református kollégium 11. C osztályos diákjainak a felméréshez nyújtott segítségüket.

Irodalom

Koch F.- Heinrich L. (1978): *Hogyan oldjuk meg a fizika feladatokat?* E. D. P. Bukarest.

Kovács Zoltán (2007): *A fizika és a kémia tanítása*. Kolozsvári Egyetemi Kiadó, Kolozsvár.

Leisen, J. (Hrsg.1999): *Methoden-Handbuch Deutschsprachiger Fachunterricht* (DFU) Varus-Verlag.

Zátonyi Sándor (2001): *Képességfejlesztő fizikatanítás*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.