

# A magfizika tanításának hatékonysága

Zöld Andrea

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Természettudományi Kar  
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A.

*A fizikán belül talán a magfizika az egyetlen témakör, amely komoly és valós érzelmeket vált ki az emberekből. Sokan már a radioaktivitás szó hallatán is megijednek, szintén sokan vannak azok, akik a nukleáris energiatermelést hisztérikusan elutasítják. Ennek ellensúlyozását kellene, hogy képezze a középiskolás fizikaoktatás. Kutatásomban éppen arra keresem a választ, hogy ez valóban így van-e? Középiskolás diákok magfizika tudását és atomenergiához kapcsolódó érzelmeiket, gondolataikat elemeztem kérdőíves vizsgálat módszerével. A kérdőívet közel 300 középiskolás diák töltötte ki, akik már befejezték fizika tanulmányaikat, vagyis a kérdőívben szereplő összes fogalmat a tantervek szerint ismerniük kellett. Az elemzés során segítségemre voltak korábbi felmérések, így ezekkel összehasonlítást végeztem.*

## Célkitűzés

A radioaktivitás körülvesz bennünket, már a Homo sapiens is érte a maival megegyező mértékű természetes háttérsugárzás. Napjainkban azonban a természetes háttérsugárzáson kívül más sugárzással is találkozunk, illetőleg felhasználjuk az egyes anyagok radioaktív tulajdonságát. Így a radioaktivitás alkalmazásának fontos szerep jut a gyógyászatban, az ipar több területén és nem utolsósorban a villamos energia előállításában. Sajnálatos, hogy a radioaktivitást, az atomenergiát már a pusztító oldaláról is megismertük, gondolva itt Hirosimára és Nagaszakira, Csernobilra és a természeti tevékenység okozta japán atomerőmű- katasztrófára.

A radioaktivitás és az atomenergia megértéséhez a középiskolai fizika tananyag, azon belül a modern fizika, magfizika ad alapokat.

Cikkemben a modern fizika tanítás hatékonyságának vizsgálatával foglalkozom. Vizsgálati módszeremnek a kérdőíves felmérést választottam, fő tárgyának pedig a radioaktivitással kapcsolatos ismeretek köznapinak használatát és az atomenergia megítélését.

## Korábbi felmérések a diákok nukleáris ismereteiről

A kérdőíves vizsgálathoz használt kérdőívem nagy része már több kutatási sorozathoz is használt kérdésekből tevődik össze. A kutatást Dr. Radnóti Katalin kezdte 1987<sup>[i]</sup>, 1993<sup>[ii]</sup>, 2007<sup>[iii]</sup> évi felmérésekkel. A vizsgálat sorozat utolsó állomására 2011-ben<sup>[iv]</sup> került sor, amelyre Horváth András egyetemi hallgató egy 13+1 kérdéssorból álló totószerű kérdőívet készített. Az általa készített kérdéssort használtam fel a vizsgálatomban (1-8, 10, 11, 14-es, valamint egy elmaradt vizsgálathoz készített 9, 12, 13-as kérdések), kiegészítve négy saját kérdéssel (15-18-as kérdések).

Felmerülhet a kérdés, hogy egy év elteltével miért gondoltam úgy, hogy újabb kutatást szervezek ebben a témában. Az ok abban áll, hogy Horváth András a kérdőívet háromféle

helyszínen töltötte ki: közoktatási intézményekben (gimnázium), felsőoktatási intézményben (főiskola, egyetem) és 2011-ben az Egészségügy rendezvényen. A változatos helyszínek és a válaszadók változatos életkora következtében nem lehet a mai középiskolai modern fizika tanítás hatékonyságát pontosan megítélni. De Horváth András vizsgálatának a célja nem ez volt. Ezen kívül, egyik vizsgálat során sem volt garantálva az, hogy minden válaszoló személy a modern fizika adott témakörét már tanulta.

Mivel vizsgálatom célja a modern fizika tanítás hatékonyságának a felmérése, ezért olyan diákok választát kértem, akik még jelen pillanatban is közoktatási intézmény tanulói, de már a tanterv szerint nem tanulják a fizika tantárgyat (maximum fakultáción), vagyis olyan 11., 12.-es tanulók voltak a segítségemre, akik befejezték középiskolai fizika tanulmányaikat.

## A vizsgálat menete, a kiértékelés módszere

Kérdőívemet három budapesti tanintézmény fizikát már nem tanuló diákjai töltötték ki, összesen 293 fő. A vizsgálat 2012 októberében zajlott.

Felmérésem nem tekinthető reprezentatívnak, vagy országos szintűnek, de eredményeit fővárosi szinten jelzés értékűnek, következtetések levonására alkalmasnak tekinthetjük.

Céлом volt, hogy Horváth András kérdéseit csak annyi új kérdéssel egészítsem ki, amennyi még elfér egy szabvány A4-es lap két oldalán. A vizsgálat papír alapú volt, a kiértékelést is papíron végeztem el. A kérdőíveket nem intézményenként, hanem egészében kezeltem. Kördiagramon mutatom be az adatok százalékos megoszlását, a diagramokat a Microsoft Office 2000 Excel program használatával készítettem.

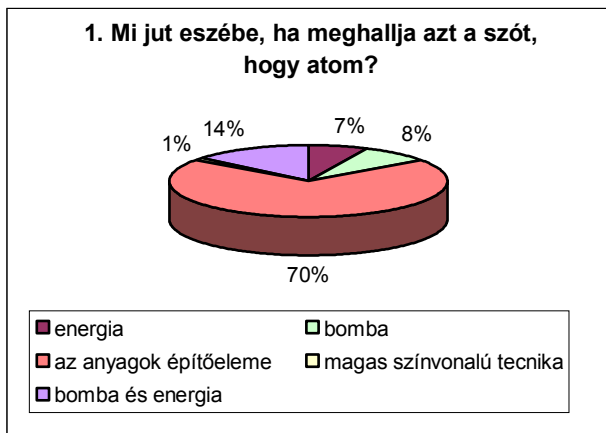
## A kiértékelés

A kérdőív 18 kérdésből áll. A diákoknak a kérdések egy részénél a fizika tananyagból elsajátított konkrét

ismeretanyagukat felmérő kérdésekre kellett válaszolni (4, 5, 7, 8, 9, 10, 15, 16), más kérdések a véleményüket, hozzáállásukat vizsgálta (1, 2, 3, 11, 12, 13, 14) és néhány kérdés a radioaktivitásról tanult alapok gyakorlati alkalmazásának ismeretére irányult (6, 17, 18).

A következőkben az egyes kérdésekre, illetve a kérdésekre adott válaszok elemzésére térünk rá.

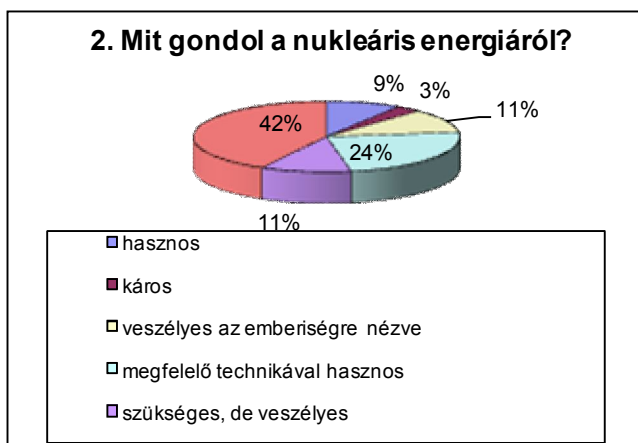
A korábbi kutatások eredményeivel többször összehasonlítást végeztem, ha az adott kérdésnél ezt fontosnak ítéltém.



1. ábra: Az 1. kérdés eredményei

Az első kérdés (1. diagram) megválaszolásával a diákok azonnal állást foglaltak a modern fizikához fűződő személyes viszonyukról. A válaszadók 70%-nak a tankönyvi definíció ugrik be az atom hallatán. A diákok 14%-a két gyakorlati alkalmazásra voksolt, vagyis a maghasadás pusztító eszközére, az atombombára és egyben az építő eszközére, az energiatermelésre. A válaszadókból közel ugyanannyi gondolja teljesen pozitív értelemben az atom szót, mint az energiatermelés eszköze és sajnos legalább ennyien vannak, akik csak a negatív értelmét látják, vagyis a bomba előállításának lehetőségét. Az első kérdés válaszaiból gyakorlatilag az egész kérdőívre jellemző atomenergiával kapcsolatos nézeteket meg lehet becsülni.

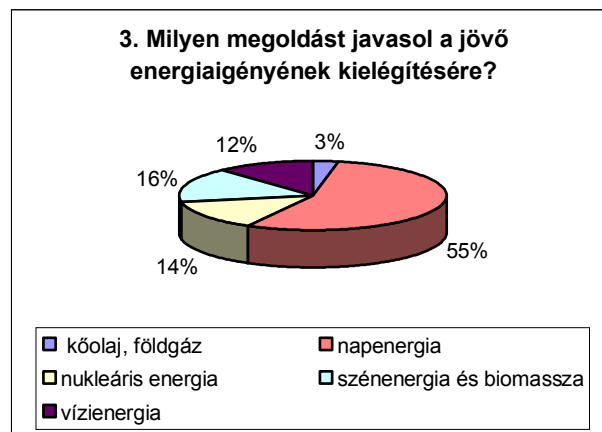
A korábbi méréseknél is az anyagok építőeleme válasz volt a legnépszerűbb, azonban egyszer sem lépte túl az 50%-os határt. Az előző méréseknél a bomba és az energia válaszokra közel 10-20%-al többen voksoltak, mint az én vizsgálatomnál.



2. ábra: A 2. kérdés eredményei

Érdekes összevetni a második kérdést (2. diagram) az elsővel. A válaszadók hasonló százaléka ítélte az atom szót pozitívnak, mint amennyien a nukleáris energiát tisztán hasznosnak. A második kérdésnél az előző kérdésre felelők 70%-ának most el kellett gondolkodnia, hogy az atom egyik alkalmazása, az atomenergia vajon hasznos-e, vagy káros az emberiségnek. Az eredményekből látszik, hogy a diákok nukleáris energiával kapcsolatos nézetei nem rosszak, a válaszadók 86%-a használatosnak, alkalmazhatónak tartja, ami a fukushimai tragédia után másfél évvel kimondottan kedvezőnek mondható.

A korábbi évek felmérései hasonló adatokat szolgáltatottak, tehát a csernobili katasztrófa sem változtatott az akkor megkérdezettek atomenergiával kapcsolatos nézetein.



3. ábra: A 3. kérdés eredményei

A harmadik kérdés (3. diagram) interdiszciplináris kérdés. Fizika órán megújuló és nem megújuló energiahordozók tárgyalására általában nincs mód (vagy nagyon kevés szó esik róla), csak a nukleáris energia kerül terítékre. A többi energiahordozó megbeszélésére általában földrajz és biológia órán kerül sor. Azonban a tanórákon csak általánosságban kerülnek szóba az egyes energiahordozók, hatásfokukat nem vizsgálják. Ráadásul a sajtó, a média, a különböző civil szervezetek erőszakosan hangoztatják, hogy a mai energiaigény közel 80%-át<sup>[vi]</sup> biztosító kőolaj, földgáz és kőszén, illetve a 16%-át<sup>[vii]</sup> biztosító nukleáris energiát le kell cserélni megújuló energiahordozókra. A közoktatási intézmények feladata lenne, hogy felhívja a figyelmet, hogy a megújuló energiahordozók a következő 30 évben maximum az energiaigény 15-25%-át fedezhetik.<sup>[viii]</sup> Tehát az energiaproblémát önmagukban nem lesznek képesek megoldani. Ráadásul egyik fosszilis energiahordozóval sem számolhatunk hosszú távon.<sup>[viii]</sup>

A jövő energiaigényének megoldására a válaszadók több mint a fele a napenergiát javasolja. Ennek a közvetlen felhasználásával könnyen megoldódhatna az energiaigény, a tény sajnos azonban az, hogy a napból jövő sugárzás maximum 20%-át tudjuk hasznosítani, így 1 GW átlagos teljesítményhez 30 km<sup>2</sup> területet kéne napkollektorokkal befedni.<sup>[ix]</sup> Ha emellé tesszük, hogy egy paksi blokk villamos teljesítménye 500 MW, akkor láthatjuk, hogy a napenergia „nagyipari” alkalmazása ma még a lehetetlen kategóriájába tartozik.

A második legtöbb szavazatot a biomassza kapta, a válaszadók 16%-a szerint ez lehet a jövő energiaigényének kulcsa. Modellszámítással igazolható, hogy Magyarország

egy évi üzemanyag (benzin, gázolaj) szükségletének előállításához három megye területét kellene kukoricával beültetni, de ebből a terményből emberi fogyasztásra már nem telne.<sup>[x]</sup> Tehát a biomassa sem tudná önmagában megoldani az energiaproblémát.

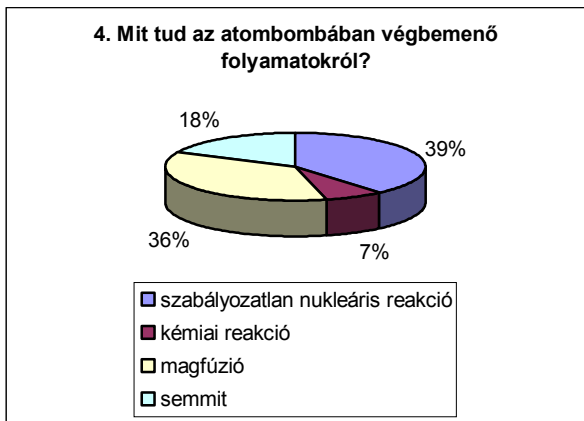
A megújuló energiaforrások közül a legkevesebb szavazatot (12%) a vízenergia kapta, pedig a világ elektromos energia termelésének a szén és a földgáz mellett a harmadik legnagyobb forrása.<sup>[xi]</sup> A kevés szavazat valószínűleg annak köszönhető, hogy Magyarország a Bős-Nagymaros vízlépcső kudarca után lemondott a vízenergia hasznosításáról. Illetve a kevés szavazatnak oka lehet még, hogy a vízerőmű kialakítása rombolja a természetet.

A válaszadók mindössze 14%-a gondolja úgy, hogy az atomenergia lehet a jövő energiaellátásának a kulcsa. A kevés választ nem kapják meg a diákok. Ilyen kérdések pl. a radioaktív hulladékok kezelése, az erőművek üzemideje, az erőművek biztonságossága, stb. Érdekesség, hogy az előző kérdésnél a válaszadók többsége használhatónak tartotta a nukleáris energiát a jelenben, de a jövőben csak hatod részük használná.

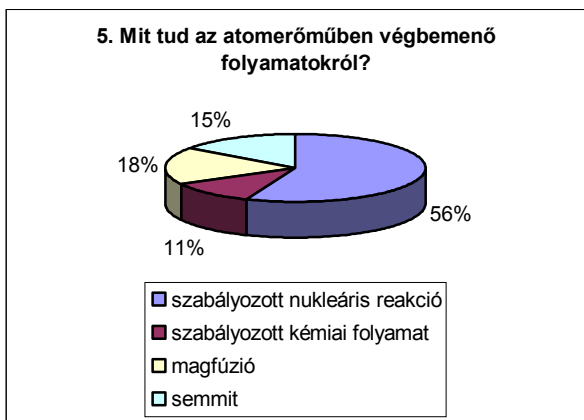
Az előző évek vizsgálatait is minden esetben a napenergia „nyerte”. A nukleáris energiára szavazók száma nem sokat változott az évek során. Figyelemre méltó, hogy a vízenergia a 2011-es vizsgálat során kiugró, közel 30%-os támogatottsággal rendelkezett. Az én vizsgálatomban és a 2011. évet megelőző vizsgálatok során sem lépte át a 12%-os szintet.

A negyedik és ötödik kérdés (4., 5. diagram) két, a középiskolában tanult anyagra kérdezett rá: mi történik az atombombában és az atomerőművekben? Az atombombában szabályozatlan nukleáris reakció megy végbe, erre a válaszadók kevesebb, mint 40%-a szavazott. Közel ugyanennyi szavazatot kapott a magfúzió is, amely a hidrogénbombában megy végbe, ezzel keverhették a diákok.

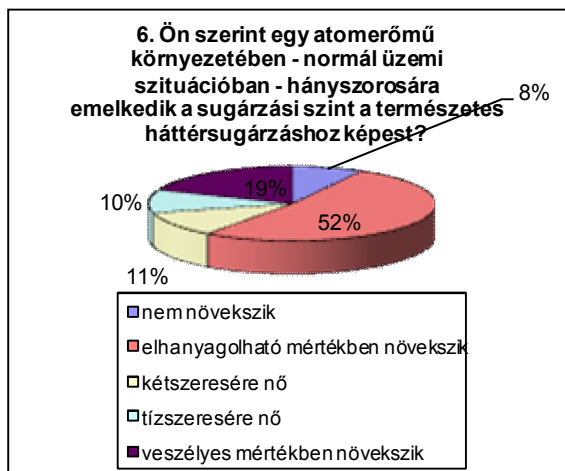
Pozitívumnak tarthatjuk, hogy a diákok jobban tudták, hogy milyen folyamat megy végbe az atomerőműben, mint az atombombában. A válaszadók szerencsére több mint a fele tisztában volt a helyes válasszal. Mindkét kérdésnél a válaszadók több mint hatoda nem tudta a középiskolás tananyagot!



4. ábra: A 4. kérdés eredményei



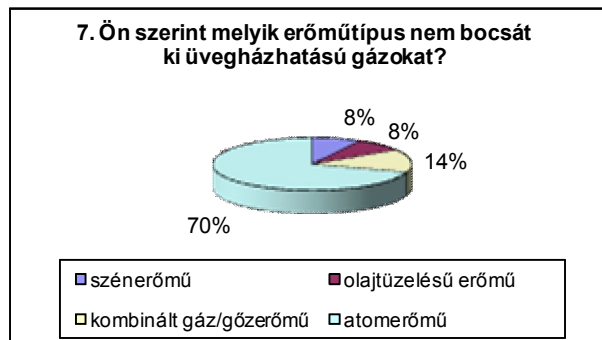
5. ábra: Az 5. kérdés eredményei



6. ábra: A 6. kérdés eredményei

A hatodik kérdésben (6. diagram) egy arányosság megállapítását kértem a tanulóktól, hogy vajon atomerőmű közelében nagyobb sugárterhelésnek vagyunk-e kitéve? A válaszadók kicsivel több, mint a fele tisztában volt a helyes válasszal, vagyis a sugárszint csak elhanyagolható mértékben növekszik, nincs hatása az élő szervezetekre. Meglepő, hogy 10% úgy gondolja, hogy a sugárzás több mint tízszeresére nő, vagyis ez számszerűsítve azt jelentené, hogy az értékek közelednének a már biológiailag kimutatható dózis felé.<sup>[xii]</sup> A válaszadók 8%-a nagyon optimista volt az atomerőművekkel kapcsolatban, szerintük semmilyen mértékben nem növelik a környezet sugárterhelését. A helyes válaszhoz még így is ők álltak a legközelebb.

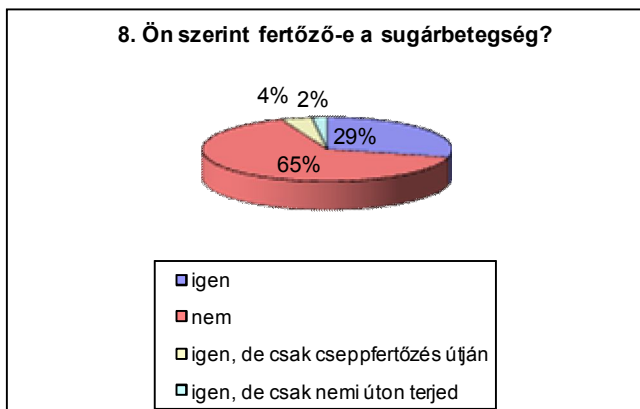
Az előző évek vizsgálatait megfigyelve észrevehetjük, hogy sajnos mindig a veszélyes mértékű növekedésre voksoltak a helyes válasz után a legtöbben.



7. ábra: A 7. kérdés eredményei

A hetedik kérdés (7. diagram) megint egy középiskolában tanult tudásra kérdez rá, azaz melyik erőműtípus nem bocsát ki üvegházhatású gázokat? A válaszadók 70%-a helyesen válaszolt, tehát ők tisztában vannak vele, hogy az atomenergia nem növeli korunk legégetőbb problémájának, a globális felmelegedésnek a kockázatát. A válaszadók 30%-a azonban nem tudta a helyes választ. Ez adódhat abból is, hogy ezen erőművek tárgyalására nem fektet nagy hangsúlyt a közoktatás.

A 2007-es és 2011-es vizsgálatok során az eredmények szinte teljes mértékben megegyeznek az általam végzett mérés eredményeivel.



8. ábra: A 8. kérdés eredményei

A következő, sorrendben nyolcadik kérdés (8. diagram) arra volt kíváncsi, hogy milyen fertőző-e a sugárbetegség. Az eredmények véleményem szerint a vártál gyengébbek. A válaszadók ugyan 65%-a tisztában volt a helyes válasszal, hogy természetesen semmilyen úton-módon nem fertőző, de több mint harmaduk (35%) abban a hitben él, hogy fertőző.

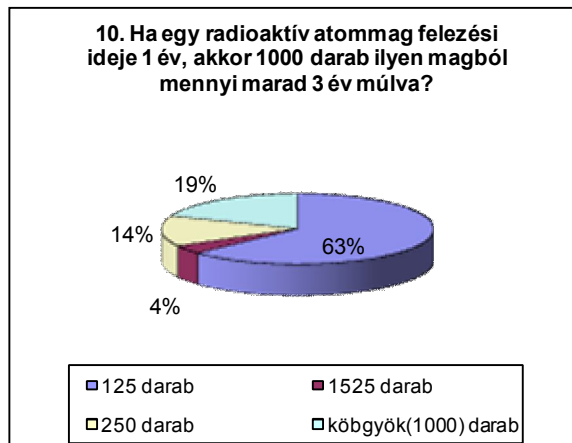
Véleményem szerint a válaszokon nem csodálkozhatunk. A diákok megszokhatták, hogy a betegségek általában fertőzőek, így sokukban fel sem merül, hogy a sugárbetegség nem az. Ráadásul a köznyelvi használatban a sugárfertőzés kifejezés is megjelenik a sugárbetegség szinonimájaként.



9. ábra: A 9. kérdés eredményei

A kilencedik kérdés (9. diagram) arra volt kíváncsi, hogy a gyakorlatban hol alkalmaznak radioaktív sugárforrásokat. A kérdésre gyakorlatilag nem volt helytelen válasz, hiszen a felsoroltak közül mindegyik munkafolyamatban megjelennek radioaktív sugárforrások. A válaszadóknak ezt azonban csak

közel 30%-a tudta. A maradék közel 70% egy-egy részterületre specializálta a radioaktív sugárzások alkalmazását. Döntő többségük csak arról hallott, hogy a rákgyógyításban használják.



10. ábra: A 10. kérdés eredményei

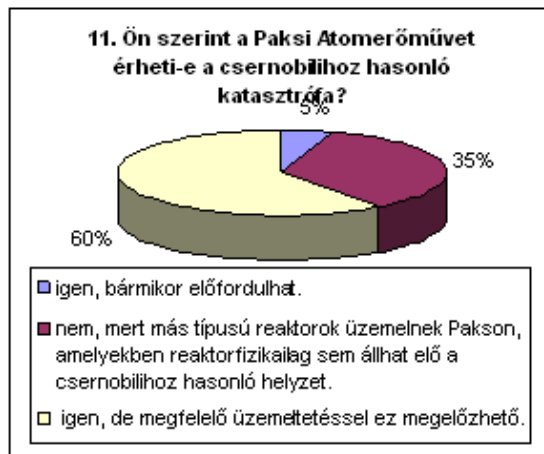
A tizedik kérdés (10. diagram) egy egyszerű feladat megoldását kérte a diákoktól, amelyhez az elméletet a fizika órákon meg kellett tanulniuk. A feladathoz a felezési idő fogalmának ismerete volt szükséges, majd arányosan visszafelé kellett számolni.

A feladat egyszerűsége ellenére a válaszadók közül mindössze 63% jött rá a helyes válaszra (125 db.). A többi 37% rosszul tippelt / számolt.

Nem lehet olyan illúzió, hogy a feladatot elolvasva minden diák vad számolásba kezdett, inkább gondolkodás nélkül bejelöltek valamit. Ezt abból is lesűrhetjük, hogy a második legtöbb válasz a  $\sqrt[3]{1000}$ -re érkezett, vagyis a diákok - vélhetően gondolkodás nélkül - a legbonyolultabban kinéző választ jelölték be.

A korábbi 2007-es és 2011-es vizsgálatok során hasonló eredmények születtek, bár ezeken a vizsgálatokon a helyes válaszra adott szavazatok sosem érték el az összlétszám felét. Talán ebből a kérdésből is látszik, hogy az előző vizsgálatok nem törekedtek arra, hogy olyan diákok töltsék ki a kérdőívet, akik már végig tanulták a középiskolai fizika tananyagot.

A különbség ebből is adódhat.



11. ábra: A 11. kérdés eredményei



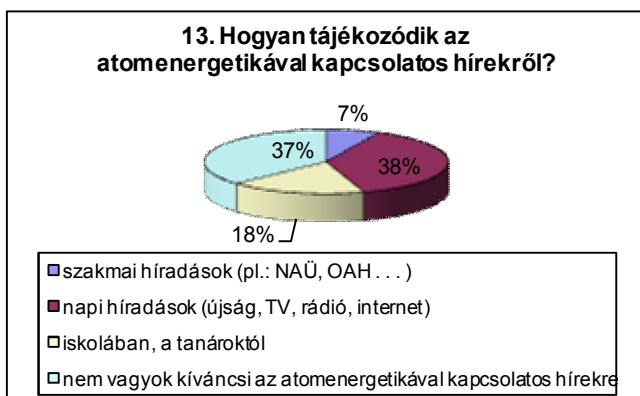
12. ábra: A 12. kérdés eredményei

A következő két kérdés, sorrendben a 11. és 12. (11., 12. diagram) arra kereste a választ, hogy a diákok mit gondolnak a két, idáig legnagyobb atomerőmű katasztrófáról, a csernobiliról és a fukushimairól, illetve hogy véleményük szerint megismétlődhet-e a két baleset Pakson is? A helyes válasz megadásához szükséges a két katasztrófa okának, hátterének az ismerete.

A csernobili eset kapcsán a válaszadók kisebb hányada, mindössze 35%-uk tudta helyesen, hogy olyan katasztrófa, mint amilyen Csernobilban bekövetkezett nem fordulhat elő Pakson. Az ok a válaszlehetőségbe is be volt írva, vagyis más típusú reaktor működik Pakson. A paksi reaktor a nyomottvízes reaktorok típusába tartozik, ahol vizet használnak hűtőközegnek és moderátornak egyaránt, a csernobili reaktornál ezzel ellentétben moderátorként grafitot használnak.

A válaszadók 60%-a optimista volt, a helyes választ ugyan nem tudta, de valószínűleg rémlett nekik, hogy a csernobili katasztrófának emberi mulasztás volt az oka, így szerintük, ha Pakson minden szabály betartanak, hasonló katasztrófa nem történhet.

A fukushimai balesetről hallott rengeteg információ miatt a 12. kérdésnél a válaszadók közel kétharmada helyesen válaszolt, vagyis Magyarország természeti viszonyai miatt hasonló katasztrófa nem következhet be. A japán reaktorban a baleset azután következett be, hogy a térségben egy eddig sosem tapasztalt erősségű szökőár pusztított<sup>[xiii]</sup>, ez hazánkban elképzelhetetlen. Megjegyzem, hogy az előző kérdéshez hasonlóan itt sem egyezik a két reaktor típusa, ugyanis a fukushimai reaktorok forralóvízes reaktortípusba tartoznak.<sup>[xiv]</sup>



13. ábra: A 13. kérdés eredményei

A 13. kérdés (13. diagram) arra volt kíváncsi, hogy a diákok tájékozódna-e az atomenergiával kapcsolatos hírekről, és ha igen, hol? Nagy örömmre és meglepődésemre szolgált, hogy többen érdeklődnek az atomenergiáról, mint amennyien nem. Az érdeklődők aránya összesen 63%, ami kiválóan mondható. Véleményem szerint az is biztató, hogy a válaszadók 7%-a szakmai híradásokból tájékozódik (ne felejtjük el, hogy a válaszokat középiskolás diákok adták).



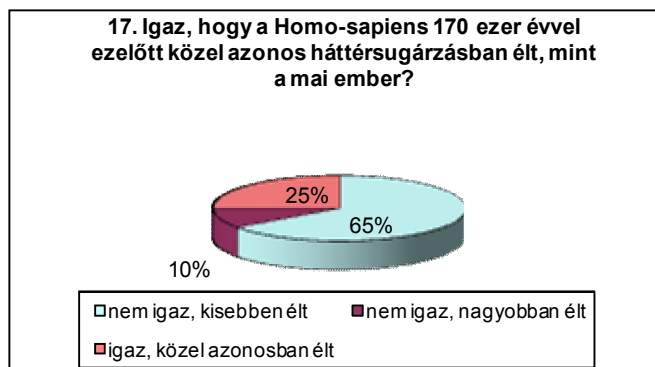
14. ábra: A 14. kérdés eredményei

A 14. kérdésben (14. diagram) a diákoktól egy szubjektív véleményt vártam el, hogy szerintük mi legyen a paksi atomerőmű jövője? A válaszadók közel 60%-a úgy vélekedik, hogy az üzemideje meghosszabbítható. Ez megegyezik a jelenlegi politikai céllal is, a 2011-ben kiadott energiastratégia szerint az atomenergia hazánkban nem váltható ki, az üzemidő hosszabbítást tartalmazza a stratégiák.<sup>[xv]</sup> Ezt a lehetőséget a válaszadók 42%-a elveti, 6%-uk pedig azt mondja, hogy azonnal állítsák le a Paksi Atomerőművet.

Magyarország nagy bajban lenne, ha azonnal leállítanák az erőművet, ugyanis a villamos energia 40%-át Paks biztosítja, tehát a kiesést importból kéne fedezni.

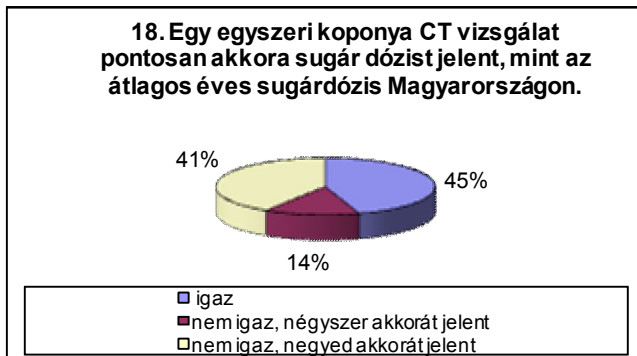
A 2011-es vizsgálat hasonló eredményeket hozott, mint az én vizsgálatom, a 2007-es mérésnél jóval kevesebben voltak azok, akik az üzemidő-hosszabbítást választották volna, valószínűleg azért, mert nem volt ennyire a köztudatban az a lehetőség.

A 15. és 16. kérdés a kakukktojás volt a kérdőívben, a relativitáselmélettel foglalkozott, tényanyagot kérdezett a diákoktól. Mivel nem kapcsolódik szorosan a cikk témájához, így ezekre a kérdésekre nem térek ki.



15. ábra: A 17. kérdés eredményei

A 17. kérdésnél (17. diagram) arra voltam kíváncsi, hogy a diákok mit gondolnak, hogy az előember, Homo sapiens, amely jóval a történelem előtti korban élt, vajon milyen természetes háttérsugárzásban élt a mai emberhez képest. A kérdés megválaszolásához a háttérsugárzás fogalmával kellett tisztában lennie a tanulóknak. A válaszokból látszik, hogy mindössze a válaszolók negyede tudta a helyes választ. A Homo sapiens közel azonos háttérsugárzásban élt, mint a mai ember. A legtöbb válasz szerint (65%) a mai ember nagyobb háttérsugárzásnak van kitéve.

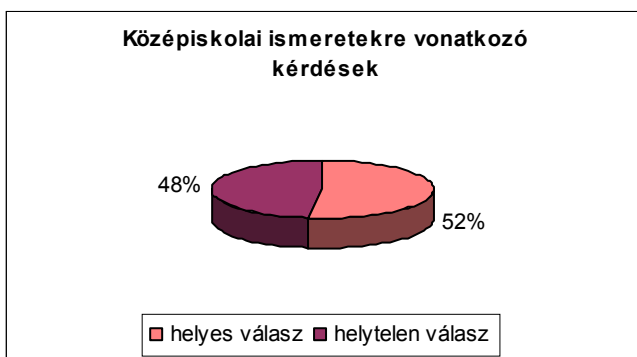


16. ábra: A 18. kérdés eredményei

A kérdőívben szereplő utolsó kérdés (18. diagram) a radioaktivitás egyik gyakorlati alkalmazására kérdezett rá, vagyis, hogy egy CT vizsgálat során mekkora sugárdózist kaphatunk. A kérdés lehetséges válaszai nem számszerű adatot, hanem eldöntendő: igaz, nem igaz, arányt, becslést tartalmaztak. A válaszadók mindössze 14%-a tudta, hogy egy CT vizsgálat négyszeri sugárdózist jelent az átlagos éves sugárdózishoz képest. Közel ugyanannyian (~40-45%) szavaztak arra a lehetőségre, hogy ugyanakkora dózist jelent, illetve negyed akkora.

Véleményem szerint nagyon fontos lenne hasonló arányokat (akár számszerűsítve is) megbeszélni az órákon, hogy a diákokban ne alakuljon ki téves nézet a nukleáris energiával kapcsolatban, ne véljék azt, hogy a nukleáris technika az emberiségre leselkedő legnagyobb veszélye az atomenergia. Azonban tudatosítani kell azt is a diákokban, hogy ha muszáj a CT vagy a Röntgen vizsgálat, akkor nem szabad habozni, többet árthatunk azzal, ha nem vállaljuk be.

## Konklúzió, javaslatok



17. ábra: A helyes és helytelen válaszok aránya

A kérdőíves vizsgálatból kitűnően látszik, hogy a diákok nem eléggé tájékozódtak a modern fizika napjainkat is érintő kérdéseiben, problémáiban. Ha külön vizsgálnánk azokat a kérdéseket, amelyek pusztán a középiskolai ismeretek felelevenítését kérték (4, 5, 7, 8, 9, 10, 15, 16 kérdések) és ezeknél megnéznénk, hogy összességében milyen arányban válaszoltak helyesen a diákok, akkor a 19. diagramról leolvasható eredményt látnánk. A helyes válaszokat mindössze 52%-ban találták el a diákok. Tehát a megkérdezettek kb. fele tisztában van a magfizika anyagával, a másik fele egyáltalán nincs. Sőt az is megfigyelhető, hogy a kérdőívben feltett kérdéseknél a helyes választ 70%-nál többen egyik kérdésnél sem tudták. Ez az arány nem maradhat ezen a szinten, változtatni kellene rajta.

Az ismeretanyagra vonatkozó kérdések mellett szerepeltek a diákok atomenergiához fűződő személyes véleményüket vizsgáló kérdések is (2, 3, 14-es kérdések). A válaszokból leszűrhető, hogy a diákok, ha lehetne, választanának alternatív megoldást a nukleáris energia helyett, de elfogadják azt, sőt többük a bővítést is támogatná. A válaszokból nem érződik az atomenergia teljes elutasítása, ami pozitívumnak tekinthető.

Ezen és a korábbi évek kérdőíves vizsgálataiból egyértelművé vált számomra, hogy a fizika tanításának megújítása szükséges, a változtatás sürgető. Törekednünk kell olyan tanítási módszerek használatára, amelyekkel a tudás nagyobb hatékonysággal adható át, a diákok fizika tantárgy iránti utálata csökken. Az egyik általam javasolt módszer lehet a fizikatörténet intenzívebb használata az oktatás során. Fontosnak tartom, hogy a fizika ne csak képletek, törvények gyűjtőhelye legyen, hanem a diákok ismerjék meg a felfedezések menetét, főbb szereplőit is, így talán számukra is életszerűbbnek tűnik a tantárgy. A fizikatörténet tanítása a differenciálásra is kitűnően használható, az „alaptudást” minden diáknak meg kell kapnia érdeklődési körtől függetlenül, azonban a mélyebb ismeretszerzést már lehetne a differenciált oktatásra alapozni.

A másik általam javasolt módszer az info-kommunikációs technika alkalmazása a tanítási-tanulási folyamat során. A módszer alkalmazkodik a diákok digitális igényeihez, az órák lendületesebbek, színes, izgalmas tartalommal újulnak meg. A modern fizika tanításánál különösen fontosnak tartom az IKT használatát, mivel valós kísérleti eszközök híján az IKT eszközök, programcsomagok segítségével mégis empirikus úton mutathatók be a tananyagelemek, szemmel nem látható fizikai jelenségek is megelevenedhetnek előttünk.

## Irodalomjegyzék

---

- [i] Radnóti Katalin: *Milyen napjainkban Magyarországon a tizenévesek atomenergiához való viszonya? Egy felmérés eredményeinek áttekintése.* In: *Fizikai Szemle* 1988/4. 157-160. o.
- [ii] Radnóti Katalin: *Az atomenergia megítélése és a természettudományos tanárképzés.* In: *Iskolakultúra.* VI. évfolyam. 1996/4. 65-76.o.
- [iii] Radnóti Katalin: *Az atomenergia megítélése a fiatalok körében*  
<http://members.iif.hu/rad8012/atomfizika/TOTO-kiertekeles.doc> (letöltési idő: 2012. okt. 20.)  
[http://mnt.kfki.hu/Nukleon/download.php?file=Nukleon1\\_1\\_Radnoti.pdf](http://mnt.kfki.hu/Nukleon/download.php?file=Nukleon1_1_Radnoti.pdf) (letöltési idő: 2012. okt. 20.)
- [iv] Horváth András: *Az atomenergia megítélése a fiatalok körében.* In: *Nukleon.* 4. évfolyam. 2011. május  
[http://mnt.kfki.hu/Nukleon/download.php?file=Nukleon\\_4\\_2\\_91\\_Horo%E1th.pdf](http://mnt.kfki.hu/Nukleon/download.php?file=Nukleon_4_2_91_Horo%E1th.pdf) (letöltési idő: 2012. okt. 21.)
- [v] Radnóti Katalin, Király Márton: *Az energiáról és az energiatermelésről II. rész.* In: *A Fizika Tanítása.* XX. Évfolyam. 2012/3. 3-12. o. (a továbbiakban Radnóti – Király II.)
- [vi] Radnóti Katalin, Király Márton: *Az energiáról és az energiatermelésről III. rész.* In: *A Fizika Tanítása (Megjelenés alatt)*
- [vii] Kiss Ádám, Tasnádi Péter: *Környezetfizika (egyetemi jegyzet) 213-216. o. (a továbbiakban Kiss - Tasnádi 2012)* (letöltési idő: 2012. okt. 25.)  
[http://etananyag.ttk.elte.hu/FileS/downloads/EJ-Kiss-Tasnadi\\_Kornyezetfizika.pdf](http://etananyag.ttk.elte.hu/FileS/downloads/EJ-Kiss-Tasnadi_Kornyezetfizika.pdf)
- [viii] Kiss - Tasnádi 2012, 213-214. o.
- [ix] Kiss - Tasnádi 2012, 216. o.
- [x] Radnóti - Király II.
- [xi] Kiss - Tasnádi 2012, 231. o.
- [xii] Kiss - Tasnádi 2012, 111.o.
- [xiii] Radnóti Katalin: *Mi történhetett a Japán atomerőművekben? In: Kémia Tanítása.* 19. évfolyam. 2011/3. 3. o. (a továbbiakban Radnóti – Fukushima)
- [xiv] Radnóti – Fukushima, 6. o.
- [xv] <http://www.origo.hu/itthon/20110718-atomeromu-vagy-megujulo-energia-itt-az-uj-nemzeti-energiastrategia.html> (letöltési idő: 2012. okt. 30.)