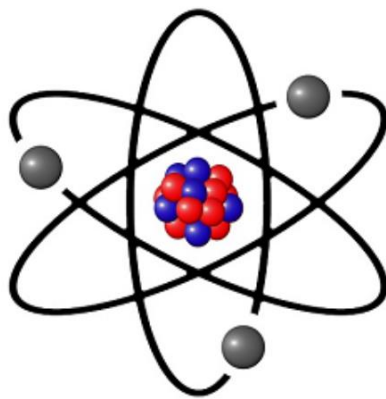


**A nukleáris energia elfogadása a tanulóifjúság körében több
évtizedes távlatokban vizsgálva**



Radnóti Katalin

2018.

Tartalomjegyzék

Bevezető.....	3
A vizsgálat célja	3
A 2018-as vizsgálat kutatási kérdései és hipotézisei.....	4
A minta kiválasztása.....	4
A kérdőív szerkezete	5
A kiértékelés módja.....	5
Kérdésenkénti kiértékelés.....	5
Demográfiai jellegű kérdések.....	5
A nukleáris témájú kérdések megoldottságának elemzése kérdésenként	7
Van-e különbség a fiúk és a lányok tudása és attitűdje között?	21
Évfolyamonkénti elemzés	25
Területi megoszlás szerinti elemzés	28
Akik többet tudnak kedvezőbb véleményt alakítanak ki?	30
A feltárt jelentősebb összefüggések	35
Javaslatok az oktatás számára	36
Felhasznált és ajánlott irodalom	38

Bevezető

Az energetika stratégiai szerepet tölt be hazánk gazdasági életében. Az ezzel kapcsolatos döntések hosszú távon éreztetik hatásukat a gazdaságban és a környezetben egyaránt, így azokat ma már csak a lakossággal, illetve az önkormányzatokkal egyetértésben lehet meghozni. Ezért fontos, hogy a társadalom széles rétegeihez közérthető tájékoztatás jusson el e témában. Azonban ezek a kérdések összetettek, azokat nemcsak műszaki-tudományos értelemben, hanem a gazdaság, a társadalom és a környezet egymásra hatásának viszonylatában is tárgyalni kell.

Ha végigtekintjük hazánkban a különböző energia előállítási lehetőségeket, beláthatjuk, hogy az atomenergia használata ideális egy nyersanyagban szegény, jól képzett munkaerőben viszont gazdag ország számára. A kőolajszállítás akadozik az aggasztó nemzetközi helyzet miatt, a magyar szén nem jó minőségű és magas kéntartalma miatt erősen környezetszennyező a használata. A megújuló energiaforrások nem fogják tudni fedezni a jövőben megjelenő energiaszükségleteinket, bár súlyuk növekszik energiaellátásunkban.

A környezetvédelmi kérdések jelentős részéről elmondhatjuk, hogy napjainkra már beépültek a különböző nevelési programokba. Az iskolákban gondot fordítanak a szelektív hulladék gyűjtésre, a gyerekek szívesen vállalnak részt a legkülönbözőbb környezetvédelmi megmozdulásokban. A kifejezetten környezetbarát energia előállításra lehetőséget adó atomenergiának viszont hangos ellenzéke van hazánkban is, amelynek okait fel kell tárni.

Az oktatás során egy adott téma feldolgozása előtt a diákok előismereteiről, a témával kapcsolatos érzelmi viszonyulásukról való tájékozódás az osztályban kérdőívekkel történhet meg. A kiértékelés után látható, hogy a tananyag melyik részével kell, érdemes többlet foglalkozni, miként is szervezze meg a tanár a tanulási folyamatot.

A vizsgálat célja

Célkitűzésünk az, hogy eredményeink közzétételével segítsük a tájékoztatási stratégia alakítását, továbbá az iskolai oktatás számára is tanácsokkal szolgáljunk.

Az atomenergia felhasználása ma már nem egyszerűen technikai probléma. A gondot nem a Naprendszerünket is szülő szupernóva után itt maradt uránatomok energiakonzentrátuma és a környezet közt lévő nukleáris feszültség kezelése okozza, hanem az a feszültség, ami a modern tudomány által feltárt hatalmas lehetőségek és a fejlődésben eléggé elmaradt társadalmi tudat közt tátong. Ennek megoldása a nevelők, a pedagógusok feladata kell, legyen.

Nukleáris témában az 1986-os csernobili balesetet követő évben, Marx György professzor úr javaslatára 1987-ben végeztem első felmérésemet több száz gimnazista és általános iskolai tanuló körében, akik még szervezett, iskolai körülmények között nem tanultak a témáról. Vagyis kifejezetten a tanulók máshonnan (újságok, TV műsorok, szülők, politikusok, az utóbbi években az internet, illetve közösségi felületek) szerzett esetleges tudására, illetve a témához való érzelmi viszonyulására voltam kíváncsi. A vizsgálatot megismételtem 1993-ban a megváltozott társadalmi viszonyok közt. 2007-ben és 2018-ban ismét felmérést végeztem a témában, melynek célja a vélemények alakulásának figyelemmel kísérése immár több évtizedes távlatokban. Jelen tanulmányban részletesen a 2018-as felmérést ismertetem, kitérve a korábbi évek tapasztalataira is azokban az esetekben, ahol ez lehetséges, mivel sajnos a korábbi felmérések összes dokumentációja már nem fellelhető. Ezért a kérdésekre adott válaszok elemzésénél a kérdés utáni első grafikon minden esetben a 2018-as felmérés eredményeit mutatja.

A bemutatott grafikonok némelyike kördiagram, melyen jól láthatók a válaszok arányai. Több esetben pedig oszlopdiagram, különösen azoknál a kérdéseknél, amelyek több felmérésben is szerepeltek, illetve ahol a válaszok arányait összehasonlítom. Ezekben a diagramokban a függőleges tengely legnagyobb egységét mindenhol a 100%-ra állítottam be, hogy ezeknél is szembetűnőek legyenek az arányok.

A kérdések egy része teljesen azonos módon lett feltéve mind a négy felmérésben, így összehasonlításokat tudunk tenni, folyamatok, tendenciák vizsgálatára nyílik lehetőség.

A különböző jellegű ipari tevékenységek és mindennapi életvitelünk következtében a környezetszennyezés világméretű problémává nőtt napjainkra. A különböző, az üvegházhatást fokozó gázok légkörbe kerülése globális felmelegedést jelenthetnek. Ezért az utóbbi két vizsgálat során a kérdések köre kibővült a földi klímát befolyásoló üvegházhatású gázok keletkezési lehetőségeire való rákérdezéssel.

Eddigi tapasztalataink alapján ma hazánkban a villamos energiát legolcsóbban, a legmegbízhatóbban és környezetvédelmi szempontból a legtisztábban a Paksi Atomerőmű termeli. 2018-ban az összes hazai villamosenergia előállítás mintegy 40%-át adta. Mivel a jelenleg üzemelő 4 darab 500 MW teljesítményű blokk meghosszabbított üzemideje kevesebb, mint 20 éven belül lejár, ezért hazánkban új atomerőművi blokkok építésére kell, hogy sor kerüljön, ezért 2018-ban ilyen jellegű kérdés is bekerült a vizsgálatba.

A 2018-as vizsgálat kutatási kérdései és hipotézisei

K1. Felfedezhető-e jelentős különbség a fiúk és a lányok válaszaiban?

H1. Korábbi vizsgálateink eredményei alapján azt gondoltuk, hogy igen, a fiúk minden bizonnyal többet tudnak a témáról és elfogadóbbak is.

K2. Miként befolyásolja a témával kapcsolatos tudásrendszer a nukleáris technika elemei felhasználásának elfogadottságát? Változik-e ez az évek során?

H2. Feltételezésünk szerint minél több ismerete van valakinek a témáról, annál kedvezőbben ítéli meg. Továbbá a magasabb évfolyamra járó tanulók többet tudnak a nukleáris energiáról és kedvezőbben is ítélik meg.

K3. Felfedezhető-e különbség a fővárosi és a vidéki diákok tudása és a nukleáris energia elfogadottsága között?

H3. Azt gondoltuk, hogy ebben nem lesz különbség.

K4.: Változott-e a diákok tudásszintje az eltelt évtizedek alatt?

H4. Azt gondoltuk, hogy a diákok tudásszintje körülbelül azonos lesz.

A minta kiválasztása

Mind a négy esetben törekedtünk arra, hogy a megkérdezett minta, a vizsgáltba bevont diákok az ország több régiójából kerüljenek ki. A válaszadás önkéntes volt, név nélkül történt.

A 2018-as felmérés esetében 20 különböző iskolából gyűjtöttünk adatokat. Ez azért volt lehetséges, mivel az ELTE TTK fizika tanárszakos hallgatói számára képzésük utolsó éve részben külső iskolai helyszíneken történik, így 20 hallgató volt az ország különböző iskoláiban elhelyezve. A kérdőívet, melyet Nukleáris TOTO-nak neveztünk, hiszen 13+1

kérdést tartalmazott, kitöltő diákok a hallgatók által tanított osztályokból kerültek ki. ¹ A 2007-es és a 2018-as adatfelvétel esetében szempont volt, hogy a teljes kérdőív egyetlen A4-es lap két oldalára ráférjen.

Az egyes években a következőképp alakult a megkérdezettek száma:

Év	1987.	1993.	2007.	2018.
Megkérdezettek száma	652 fő	578 fő	395 fő	524 fő

A kérdőív szerkezete

A kérdőív elején úgynevezett demográfiai kérdések kaptak helyet, mint a tanuló neme, hányadik évfolyamra jár, illetve lakhelye. Majd a demográfiai kérdéseket az érdemi kérdések követték, összesen 14 darab (13+1). A két kérdőív csak néhány kérdést illetően tért el egymástól. Például 2007-ben azt kérdeztük, hogy ismerik-e a Paksi Atomerőmű honlapját. Ezt 2018-ban már nem tartottuk érdekesnek. Azt viszont fontosnak tartottuk megkérdezni, hogy a diákok vajon mit gondolnak, a hazai elektromos energia fogyasztás közel hány %-a származik importból. Továbbá nem csak a működő paksi blokkok élettartam meghosszabbításának elfogadottsága iránt érdeklődtünk, hanem arról is, hogy mennyire tartanak szükségesnek új blokkok építését. Néhány kérdés pedig azonos módon lett feltéve mind a négy adatfelvételnél.

A kiértékelés módja

A kiértékelés számítógépes feldolgozással történt, Excel táblázatkezelő program felhasználásával. Egy számsor került beírásra, majd az egyes választott lehetőségek számszerű összeszámlálása és azok %-os megjelenítése. A válaszokat szűrni is tudtuk különböző szempontok szerint, mind a kitöltők neme, lakhelye, évfolyama, illetve bármelyik kérdésre adott válasz szerint.

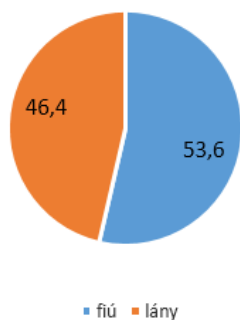
Kérdésenkénti kiértékelés

Demográfiai jellegű kérdések

Az első adatok a megkérdezettek területi, életkori és nemenkénti megoszlására vonatkoznak. A nemenkénti megoszlás mindegyik esetben közel fele-fele volt.

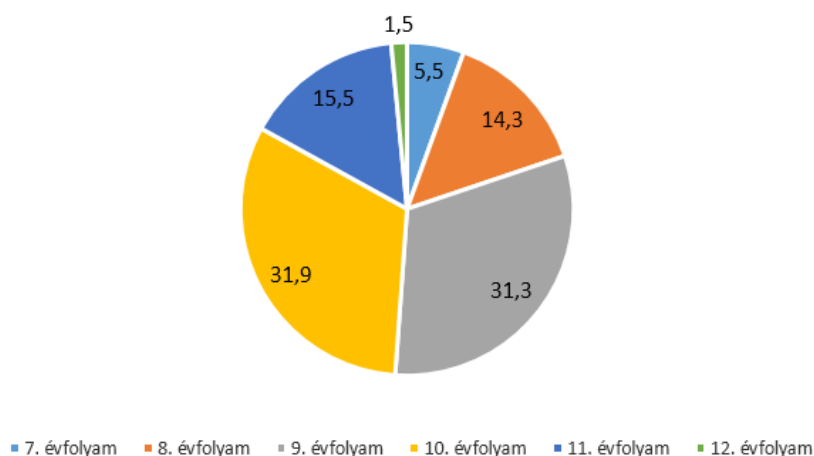
¹ Az adatgyűjtésben résztvevő hallgatók: Tahler Adrienn, Szferle Tamás, Pécsi Ágnes, Schön Tímea, Sudár Mariann, Pintér Petra, Lakatiné Kulcsár Kitti, Tamás Klára, Tóth István, Bíró Anna, Jurasits Júlia, Molnár Tamás, Zámbo Gyöngyvér, Androvits Edina, Varsányi Éva, Böszörményi Balázs, File Ágnes, Szegedi Gábor, Kindl Eszter, Szeibert Janka

A nemek %-os megoszlása 2018-ban



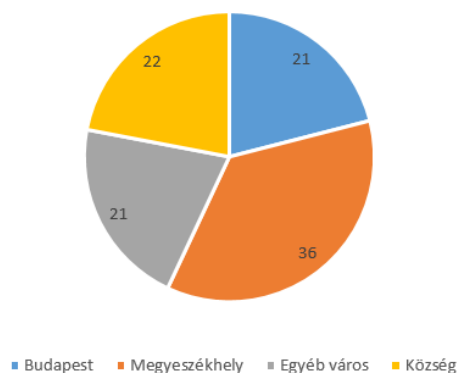
Igyekeztünk mindegyik esetben az általános iskolai felsős és a középiskolai szakaszban lévő tanulókat megkérdezni. A legtöbb megkérdezett diák a 9., 10. és a 11. évfolyamról került ki.

Évfolyamonkénti %-os megoszlás 2018-ban

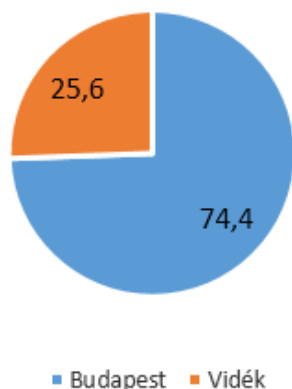


A megkérdezettek területi megoszlása eltérő volt a négy esetben. 1987-ben, 1993-ban és 2018-ban zömmel fővárosi diákok töltötték ki kérdőívet, közel $\frac{3}{4}$ -ed részben, míg 2007-ben ez az arány éppen fordított volt. Sőt, a 2007-es évben a vidéki tanulók lakhelyét is külön bontottuk.

A tanulók lakhelye 2007-ben



A tanulók lakhelye 2018-ban



A nukleáris témájú kérdések megoldottságának elemzése kérdésenként

Az elemzés során először a kérdést mutatom be. Ezt követi a 2018-ban adott tanulói válaszok eloszlását mutató diagram, majd annak elemzése. Ezt követik a korábbi mérésekkel való összevetések bemutatása diagramon, illetve szövegesen.

Azoknál a kérdéseknél, ahol szakmai tudásra kérdeztünk rá, és egyértelműen egy adott válasz volt a jó (esetleg kettő), ott azt a kérdésnél **piros** színnel jelöljük.

1. Mi jut eszedbe, ha meghallod azt a szót, hogy atom?

1. energia
2. bomba
3. magas színvonalú technika
4. bomba és energia
5. az anyagok építőeleme

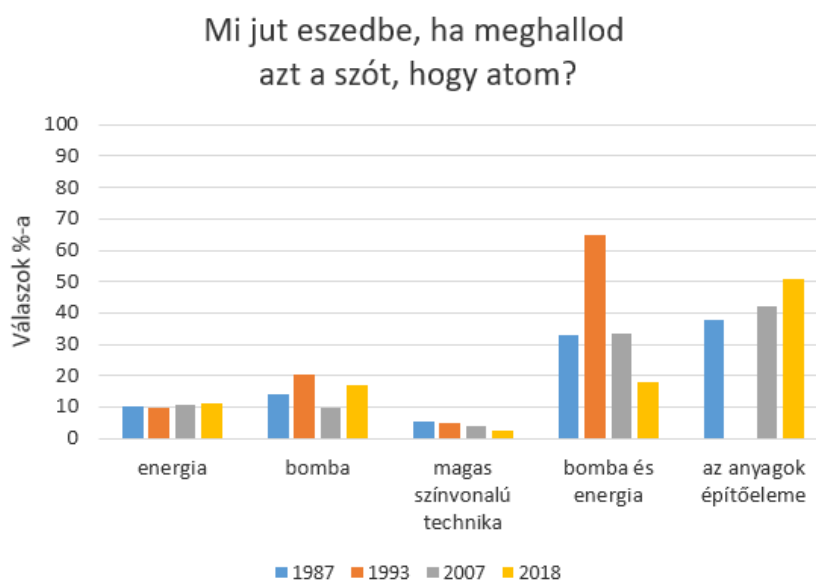


A legtöbb válaszoló az anyagok építőelemeként jelölte meg az atom szót, de elég sok diáknak a bomba, és a bomba és energia kifejezések jutottak eszébe. Úgy látszik, hogy a bomba már

szervesen összekapcsolódik az atom fogalmával, mely minden bizonnyal a két ledobott atombombának a következménye.

Az atomenergia Hirosimában és Nagaszakiban mutatkozott be az emberiségnek. Valószínű, hogy ennek pszichikai hatásait soha nem lehet kiheverni és sok embernek az atomenergiával kapcsolatos reagálása ebből származtatható.

Az 1987-es felmérés résztvevői közül néhányan szöveges megjegyzést is tettek a kérdéshez. Több diák írta le félelmét az atombombával és az egyéb felhalmozott fegyverekkel kapcsolatban. *"Nem akarok (atom)háborút!"* - írta egy másodikos diáklány. Egy másik figyelemreméltó megjegyzés szintén másodikos leány részéről: *"Az atomról nekem elsősorban anyagi részecske jut eszembe, és csak azután a többi, ami tulajdonképpen már nem az atom, hanem az, amivé az ember tette."*

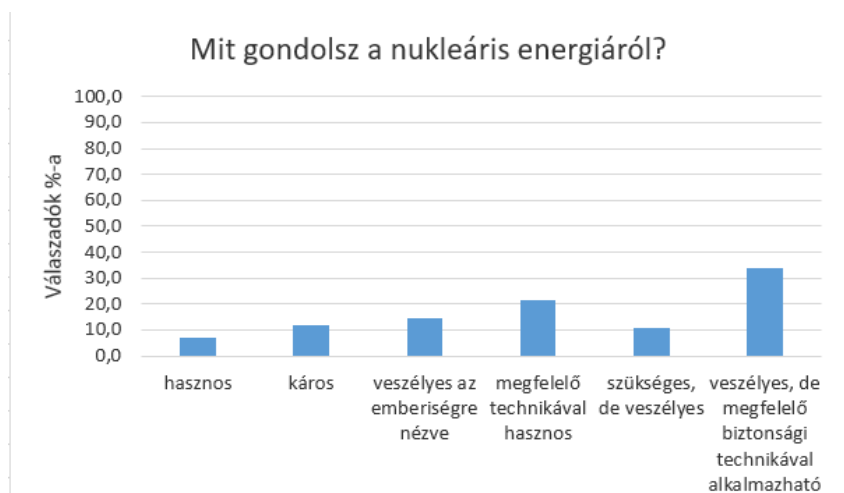


Az 1993-as felmérésben az 5. opció nem szerepelt. Valószínűleg ezért választották nagy arányban a „bomba és energia” opciót.

Érdekes, hogy a „magas színvonalú technika” válaszlehetőséget minden évben kevesen, és egyre kisebb arányban választották. Ebből számomra az következik, hogy a diákok érzelmi alapon állnak a kérdéshez, nem pedig racionális, természettudományi-technológiai megközelítéssel.

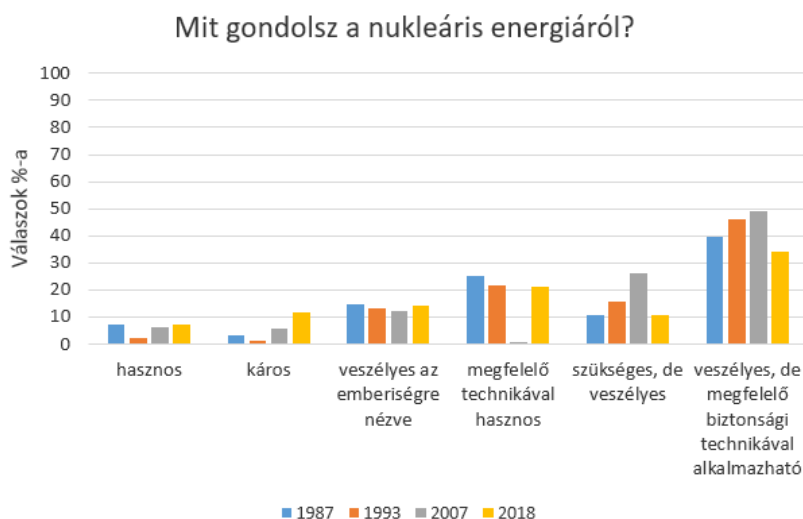
2. Mit gondolsz a nukleáris energiáról?

1. hasznos
2. káros
3. veszélyes az emberiségre nézve
4. megfelelő technikával hasznos
5. szükséges, de veszélyes
6. veszélyes, de megfelelő biztonsági technikával alkalmazható



A kérdésre adott válaszokból az derül ki, hogy a nukleáris energiát legtöbben veszélyesnek tartják, de megfelelő biztonsági technikával alkalmazhatónak.

Amint az a grafikonról is látszik, nem lehet a nukleáris energiát egyszerűen úgy megítélni, hogy hasznos vagy káros. A többség szükségesnek tartja, de kiemeli veszélyességét. Kifejezetten veszélyesnek az emberiség számára kevesen tartják, de számuk nem elhanyagolható. A „káros” opciót 12 % választotta, és a „veszélyes az emberiségre nézve” 13 %, mely összesen már 25 %, ami nem kevés!



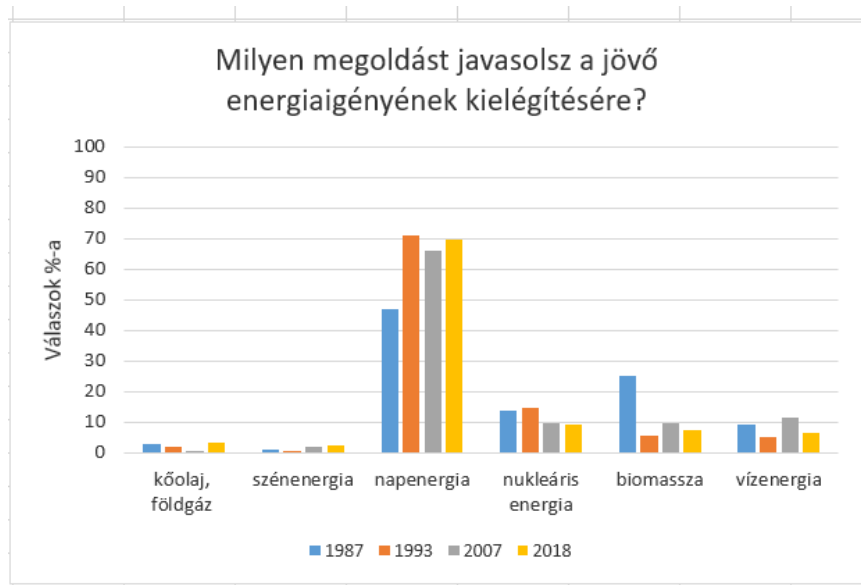
A vélemények gyakorlatilag nem nagyon változtak az elmúlt három évtized alatt. Érdekes, hogy 2007-ben alig választották a „megfelelő technikával hasznos” opciót. A 2018-as grafikon alatt említett „káros”, és a „veszélyes az emberiségre nézve” lehetőségeket együttesen nem választották ilyen magas %-ban a korábbi felmérésekben!

3. Milyen megoldást javasolsz a jövő energiaigényének kielégítésére?

1. napenergia
2. szénenergia
3. kőolaj, földgáz
4. nukleáris energia
5. bioenergia
6. vízenergia



A legnagyobb arányban a napenergia felhasználását javasolták a diákok, mintegy 70%-ban. Ezt messze lemaradva követi csak a nukleáris energia 9%-kal.



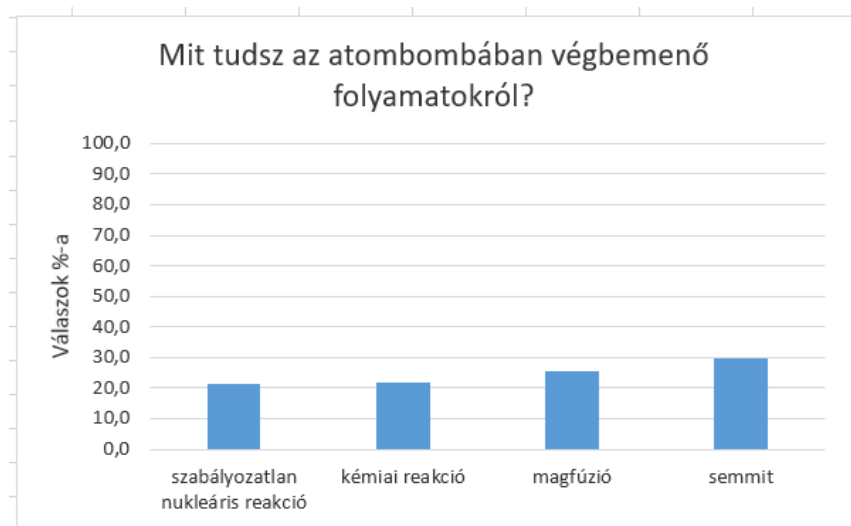
A kérdésről a korábbi években is hasonlóan gondolkodtak a diákok.

Ez valószínűleg azért van, mert az emberek a napenergia felhasználását tartják a legveszélytelenebbnek. Az átlagember nem gondolja végig azt, hogy ez mennyire szétszórt energia, viszonylag kis hatásokkal hasznosítható csak, költséges berendezésekkel, amelyek nagy területet foglalnak el, állandóan tisztítani kell, és hogy milyen nagy mértékben függ az időjárástól. Kiegészítő energiaforrásként, olyan földrajzi helyeken, ahol nagy a napsütéses órák száma (pl. dél-európai országokban) családi házak, kisebb üdülők energiaellátása megoldható ilyen módon. Kiválóan hasznosítható továbbá az ürállomásokon. Azonban nagy mennyiségű, megbízhatóan és hosszú ideig állandóan energiát biztosító, egy ország energiaigényének jelentős részét kielégítő naperőművek építése ábránd marad a jelenlegi feltételek mellett, függetlenül attól, hogy egyre több naperőművet építenek világszerte és szerelnek fel napkollektorokat a házakra. Továbbá az is látható, hogy a 2007-es és a 2018-as felmérés esetében kisebb arányban választják a diákok a nukleáris energiát.

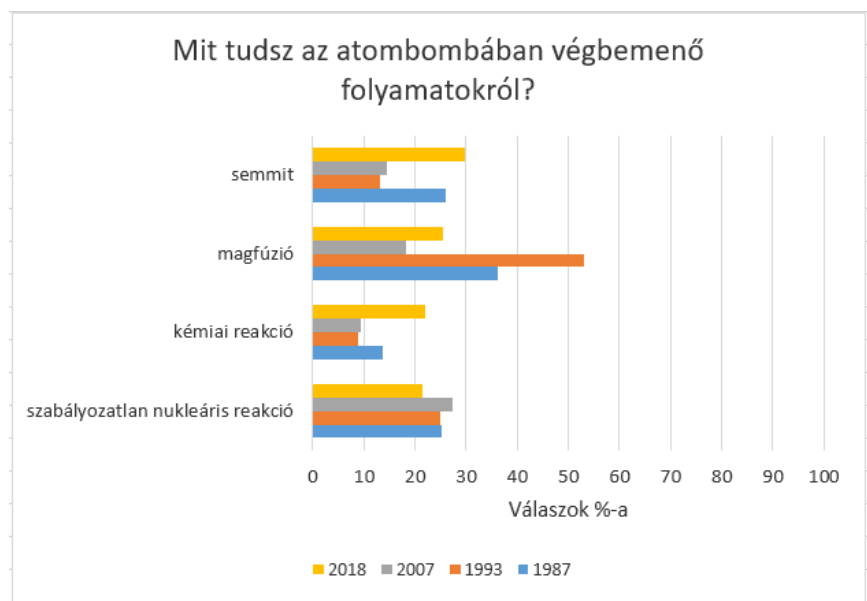
A következő két kérdés arra vonatkozott, hogy a diákok milyen mértékben rendelkeznek helyes ismeretekkel a nukleáris folyamatokkal kapcsolatban.

4. Mit tudsz az atombombában végbemenő folyamatokról?

1. szabályozatlan nukleáris reakció
2. kémiai reakció
3. magfúzió
4. semmit



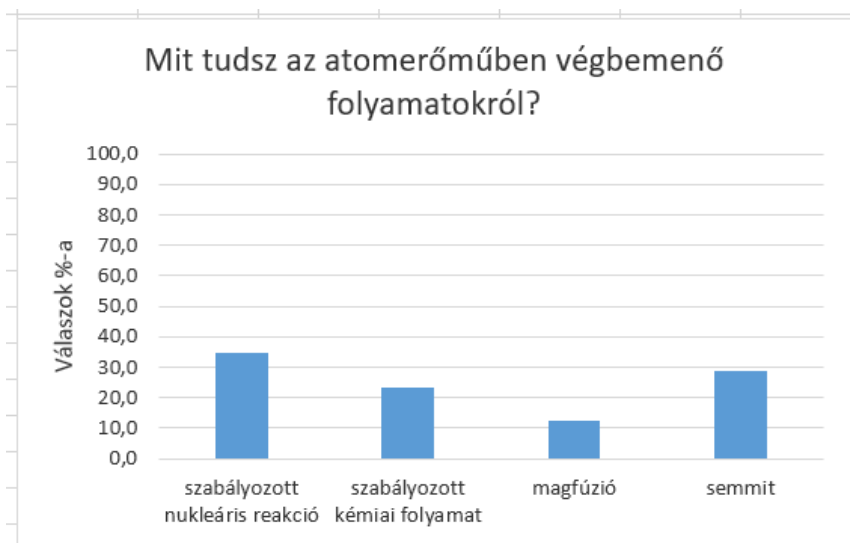
A diákok legnagyobb része semmit sem tud erről, 30%-uk. Míg 47%-uknak tévképzetei vannak. Mindössze a diákok 21 %-ának vannak helyes elképzelései.



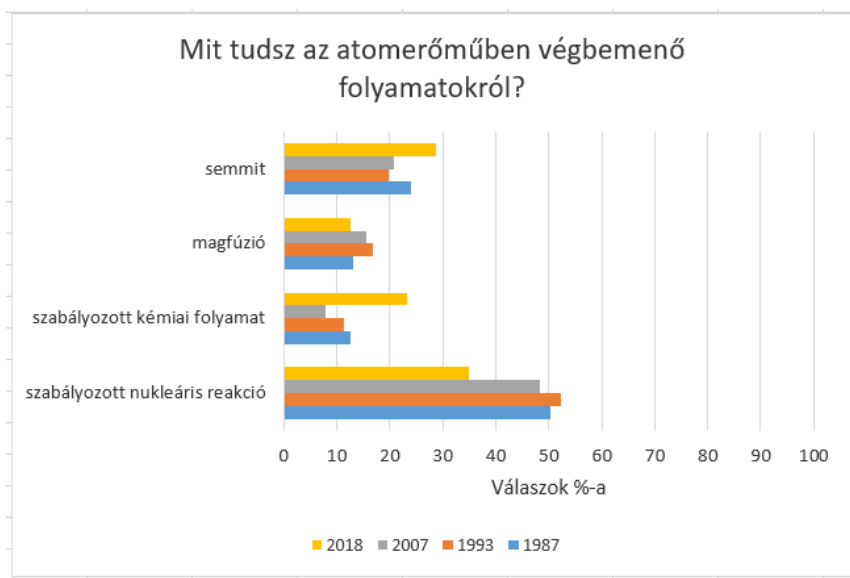
A korábbi évtizedekben kicsit jobb volt a helyzet.

5. Mit tudsz az atomerőműben végbemenő folyamatokról?

1. szabályozott nukleáris reakció
2. szabályozott kémiai folyamat
3. magfúzió
4. semmit



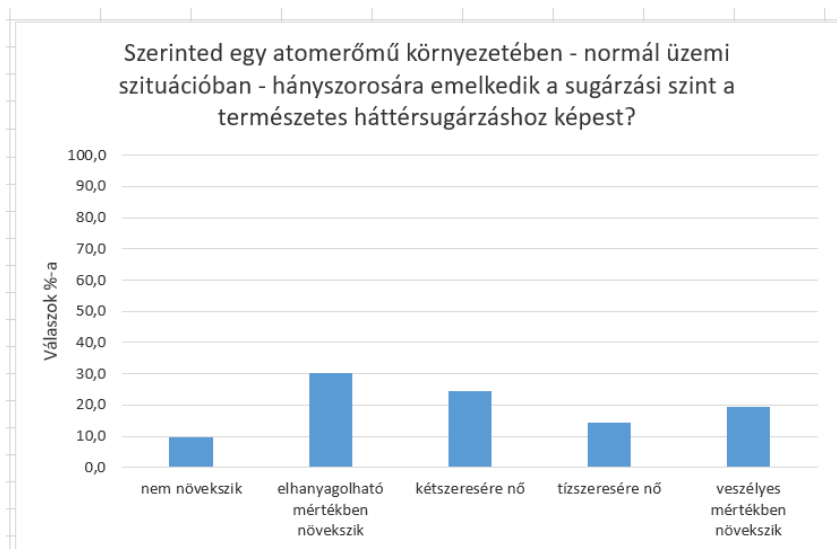
Erre a kérdésre kicsit többen tudták a jó választ, 35 %, mint az atombomba esetében.



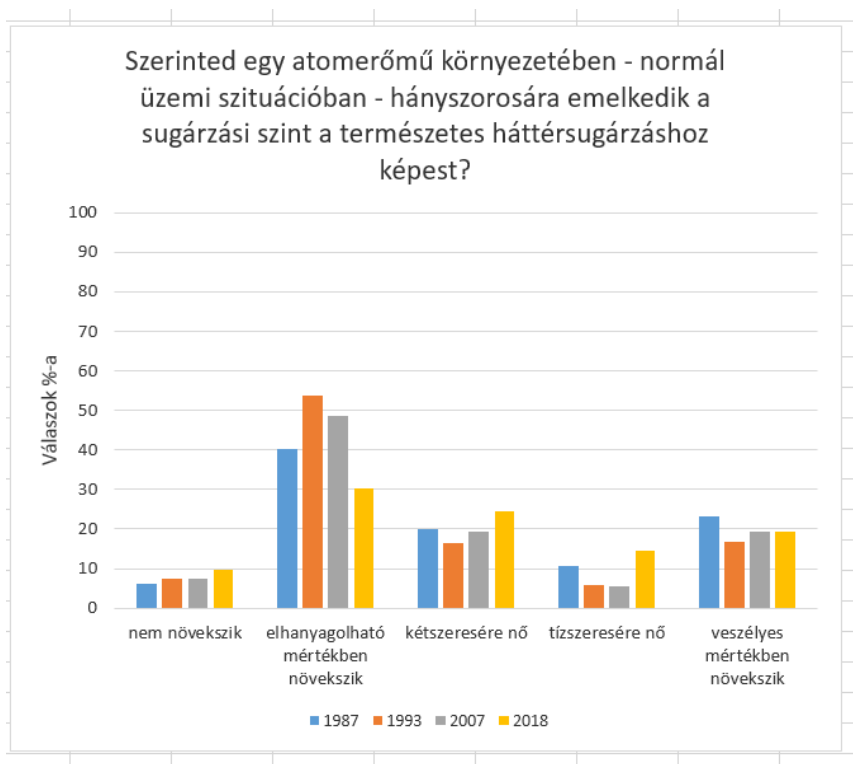
Sajnos az előbbi kérdéshez hasonlóan, itt is azt kell megállapítanunk, hogy a 2018-as felmérésben kisebb, sőt, *sokkal kisebb arányban született jó válasz, mint az elmúlt évtizedekben.*

6. Szerinted egy atomerőmű környezetében - normál üzemi szituációban - hányszorosára emelkedik a sugárzási szint a természetes háttérsugárzáshoz képest?

1. nem növekszik
2. elhanyagolható mértékben növekszik
3. kétszeresére nő
4. tízszeresére nő
5. veszélyes mértékben növekszik



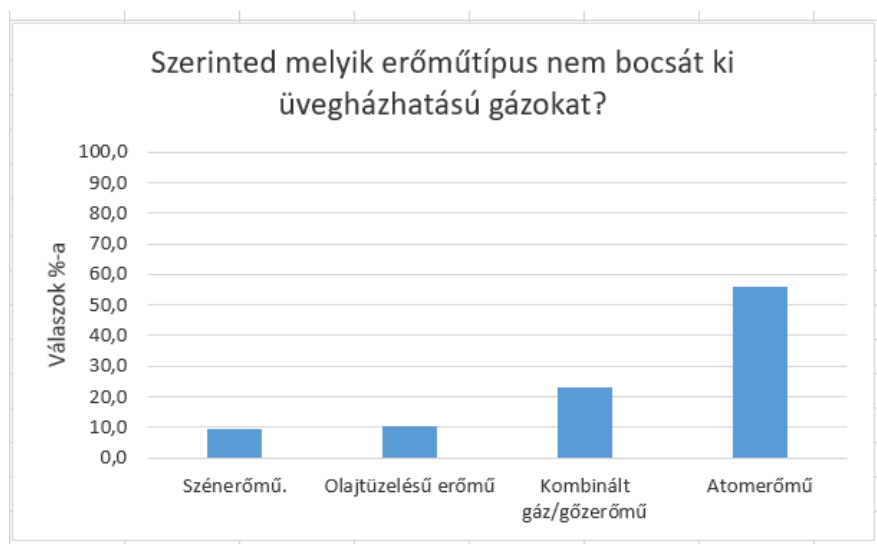
A válaszadók 40 %-a gondolja úgy, hogy nem, vagy elhanyagolható mértékben növekszik. De sajnos 20 %-uk szerint veszélyes mértékben növekszik.



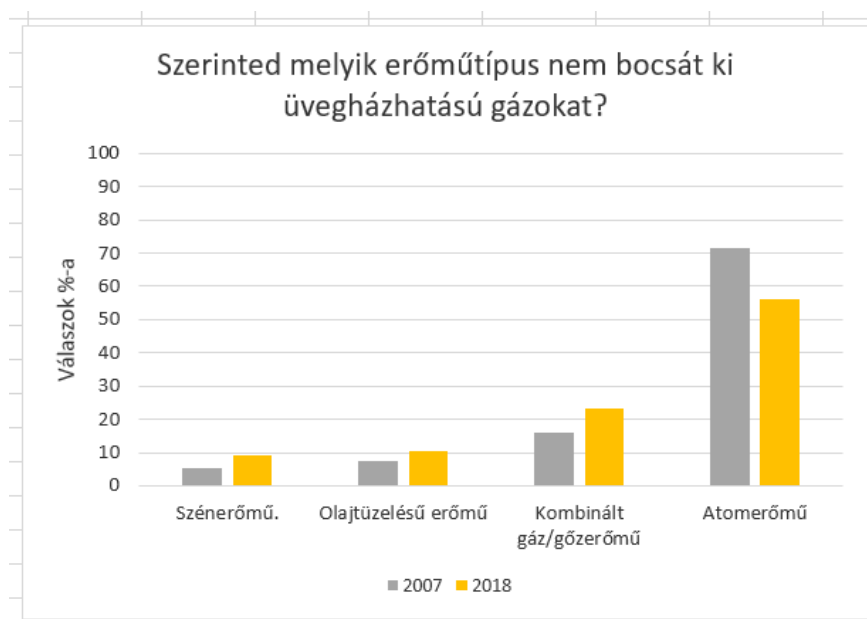
Sajnos az előbbi kérdésekhez hasonlóan, itt is azt kell megállapítanunk, hogy a 2018-as felmérésben sokkal kisebb arányban született jó válasz, mint az elmúlt évtizedekben.

7. Szerinted melyik erőműtípus nem bocsát ki üvegházhatású gázokat?

1. Szénerőmű.
2. Olajtüzelésű erőmű.
3. Kombinált gáz/gőzerőmű
4. **Atomerőmű**



A diákok 56 %-a helyesen válaszolt.

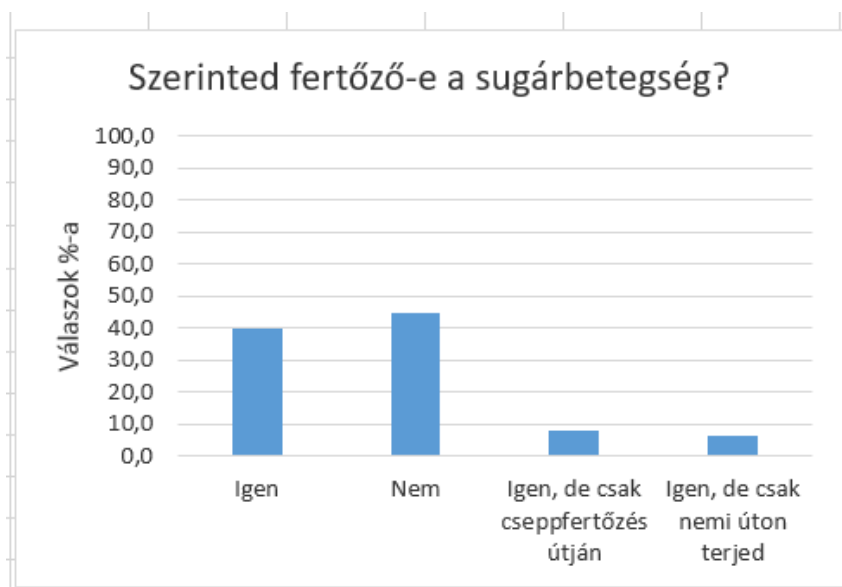


Sajnos ebben az esetben is azt látjuk, hogy igaz, hogy a diákok több, mint a fele válaszolt helyesen a 2018-as felmérésben, de tíz évvel ezelőtt az arány sokkal jobb volt, hiszen akkor a diákok 71 %-a tudta a jó választ.

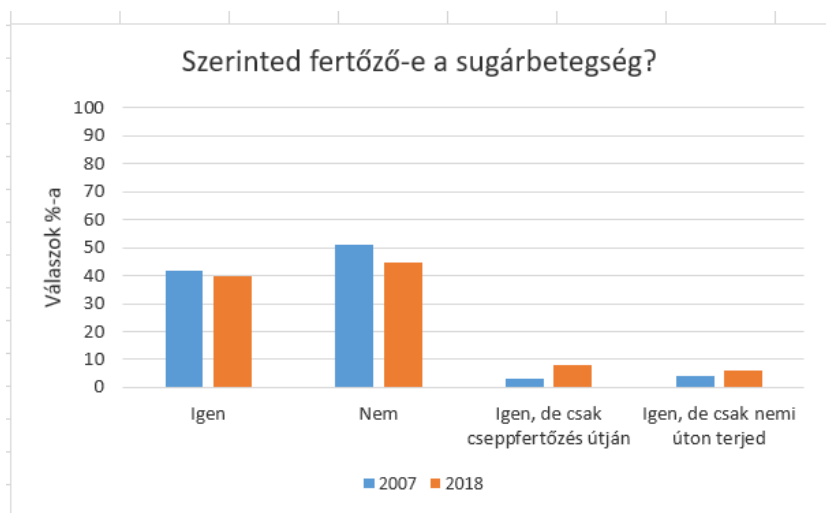
Az eddig elemzett kérdésekre adott válaszok összehasonlításából sajnos az látható, hogy a diákok kevesebbet tudnak a nukleáris technikáról, mint a korábbi évtizedekben! *Ez minden bizonnyal a természettudományos oktatás egyre jobban történő háttérbe szorításának lehet a következménye! A diákok kevésbé érdeklődők a műszaki-természettudományos ismeretek iránt, az oktatás nem is tartja kellően fontosnak ezeket, ezért a tévképzetek sokkal jobban utat találnak feléjük.*

8. Szerinted fertőző-e a sugárbetegség?

1. Igen.
2. **Nem.**
3. Cseppfertőzés útján.
4. Igen, de csak nemi úton terjed



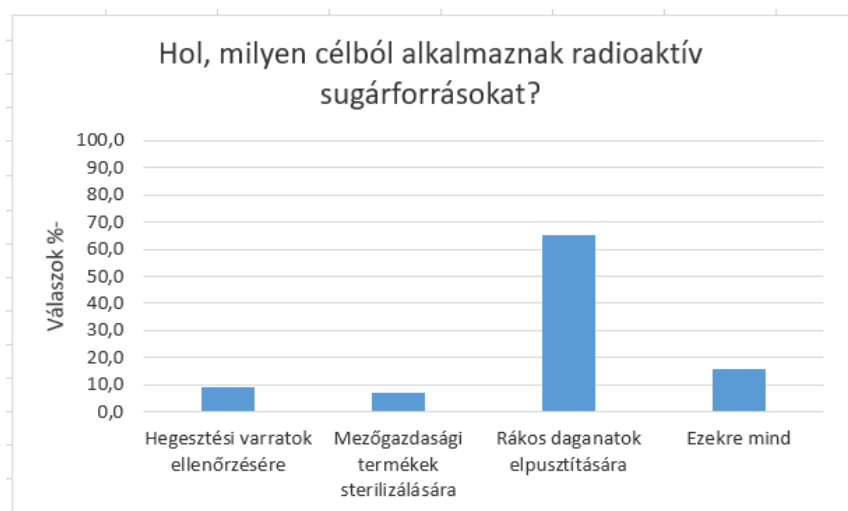
A diákok 45 %-a tudta, hogy a sugárbetegség nem fertőző. Míg a többieknek tévképzetük van ezzel kapcsolatban.



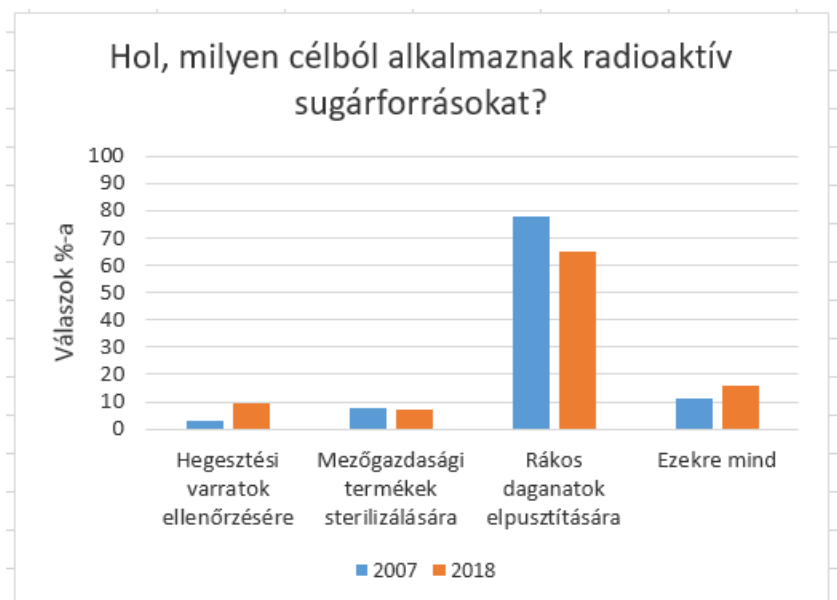
A kérdés korábban csak 2007-ben szerepelt, és akkor a diákok 51 %-a gondolkodott helyesen a témáról. Tehát ebben az esetben is visszaesést láthatunk.

9. Hol, milyen célból alkalmaznak radioaktív sugárforrásokat?

1. Hegesztési varratok ellenőrzésére
2. Mezőgazdasági termékek sterilizálására.
3. Rákos daganatok elpusztítására.
4. Ezekre mind.



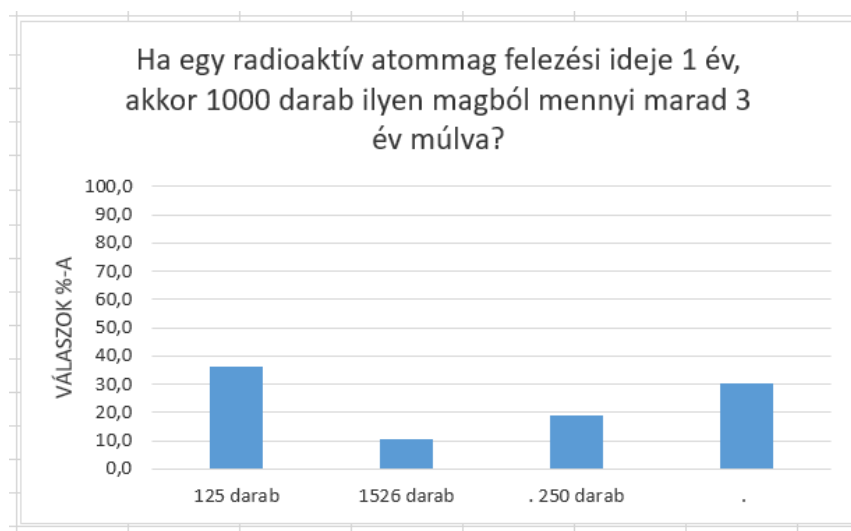
A legtöbben a rákos daganatokra gondoltak.



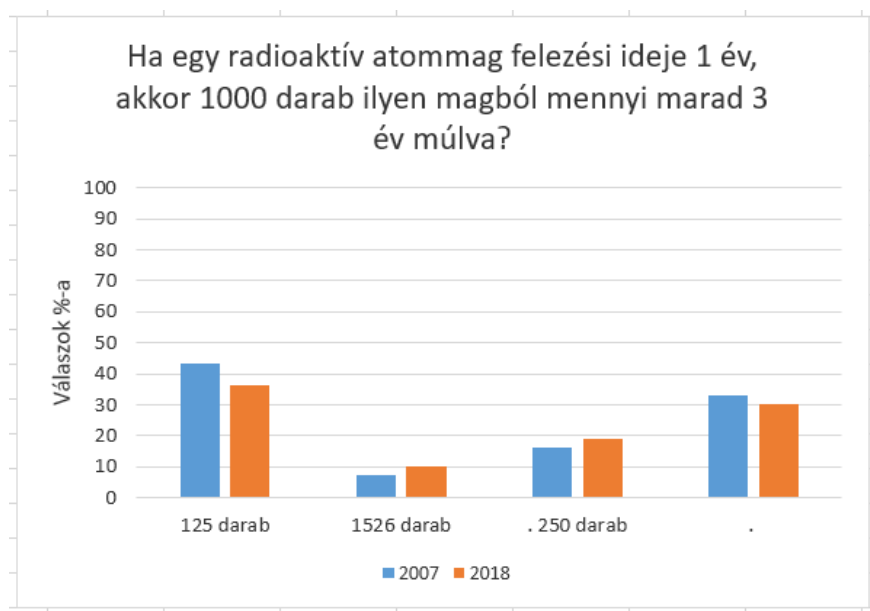
A 2018-as felmérésben is a legtöbb diák csak a rákos daganatok elpusztítására gondolt, de kicsit nagyobb arányban jelölték meg, hogy a felsoroltakra mind, ami a helyes válasz.

10. Ha egy radioaktív atommag felezési ideje 1 év, akkor 1000 darab ilyen magból mennyi marad 3 év múlva?

1. 125 darab
2. 1526 darab
3. 250 darab
4. $\sqrt[3]{1000}$



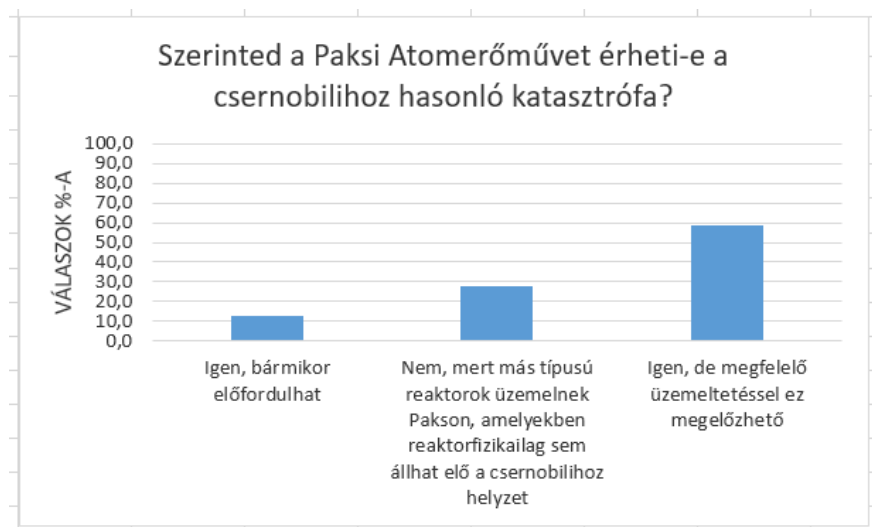
Érdekes, hogy annak ellenére, hogy a megkérdezettek még nem tanultak kifejezetten atomfizikát, mégis 36 %-ban ki tudták következtetni a helyes választ. Ez arra utal, hogy a diákok egy része (harmada) hajlandó gondolkodni, és eljutni a helyes következtetéshez. De egyben azt is mutatja, hogy az atomfizikai ismeretek nem feltétlenül tartoznak a nehéz témakörök közé, mely indokolhatná mellőzésüket a fizikaoktatásból.



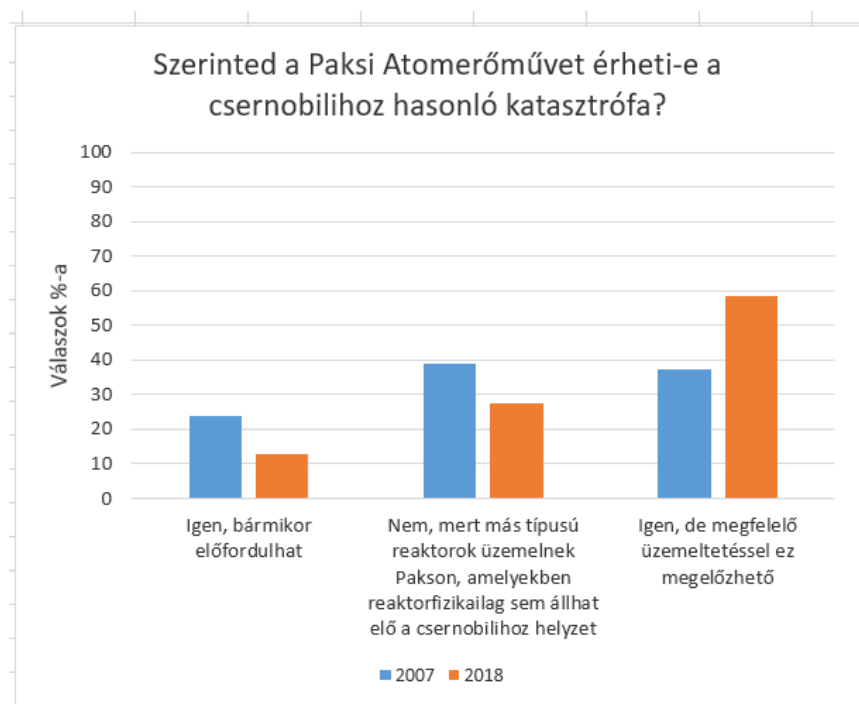
A kérdés csak 2007-ben szerepelt először, és akkor nagyobb arányban tudták kikövetkeztetni a jó választ. Az utolsó lehetőségre valószínűleg azért gondoltak sokan, mert egy kicsit bonyolultabb összefüggést adtunk meg, ami tudományosnak tűnhetett.

11. Szerinted a Paksi Atomerőművet érheti-e a csernobilihoz hasonló katasztrófa?

1. Igen, bármikor előfordulhat
2. Nem, mert más típusú reaktorok üzemelnek Pakson, amelyekben reaktorfizikailag sem állhat elő a csernobilihoz helyzet
3. Igen, de megfelelő üzemeltetéssel ez megelőzhető



Szerencsére kevesen gondolják azt, hogy bármikor előfordulhat. De kár, hogy sokan nem tudják, hogy Pakson más típusú reaktorok üzemelnek.



Sajnos ezen a téren elég komoly a tévképzetek jelenléte, mely nem csökkent az évek során. A helyes irányba terelés mindenképpen a fizikaoktatás fontos feladata kell, hogy legyen.

Az utolsó három kérdés új volt, mely az aktuális viszonyokra való reflexió eredményeként került be 2018-ban a kérdőívbe.

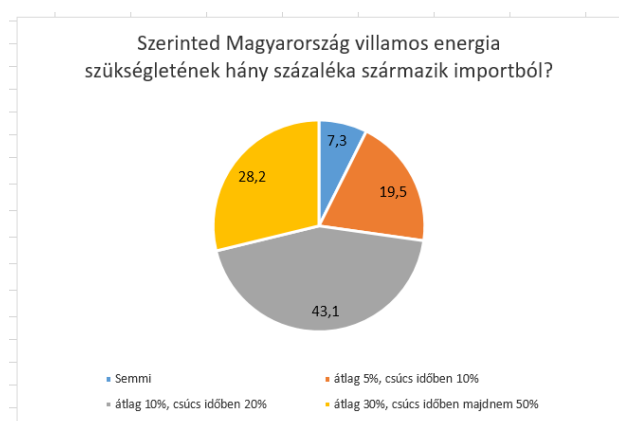
12. Szerinted Magyarország villamos energia szükségletének hány százalék származik importból?

1. Semmi, minden szükséges villamos energia mennyiséget elő tudunk állítani hazai erőművekben.

2. átlag 5%, csúcs időben 10%

3. átlag 10%, csúcs időben 20%

4. átlag 30%, csúcs időben majdnem 50%



A diákoknak csak a negyede gondolja azt, hogy hazánkban, sok esetben, a elektromos energia felhasználás több, mint 30 %-át is importból kell beszerezni. A legtöbbben 10 – 20 %-ra gondolnak csak, vagy annál is kevesebbre. Ez a kérdés először szerepelt.

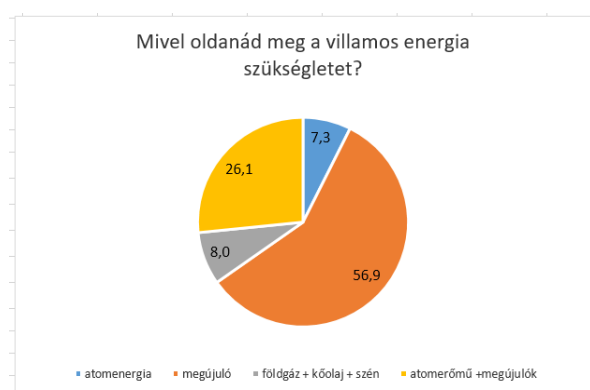
13. Mivel oldanád meg a villamos energia szükségletet?

1. atomenergia

2. megújuló

3. földgáz + kőolaj + szén

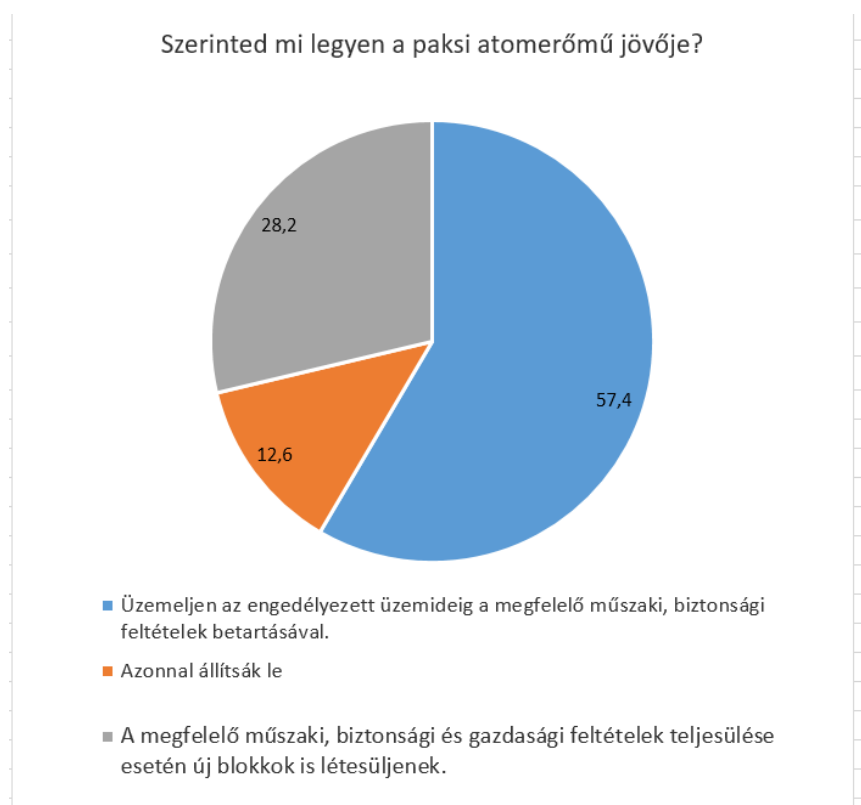
4. atomerőmű + megújulók



A legtöbb diák a megújulókat szeretné. Valószínűleg nem gondolnak abba bele, hogy csak megújulókkal nem lehet megoldani a kérdést.

13+1. Szerinted mi legyen a paksi atomerőmű jövője?

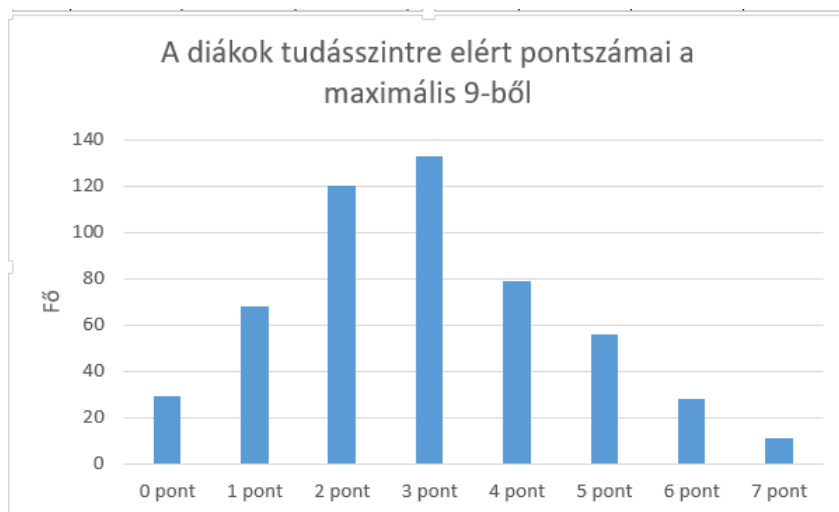
1. Üzemeljen az engedélyezett üzemideig a megfelelő műszaki, biztonsági feltételek betartásával.
2. Azonnal állítsák le.
3. A megfelelő műszaki, biztonsági és gazdasági feltételek teljesülése esetén új blokkok is létesüljenek.



Szerencsére kevesen akarják azonnal leállítani, tehát a diákok elfogadóak a nukleáris energia használatával kapcsolatban. Az új blokkok építésével is sokan egyetértenek. A többség azonban az előző válaszok alapján valószínűleg úgy gondolja, hogy a megújulókkal is meg lehet majd oldani a jövőben az energiagondokat.

Néhány esetben megvizsgáltuk, hogy találunk-e szignifikáns különbségeket egyes tanulói csoportok tudása között. A szignifikanciát 5 %-os szinten vizsgáltuk. Ehhez a TOTO-ból kivettük a 4-12 – kérdéseket, összesen 9-et, ami tudás jellegű elemekre kérdezett rá.

A kérdésekre adott jó válaszokhoz 1-1 pontot rendeltünk, így összesen maximálisan 9 pont volt szerezhető. Ilyen diák nem volt. A legjobb teljesítmény 7 pont volt, melyet mindössze 11 fő ért el az 524 fő közül.



A következőkben megnézzük, hogy mutatható-e ki szignifikáns különbség a fiúk és a lányok, a fővárosi és vidéki diákok tudása és vélemények között. Továbbá megnézzük, hogy az egyre magasabb évfolyamra járó diákok válaszai hogyan alakulnak.

Van-e különbség a fiúk és a lányok tudása és attitűdje között?

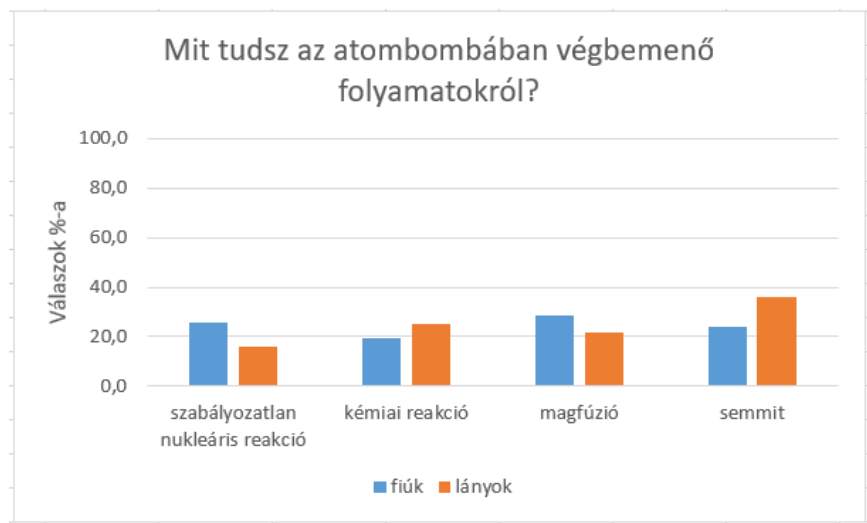
Az előző három felmérés eredményeihez hasonlóan ebben az esetben is különbségeket tapasztaltunk a fiúk és a lányok a nukleáris technikával kapcsolatos tudása és az alkalmazásáról alkotott véleménye között. Általánosságban elmondható, hogy a fiúk többet tudnak a témáról és valószínűleg ennek következtében kedvezőben ítélik meg. A következő részben azokat a kérdéseket emeljük ki, ahol nagyok a két nem véleménye közötti különbségek.

3. Milyen megoldást javasolsz a jövő energiaigényének kielégítésére?



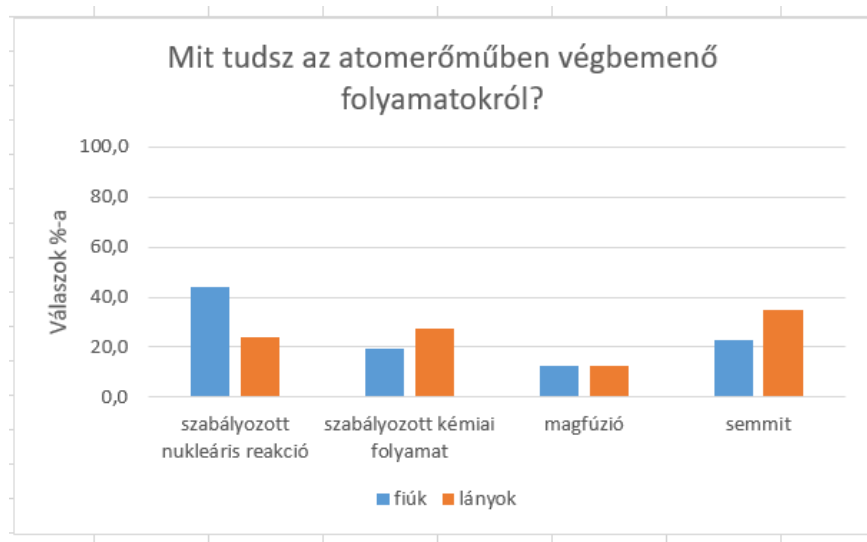
Mind a fiúk, mind pedig a lányok a napenergiát részesítik előnyben. Azonban minket a nukleáris energia választása érdekelt, és az ábrán azt láthatjuk, hogy ezt a lányok jóval kisebb mértékben választanák. A fiúk 11 %-ban, míg a lányok csak 6 %-ban.

4. Mit tudsz az atombombában végbemenő folyamatokról?



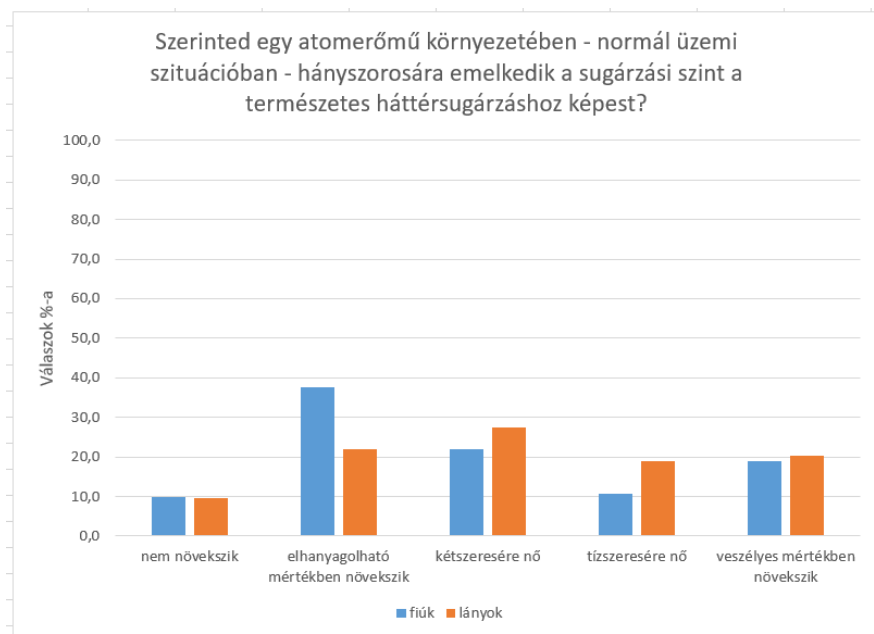
Mint az látható, a fiúk nagyobb hányada tudja, hogy az atombombában milyen folyamat zajlik.

5. Mit tudsz az atomerőműben végbemenő folyamatokról?



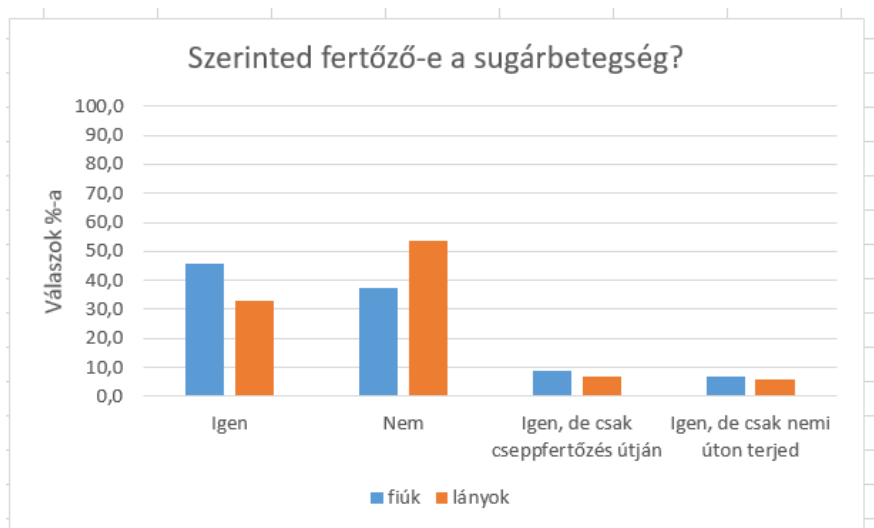
A fiúk az atomerőműben végbemenő folyamatokról is többet tudnak. Tehát a lányok természettudományos szemléletének alakítására kiemelten kell figyelni.

6. Szerinted egy atomerőmű környezetében - normál üzemi szituációban - hányszorosára emelkedik a sugárzási szint a természetes háttérsugárzáshoz képest?



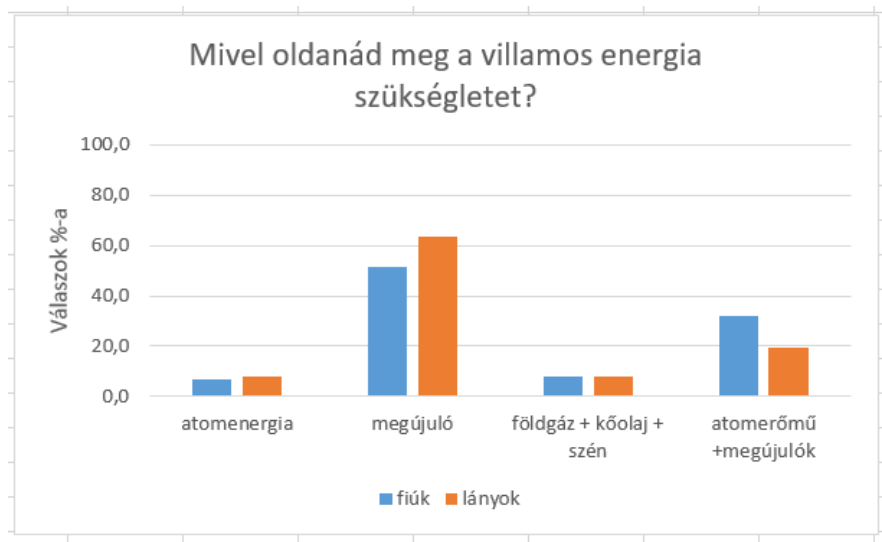
Ezt a kérdést is a fiúk oldották meg jobban. A fiúknak sokkal nagyobb arányban vannak helyes ismereteik.

8. Szerinted fertőző-e a sugárbetegség?



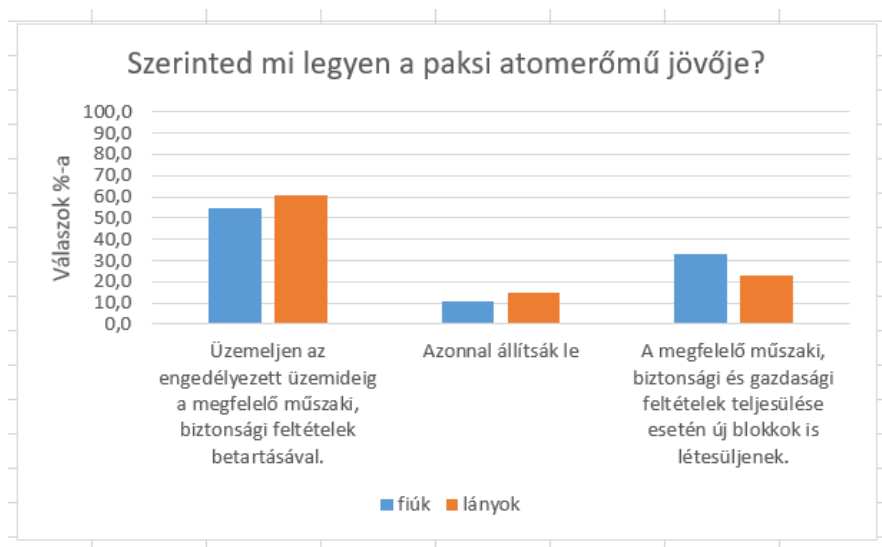
Ezt a kérdést a lányok jobban tudták.

13. Mivel oldanád meg a villamos energia szükségletet?



A fiúk nagyobb arányban választanák a nukleáris energiát, míg a lányok jobban megújuló pártiak.

13+1. Szerinted mi legyen a paksi atomerőmű jövője?



Ebből az ábrából is az látható, hogy fiúk sokkal inkább nukleáris pártiak. Vagyis a fiúk **nagyobb tudása elfogadóbbá** teszi őket a nukleáris energia iránt.

Tehát előző három kérdőívünk eredményeihez hasonlóan most is kijelenthetjük, hogy a témával kapcsolatos több tudás egyben kedvezőbb megítélést jelent!

Hipotézisünkben a korábbi felmérések eredményei alapján azt vártuk, hogy a fiúk többet tudnak és kedvezőbben is ítélik meg a nukleáris energiát. A *fiúk – lányok* közt éppen csak nem szignifikáns az eltérés. Ellenben ha a kiválasztott 9 tudással kapcsolatos kérdés közül kivesszük a 8. kérdést, mely a sugárbetegséggel kapcsolatos, és a jó válasz az, hogy nem

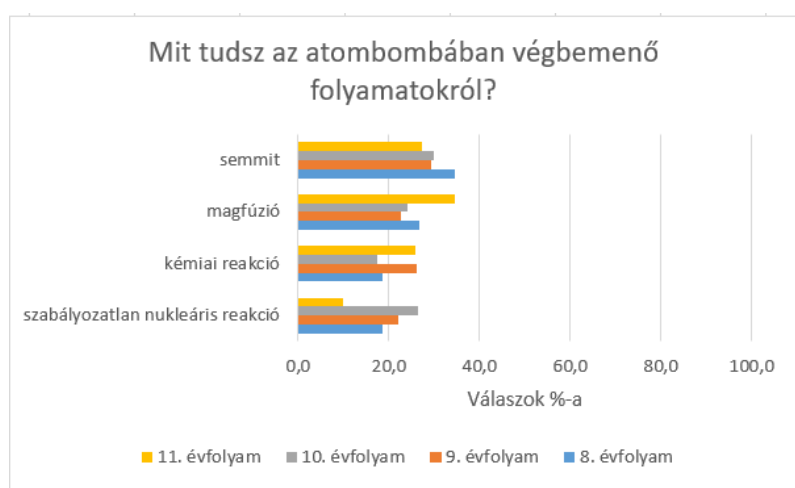
fertőző betegség, mely biológiai jellegű kérdés, amit a lányok jobban tudnak, akkor viszont erősen szignifikáns különbség mutatkozik a fiúk javára.

Évfolyamonkénti elemzés

A 8., a 9., a 10. és a 11. évfolyamos diákok válaszait összehasonlítottuk, mivel kíváncsiak voltunk arra, hogy változik-e és ha igen, akkor hogyan, a tanulók tudása, illetve véleménye az életkor előrehaladtával. A 7. és a 12. évfolyamra járó és a kérdőívet kitöltő tanulók csekély aránya miatt hagytuk ki ezt a két évfolyamot az összehasonlításból.

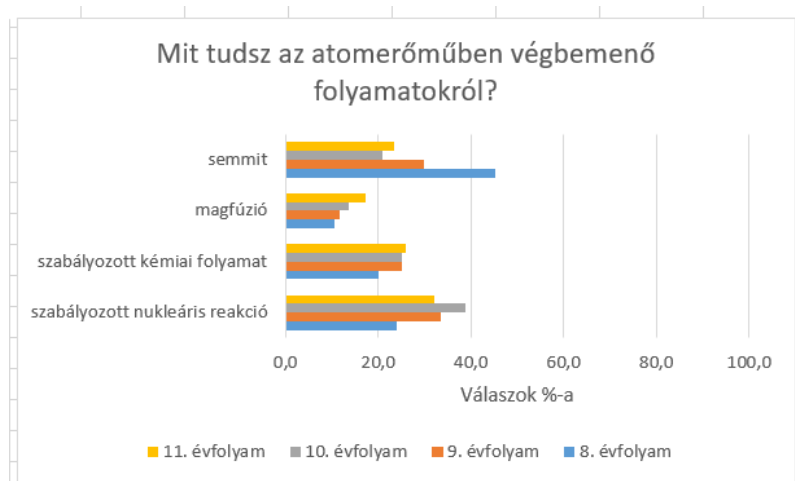
Csak azokat a kérdéseket nézzük részletesebben, amelyekre adott válaszokban különbségeket találtunk.

4. Mit tudsz az atombombában végbemenő folyamatokról?



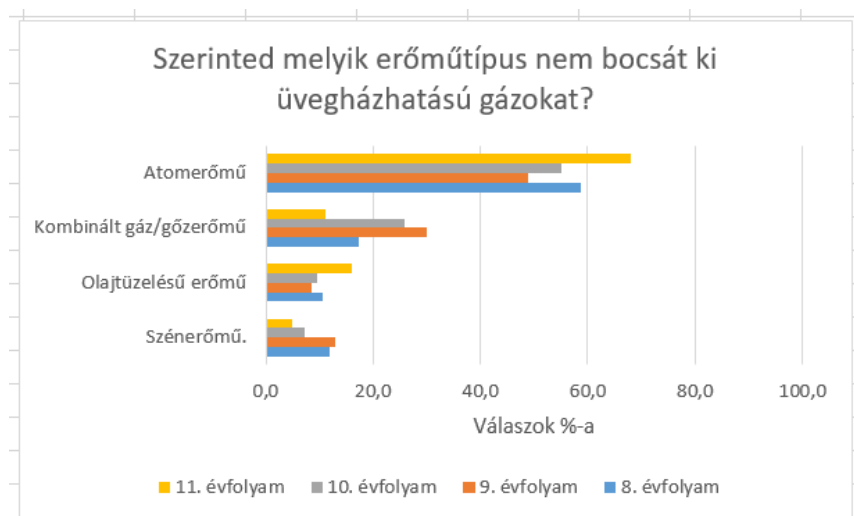
Érdekes a kérdésre adott válaszok évfolyamonkénti vizsgálata. Az évek előrehaladtával növekszik a helyes válaszok aránya, míg a 11. évfolyamosok esetében az hirtelen lecsökken. Vagyis ők jóval kisebb arányban tudják, hogy szabályozatlan nukleáris reakcióról van szó, mint fiatalabb társaik.

5. Mit tudsz az atomerőműben végbemenő folyamatokról?



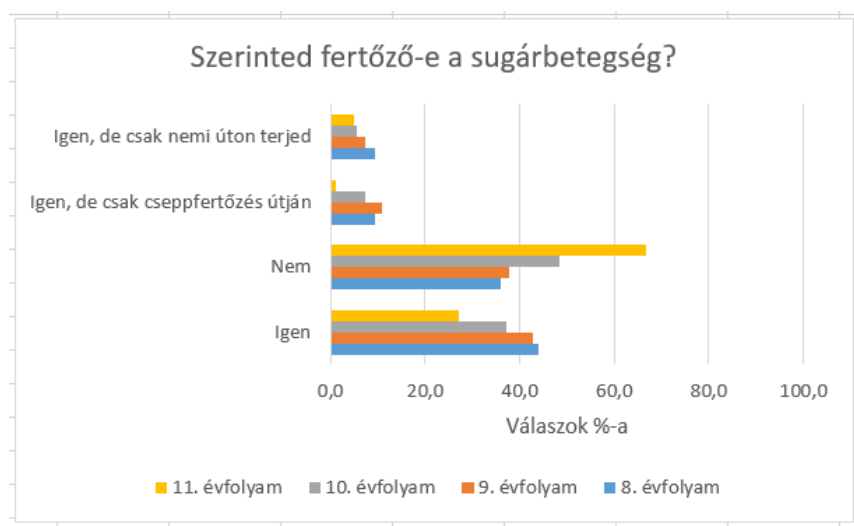
Teljesen hasonlókat mondhatunk el, mint az előző kérdésre adott válaszok esetében. Mintha visszafejlődnének a diákok, hiszen a 11-ben visszaesés van. A magfűző választása nő az évfolyammal, holott hasadásról van szó.

7. Szerinted melyik erőműtípus nem bocsát ki üvegházhatású gázokat?



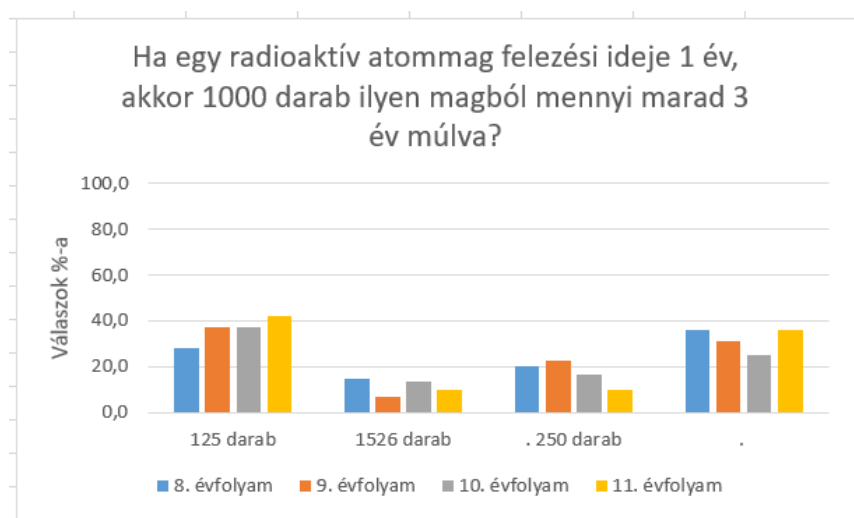
Ebben az esetben a 11. évfolyamra járó tanulók tudták legnagyobb arányban a jó választ. Viszont a 8. évfolyamot követően tapasztalhatunk visszaesést a 9. és a 10. évfolyamon.

8. Szerinted fertőző-e a sugárbetegség?



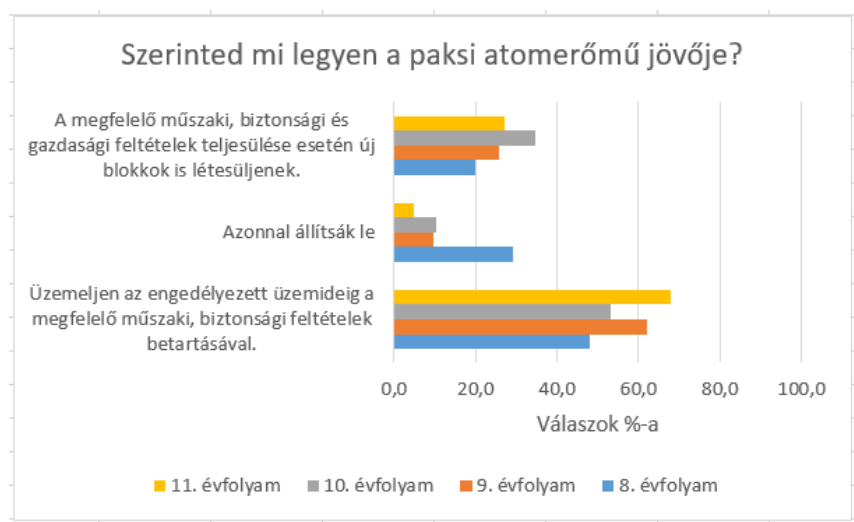
Ebben az esetben látjuk az elvárt növekedést. A 11. évfolyamra járó tanulók tudják legnagyobb arányban, hogy a sugárbetegség nem fertőző.

10. Ha egy radioaktív atommag felezési ideje 1 év, akkor 1000 darab ilyen magból mennyi marad 3 év múlva?



Ebben az esetben is azt láthatjuk, hogy a 11. évfolyamosok tudják legnagyobb arányban a jó választ. De meg kell mondjuk, hogy azért nagyobb arányra számítottunk.

13+1. Szerinted mi legyen a paksi atomerőmű jövője?



Sajnos a szép évfolyamonkénti növekedés az új blokkok építésének javaslata esetében visszaesést mutat a 11. évfolyamosoknál.

Várakozásunkkal ellentétben a tudásszint évfolyamonkénti emelkedése nem minden esetben következett be. Sőt, vannak esetek, hogy visszaesés történt a tudásszintben. És sok esetben stagnálás tapasztalható a külön nem elemzett kérdésekre adott válaszokban.

A 10. és a 11. évfolyamon elért teljesítmények között nincs szignifikáns különbség a 9 tudáselemre elemre nézve. Ellenben a 11. évfolyamos tanulók esetében az atombombában és az atomerőműben végbemenő folyamatokról való kevesebb tudás feltűnő. Csak erre a két

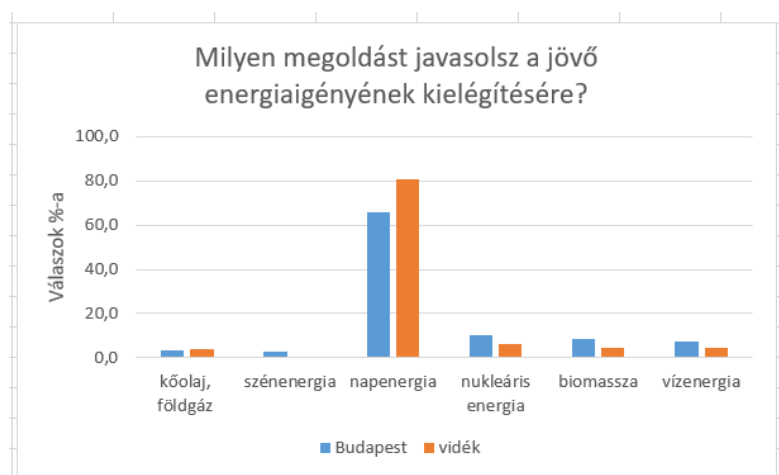
esetre nézve szignifikáns különbség mutatható ki a két évfolyam tanulójának tudásrendszerében a 10-esek javára.

A jelenség valószínűleg abból adódik, hogy a 11. évfolyamos diákok már csak azokat a tantárgyakat tanulják nagyobb intenzitással, melyekből érettségizni fognak. Továbbá csak az ezekkel kapcsolatos hírekre reagálnak. A természettudományos tantárgyak már erősen visszaszorulnak a 11. évfolyamon. Pedig fontos időszak lenne a természettudományos-műszaki szemlélet alakítása szempontjából. E helyett pedig a felmérés eredményei azt mutatják, hogy a már meglévő is elkezd visszafejlődni már ekkor az iskolás évek alatt!

Területi megoszlás szerinti elemzés

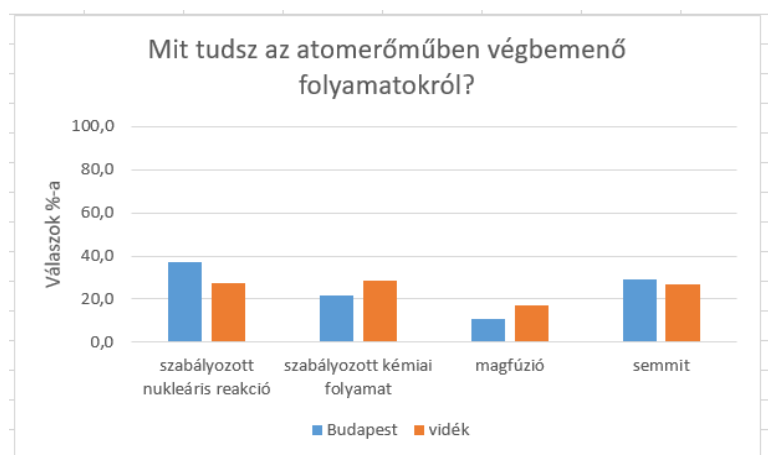
Kíváncsiak voltunk, hogy vajon befolyásolja-e a diákok tudását, illetve a nukleáris energiával kapcsolatos véleményét az, hogy a fővárosban, avagy vidéken élnek. Csak a különbségeket mutatjuk be.

3. Milyen megoldást javasolsz a jövő energiaigényének kielégítésére?



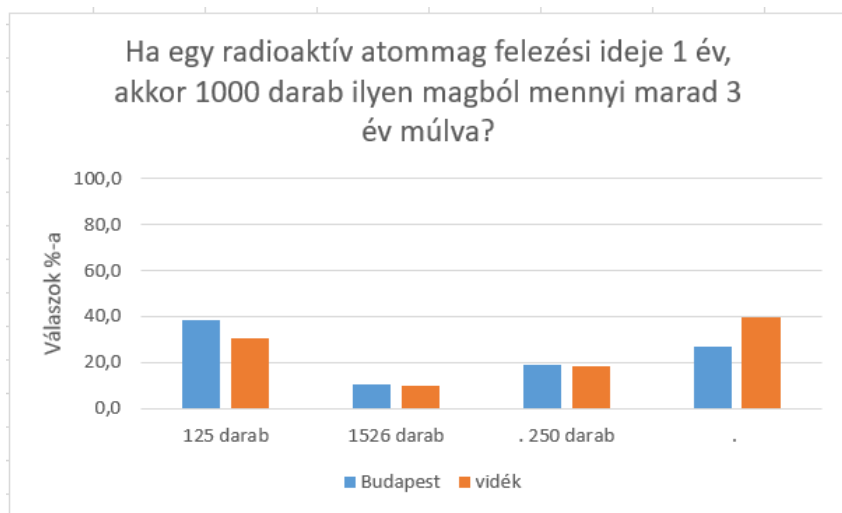
A vidéki diákok még sokkal inkább napenergia pártiak, mint a fővárosiak.

5. Mit tudsz az atomerőműben végbemenő folyamatokról?



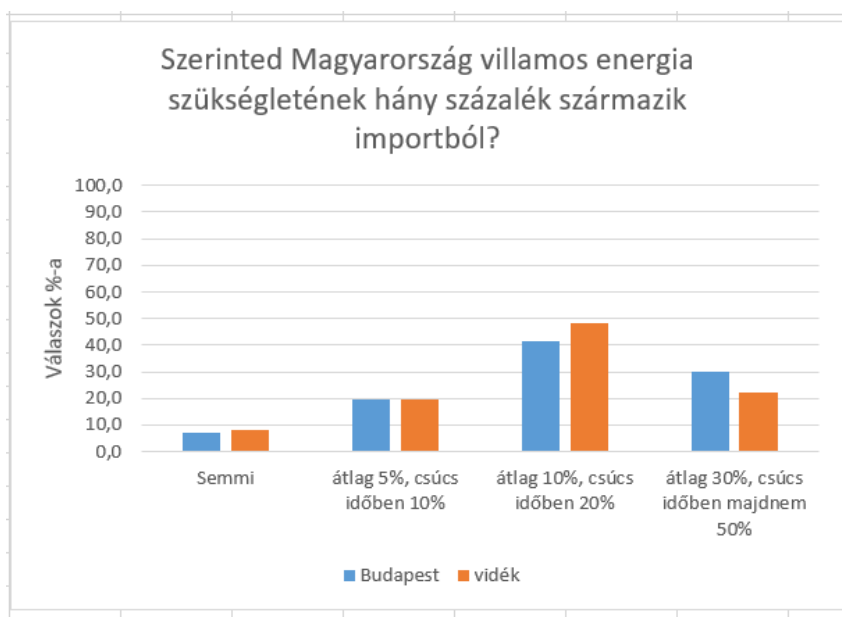
A fővárosi diákok kicsit nagyobb arányban tudják a helyes választ. De többen vallják azt is, hogy semmit sem tudnak.

10. Ha egy radioaktív atommag felezési ideje 1 év, akkor 1000 darab ilyen magból mennyi marad 3 év múlva?



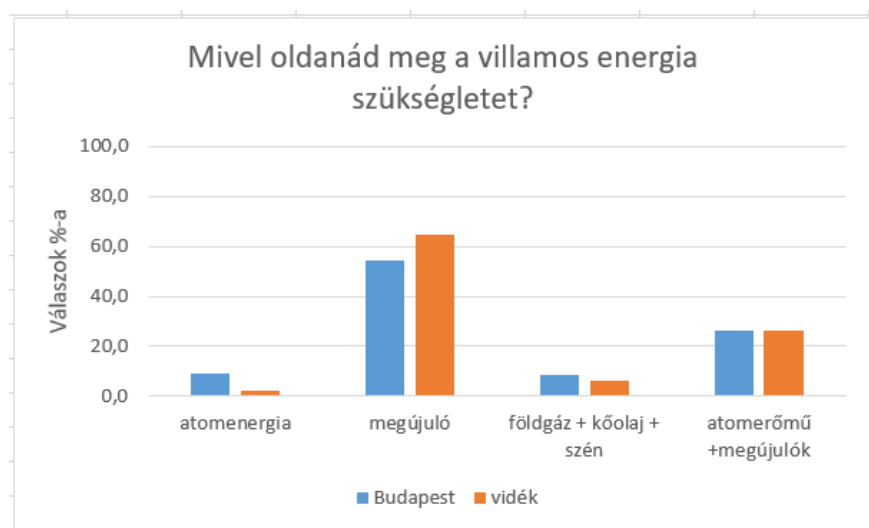
A fővárosi diákok a számítást igénylő kérdést is nagyobb arányban tudták megoldani.

12. Szerinted Magyarország villamos energia szükségletének hány százalék származik importból?



A fővárosi diákok nagyobb arányban találták el a 30 %-os átlagot, de ténylegesen ez sem sok.

13. Mivel oldanád meg a villamos energia szükségletet?



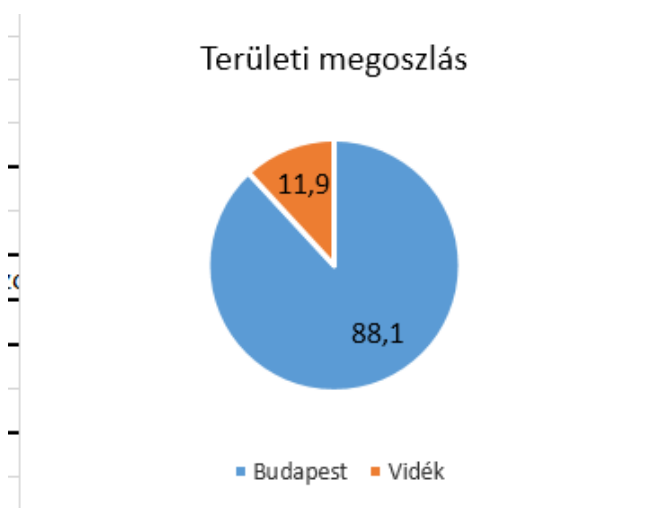
A fővárosi diákok kisebb arányban gondolnak a megújuló energiaforrásokra. Helyette inkább a nukleáris energiát támogatják. A második oszlopok közti különbség jelenik meg az első oszlop esetében.

Megállapíthatjuk, hogy a fővárosi diákok kicsit nagyobb aránya tud fontos ismereteket az atomenergiáról, és közel ennyivel támogatottabbak is. A különbség szignifikáns 5 %-os szinten.

Akik többet tudnak kedvezőbb véleményt alakítanak ki?

Kíváncsiak voltunk kifejezetten arra, hogy akik többet tudnak a nukleáris energiáról, azok kedvezőbb képet alakítanak-e ki róla. Ehhez azokat a tanulókat szűrtük ki a program segítségével, akik a bombában és az erőműben végbemenő folyamatokat jól határozták meg. Vagyis akik a 4. és az 5. kérdésekre jól válaszoltak.

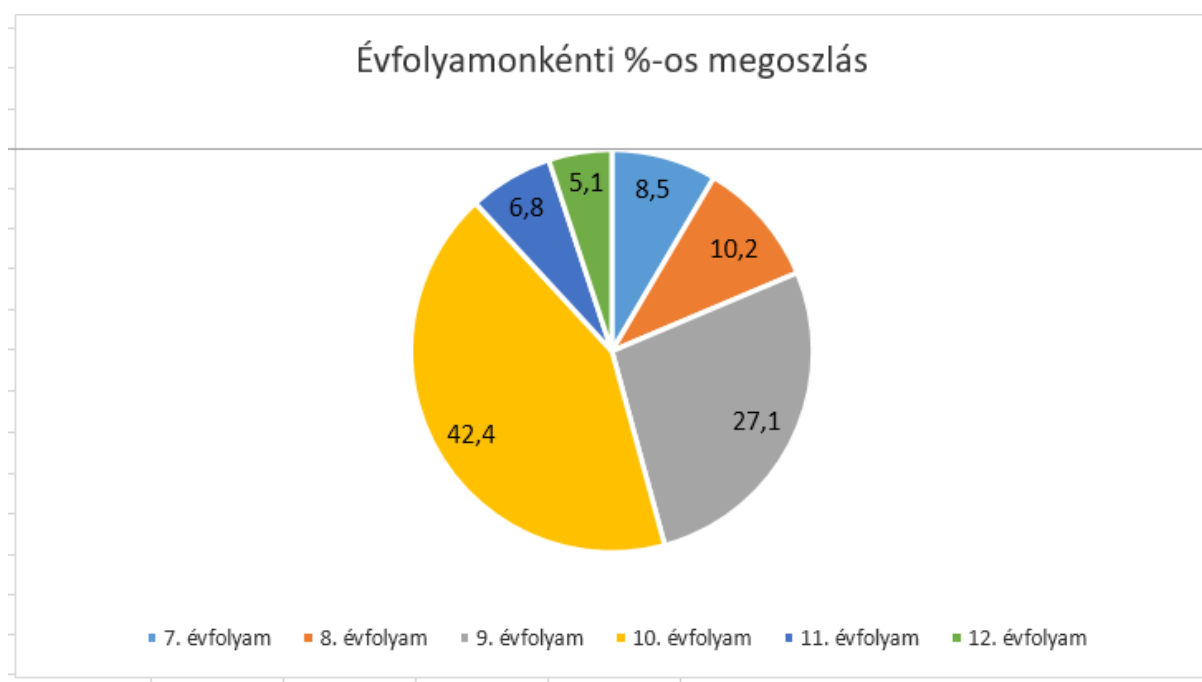
59 fő tudta mindkét kérdésre a jó választ az összesen 524 diák közül. Ez mindössze a megkérdezettek **11 %-a**. Érdekes megnézni a demográfiai összetételét ezeknek a diákoknak, mivel az jelentősen eltér az egész mintától. Zömmel *fővárosi fiúkról* van szó.



A teljes minta közel negyede vidéki, míg ebben az esetben csak 12 %.

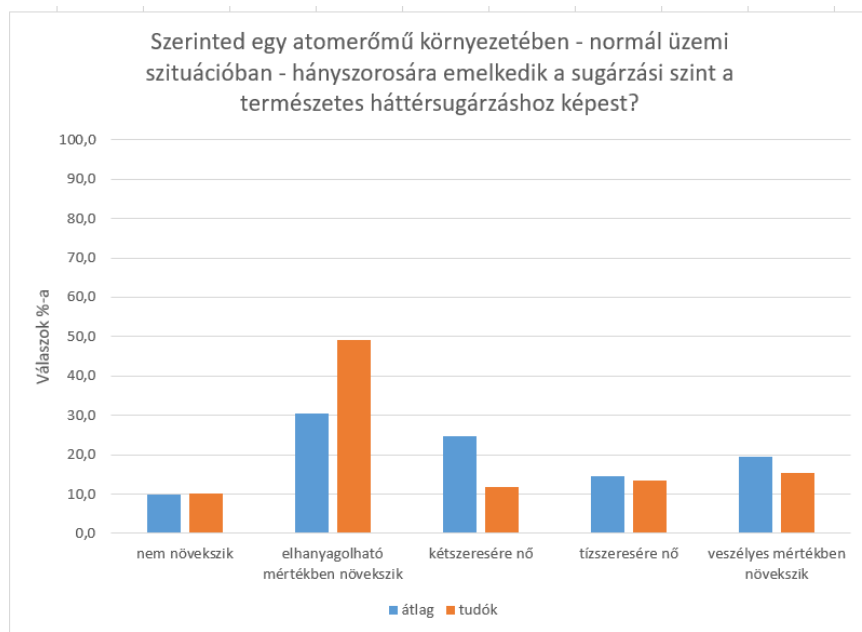


A teljes mintában 53 % a fiú, míg itt 76 %.



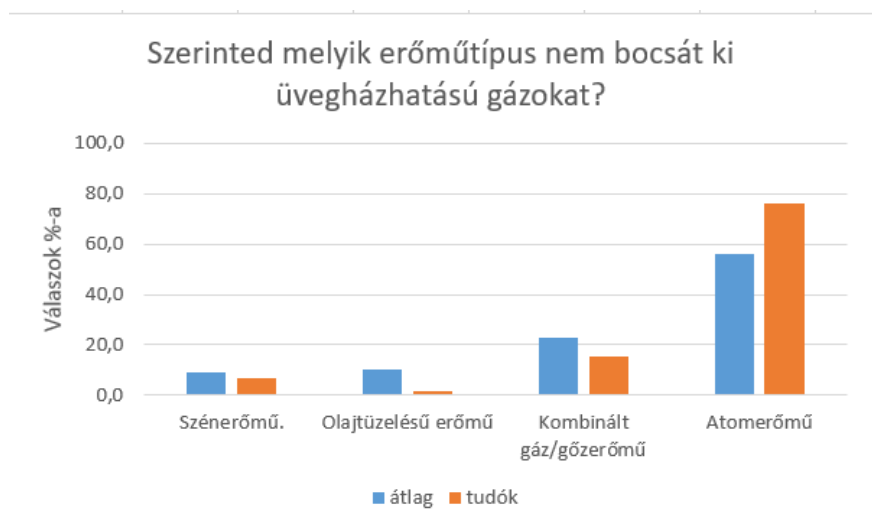
Az évfolyamonkénti eloszlás eltolódott a magasabb évfolyamok javára.

6. Szerinted egy atomerőmű környezetében - normál üzemi szituációban - hányszorosára emelkedik a sugárzási szint a természetes háttérsugárzáshoz képest?



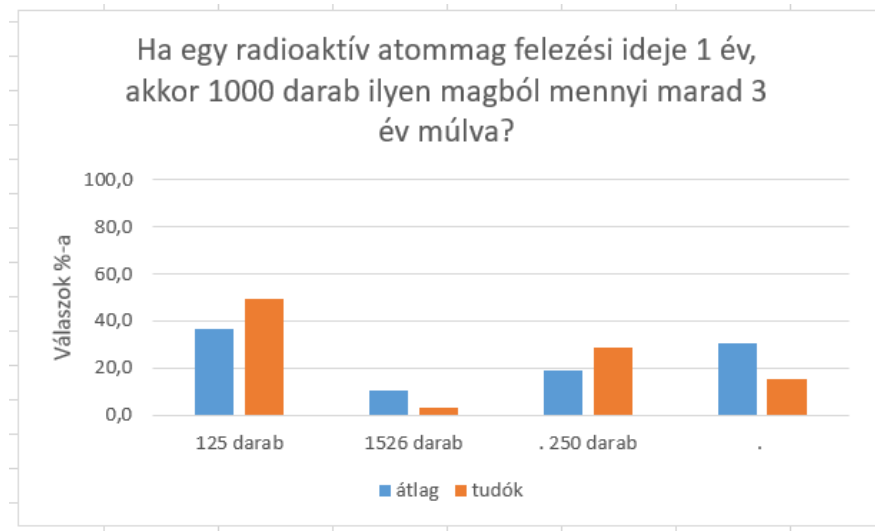
A kérdésre nagyobb arányban válaszoltak helyesen, mint a teljes minta esetében.

7. Szerinted melyik erőműtípus nem bocsát ki üvegházhatású gázokat?



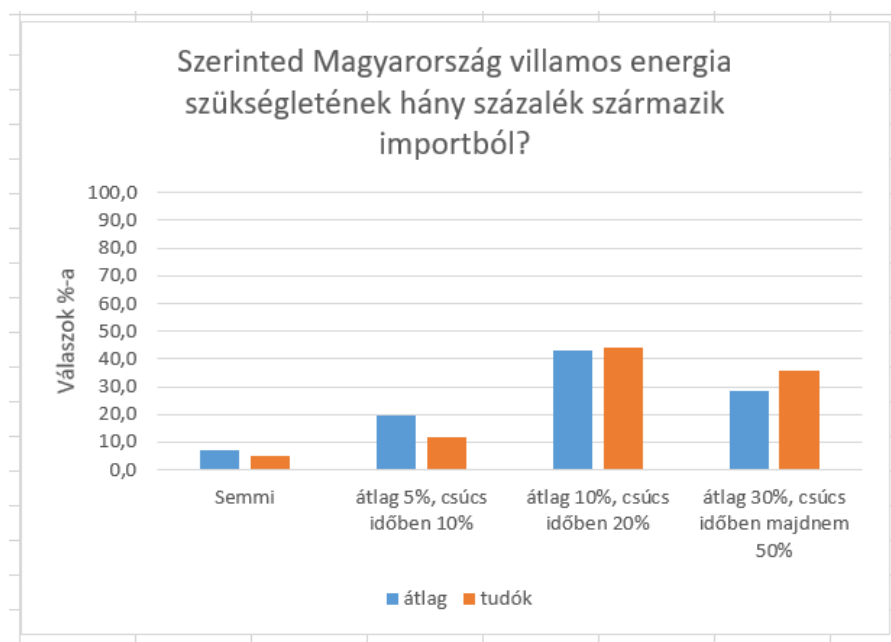
Erre a kérdésre is nagyobb arányban válaszoltak helyesen.

10. Ha egy radioaktív atommag felezési ideje 1 év, akkor 1000 darab ilyen magból mennyi marad 3 év múlva?



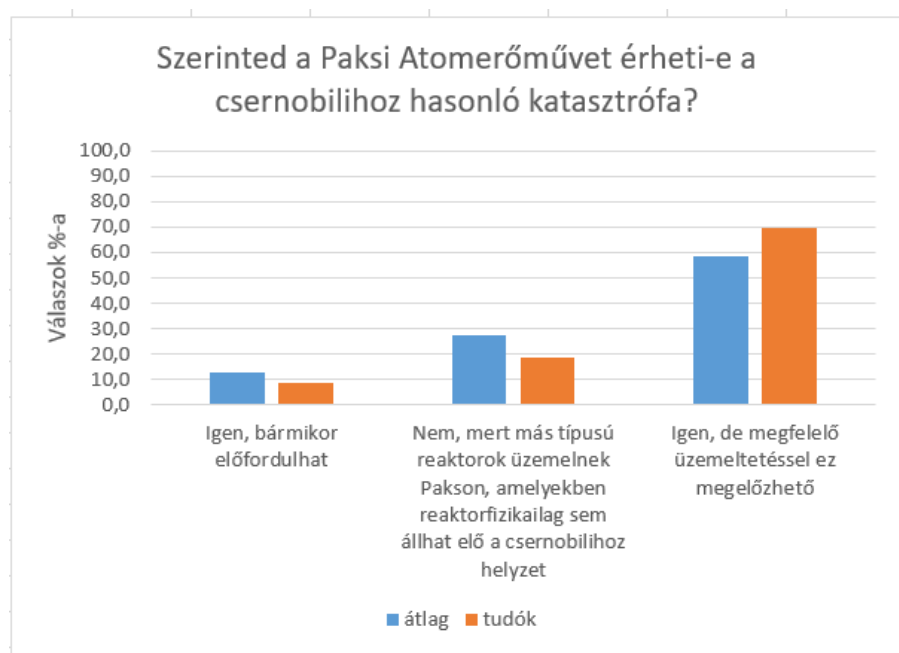
A számolás feladatot is nagyobb arányban oldották meg helyesen. De ez a közel 50 % sem mondható soknak, tekintve, hogy egy egyszerűen kikövetkeztethető példáról volt szó.

12. Szerinted Magyarország villamos energia szükségletének hány százalék származik importból?



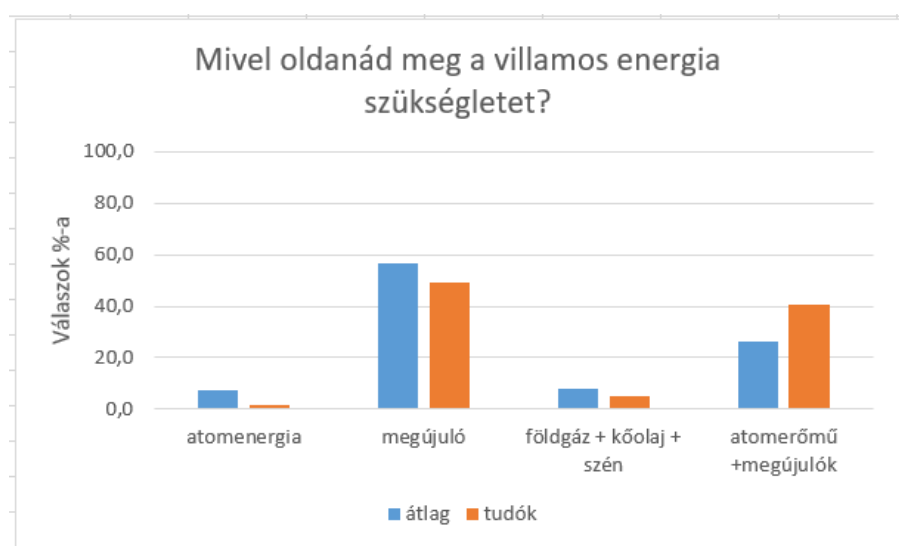
Erre a kérdésre csak egy picit nagyobb arányban adtak jó választ.

11. Szerinted a Paksi Atomerőművet érheti-e a csernobilihoz hasonló katasztrófa?



Érdekes, hogy erre a kérdésre viszont nagyobb arányban születtek rossz válaszok, mivel kevesen tudták azt, hogy a Pakson üzemelő blokkok más típusúak.

13. Mivel oldanád meg a villamos energia szükségletet?



Ebben az esetben azt lehet mondani, hogy a diákok más válaszokat adtak, mint a nagy minta. Kisebbségi arányban választották egyedülként a nukleáris energiát, Ellen nagyobb arányban az „atomerőmű + megújulók” opciót.

Összességében megállapíthatjuk, hogy azok, a bombában és az erőműben végbemenő folyamatokról, a többi kérdésre is jobban válaszoltak. A különbség szignifikáns. A nukleáris

energia felhasználásáról is kedvezőbben nyilatkoznak. Ők zömmel a magasabb évfolyamokra járó elsősorban fővárosi fiúk.

A feltárt jelentősebb összefüggések

A feltárt összefüggéseket a tanulmány elején megfogalmazott kutatási kérdések és hipotézisek alapján vesszük sorra.

K1. Felfedezhető-e jelentős különbség a fiúk és a lányok válaszaiban?

H1. A korábbi felmérések eredményei alapján azt gondoltuk, hogy igen, a fiúk minden bizonnyal többet tudnak a témáról és elfogadóbbak is.

- Hipotézisünknek megfelelően eltérés van mind tudásszintben, mind a nukleáris energia megítélését illetően a fiúk és a lányok között. A fiúk **tájékozottabbak és kedvezőbben** is ítélik meg a nukleáris energiát.

K2. Miként befolyásolja a témával kapcsolatos tudásrendszer a nukleáris technika elemei felhasználásának elfogadottságát? Változik-e ez az évek során?

H2. Feltételezésünk szerint minél több ismerete van valakinek a témáról, annál kedvezőbben ítéli meg. Továbbá a magasabb évfolyamra járó tanulók többet tudnak a nukleáris energiáról és kedvezőbben is ítélik meg.

- Egyértelmű kapcsolat állapítható meg abban a tekintetben, hogy **akik többet tudnak a témáról, azok kedvezőbben is ítélik meg** a nukleáris energiát, ahogy azt előzetesen gondoltuk. Azonban a diákok témával kapcsolatos tudása nem növekszik az évek során. Illetve növekedés mutatható ki a 3-9-10. évfolyamok között, ami a 11. évfolyamon néhány kérdés esetében visszaesik. Ennek okát a természettudományos tantárgyak visszaszorításában látjuk, melynek hatása már az iskolai oktatás időszakában megmutatkozik.

K3. Felfedezhető-e különbség a fővárosi és a vidéki diákok tudása és a nukleáris energia elfogadottsága között?

H3. Azt gondoltuk, hogy ebben nem lesz különbség.

- Nem túl nagy, de szignifikáns különbség van a fővárosi diákok javára.

K4. Változott-e a diákok nukleáris technikával kapcsolatos tudásszintje az eltelt évtizedek alatt?

H4. Azt gondoltuk, hogy a diákok nukleáris technikával kapcsolatos tudásszintje körülbelül azonos lesz, nem változik az évtizedek során.

- **2018-ban kevesebbet tudnak a diákok, mint korábban! Erre nem számítottunk!** Ez már minden bizonnyal annak a következménye, mely szerint a természettudományos oktatás vissza lett szorítva hazánkban a folyamatos óraszám csökkentésekkel. Így nem alakul megfelelően a diákok természettudományos szemlélete, nem érdeklődnek kellően a műszaki – természettudományos kérdések iránt, holott napjainkban sokkal több információt tudnának elérni bármilyen témában, mint valaha az emberiség történetében.

A kapott adatokat elemezve jelen felmérés során is megállapítható, hogy nukleáris energia megítélése ugyan nem túl kedvező, de szerencsére egyértelmű elutasítás sem tapasztalható. A diákok inkább, mint egyik lehetőséget tartják fontosnak. A diákok nagy %-a tudja, hogy a nukleáris energia felhasználása az elektromos energia előállításához (átalakításához) nem bocsát ki a földi klíma alakulása szempontjából veszélyes anyagokat.

Az előző, az 1987-es, az 1993-as és a 2007-es adatgyűjtések eredményeivel jelen felmérésünk eredményei összhangban vannak, vagyis azok megbízhatónak tekinthetők. Több kérdést szándékosan azonos, vagy majdnem azonos formában tettünk fel, melyekre adott válaszokból a vélemények alakulásáról is képet kaphattunk az elmúlt három évtized során.

Azt gondoljuk, hogy az iskolának nagyobb szerepet kellene vállalni a nukleáris technikával kapcsolatos ismeretek közvetítése kapcsán. A megfelelő tanítási órákon, mint fizika, kémia, földrajz, át kell tekinteni a különböző energiaátalakítási lehetőségeket, az azokhoz kapcsolódó kockázati tényezőket. Meg kell értetni a tanulókkal azt, hogy az egyre nagyobb létszámú emberiség energiaigénye fokozódik, és ennek előállítása bizonyos veszélyeket is hordoz magában. Természetesen az energia hatékony felhasználása, a takarékoság szükséges, de az egyre bővülő elektromos berendezéseink napi használatáról, melyek közé több és több eszköz tartozik, mint mai modern életmódunk szükséges, velejárója, mint számítógép, klímaberendezés, mikrohullámú sütő, mobiltelefon stb. melyek működtetését természetesnek tartjuk, nem szeretnénk lemondani! Az energiahiány és ezen belül a elektromos energia hiánya, illetve csökkentett elérési lehetősége, mai életmódunk visszafejlődésével járna, továbbá csak jóval kevesebb ember életlehetőségét tudná biztosítani a Földön!

Különböző szinteken tanítható, osztálytermi környezetben feldolgozható energetikával és azok környezeti hatásaival foglalkozó modulokat, tanítási egységeket lehet kidolgozni, melyekre mutatunk is példát. Az általános iskolai korosztály számára is feldolgozhatók az ilyen témakörök, természetesen egyszerűsített formában.

Javaslatok az oktatás számára

A különböző médiumok előszeretettel kínálnak modern fizikai témákat, sokszor, mint érdekességet, sokszor, mint szenzációt. A nukleáris energia felhasználási lehetőségeiről, e felhasználás során bekövetkező eseményekről is előszeretettel szólnak a különböző híradások. Az iskola tehát nem teheti meg, hogy ezek tudományos igényű fogadására nem készíti fel a leendő állampolgárokat. A továbbiakban javaslatokat írunk le a nukleáris témák feldolgozási lehetőségeihez, melyek nem feltétlenül csak a tanórákhoz kötődnek.

Amennyiben erre lehetőség van, érdemes kirándulás keretében megtekinteni a MVM Paksi Atomerőmű Zrt. Látogató Központját, amely rendkívül jó összefoglalást ad a témával kapcsolatban. A látogatást érdemes előre bejelenteni, ha nagyobb csoportot visznek a kollegák. A bemutató megtekintése, a szakszerű vezetés díjtalan és bárkinek lehetősége van rá, gyerekeknek is, mivel nem tartozik az erőmű területéhez.

Javasoljuk még a tanár kollegáknak, hogy kötelezően választható jelleggel minden tanulónak el kelljen olvasnia egy, a magfizika társadalmi vonatkozásaival kapcsolatos

könyvet, vagy tanulmányt, melyhez felsorolunk néhány példát. A könyvek elolvasása után a gyerekek beszámolhatnak valamilyen formában, például viták során, fogalmazás keretében stb.

- Curie Eva (1967): *Madame Curie*. Gondolat Könyvkiadó, Budapest.
- Goldsmith M. (1979): *Frédéric Joliot-Curie*. Gondolat Könyvkiadó, Budapest.
- Herneck, F. (1969): *Az atomkorszak úttörői*. Gondolat Könyvkiadó, Budapest.
- Lanouette, W. (1997): *Szilárd Leó. Zseni árnyékban*. Magyar Világ, Budapest.
- Marx György (2000): *A marslakók érkezése*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Maszudzi, I. (1978): *A fekete eső*. Európa Könyvkiadó, Budapest.
- Nikolaev – Dimicsev (1982): *A megszelídített atom*. Kozmosz Kiadó, Budapest.
- Ovcsinnikov, V. (1985): *Az A-bomba sztorija*. Kossuth Könyvkiadó, Budapest.
- Stulz, P. (1976): *A Szörnyeteg, az atommagkutatás történetéből*. Zrínyi, Kossuth Könyvkiadó, Budapest.
- Teller Ede – Zeley László (1991): *A biztonság bizonytalansága. Az atomkor – fél évszázad múltán*. Relaxa Kft. Budapest.
- Tölgyessy György (1977): *Az atomkorszak detektívjei*. Gondolat Könyvkiadó, Budapest.

A fizikát szerető, esetleg felvételre ebből a tantárgyból készülő tanulók számára mindenképpen érdekes, de valószínűleg a társadalomtudományi pályát választók számára is, hiszen éppen a 20. század történetének fontos elemei kapnak helyet a könyvekben.

A továbbiakban lehetséges tanulói tevékenységek, listáját közöljük a témakör önálló vagy csoportos tanulói feldolgozásához:

- Készítsen listát a mindennapi életben használható olyan eszközökről, amelyek működése alapvetően a modern fizika eredményein alapul!
- Vizsgálja át a televízió egy heti programját és gyűjtse ki azokat a műsorokat, melyek témája a modern fizikával kapcsolatos!
- Gyűjtsön olyan ismeretterjesztő könyveket, amelyek a modern fizika eredményeit mutatják be 12-16 éves gyerekek számára!
- Vizsgáljon át napilapokat, különböző folyóiratokat, internetes híradásokat! Milyen a modern fizikát érintő cikkek találhatók bennük? Mennyire megbízható információkat közvetítenek a különböző cikkek a nagyközönség felé? Csoportosítson aszerint, hogy melyeket tartja megbízhatónak, s melyeket nem!
- Végezzen adatgyűjtést a nukleáris energia elfogadását illetően diákok és/vagy a nagyközönség körében!
- Készítsen felmérést a modern fizika kidolgozásában részt vett magyar tudósok ismertségére vonatkozóan!
- Készítsék el a magfűzió, a maghasadás és a láncreakció képi illusztrációját!
- Modellezzék a láncreakciót!
- Hasonlítsátok össze az energia nukleáris erőműben való előállításával kapcsolatos környezeti problémákat az energia egyéb előállítási lehetőségei során felmerülő problémákkal!
- Gyűjtsetek cikkeket, különböző helyen megjelent írásokat a nukleáris energia felhasználási lehetőségeivel kapcsolatban! Készítsetek tablót ezekből!
- Készítsetek beszámolót a magyar tudósok szerepéről az atomenergia felszabadításának témakörében! A beszámoló alapján készítsetek tablót is!
- Mely országokban milyen típusú atomerőművek működnek, és mekkora az ország villamos-energiatermelésében a nukleáris energia részesedése? Ábrázoljátok térképen is a nukleáris erőművek helyét!

- Milyen hazai és nemzetközi szervezetek foglalkoznak a nukleáris technikával?
- Mely országokban fejlesztik a nukleáris energiát és mely országokban szorul vissza? Mi lehet e jelenségnek az oka?

További feldolgozható témák egyénileg, vagy csoportosan:

- Különböző atomerőművek működése
- Nukleáris balesetek eddig a Világban
- A témával foglalkozó tudósok élete és munkássága
- Magfizika és politika
- Magfizika és történelem
- Magfúziós kísérletek
- Napjaink nukleáris kutatásai
- Új típusú nukleáris erőművek tervei, lehetőségei
- Hazánkban hol foglalkoznak nukleáris kutatásokkal?
- Interjú készítése nukleáris kutatókkal

- Kutatási téma elsősorban lányok számára.

A következő személyek életét lehet feldolgozni: Marie Curie, Irène Curie, Lise Meitner. De kereshetnek magyar, vagy magyar származású kutatókat is, továbbá interjúkat lehet készíteni a napjainkban a nukleáris technika területén dolgozó nőkkel.

A diákok érdeklődése szerint bármelyik téma akár önálló projektté is kibővíthető. A gyűjteményekből kiállítás szervezhető, vitanap rendezhető esetleg más osztályok tanulóinak bevonásával stb.

Elektronikai érdeklődésű diákok részére szakkörökön pl. *detektorok építése* és azokkal mérések végzését ajánljuk.

A fizika jellegű számítások iránt érdeklődők számára *modellszámítások* végzését és a Szilárd Leó Verseny feladatainak tanulmányozását, illetve a versenyen való részvételt ajánljuk.

Akik szeretik a *szimulációkat*, azok számára is széleskörű lehetőségek vannak, mint például Sükösd Csaba és Jarosievitz Bea szimulációi.

Felhasznált és ajánlott irodalom

Radnóti Katalin (1988): Milyen napjainkban Magyarországon a tizenévesek atomenergiához való viszonya. Egy felmérés eredményeinek áttekintése. *Fizikai Szemle*. 1988/4. 157-

Radnóti Katalin (2000): Az atomenergia elfogadása a tanulóifjúság körében. *Fizikai Szemle* L. évfolyam 2000/7. 251-253. oldal.

Radnóti Katalin (2008): A magfizikai kutatások hőskora, női szemmel. I-II-III. *Fizikai Szemle*. LVIII. évfolyam 3. szám 113-119. oldalak, 4. szám 150-154. oldalak, 5. szám 193-197. oldalak

Radnóti Katalin (2008): A nukleáris technikával kapcsolatos gondolkodás múltja, jelene, jövője. *Nukleon*. A Magyar Nukleáris Társaság lapja. I. évfolyam 1. szám

http://nuklearis.hu/sites/default/files/nukleon/nukleon1_1_radnoti.pdf

Radnóti Katalin (2009): A fizikatanítás helyzete és eredményessége. *Nukleon*. a Magyar Nukleáris Társaság tudományos műszaki folyóirata 2. évfolyam 1. szám.

http://nuklearis.hu/sites/default/files/nukleon/Nukleon2_1_31_Radnoti.pdf

Radnóti Katalin (2011): 2011. A Kémia Éva – Marie Curie kísérletei *Nukleon*. IV. évfolyam 2. szám http://nuklearis.hu/sites/default/files/nukleon/Nukleon_4_2_90_Radnoti.pdf

Radnóti Katalin – Nagy Mária (2013): A rádium felfedezése. Kutatási szöveg feldolgozása a fizika- és/vagy a kémiaórán. *Nukleon*. VI. évfolyam 3. szám

<http://nuklearis.hu/nukleon/radium-felfedezese-kutatasi-szoveg-feldolgozasa-fizika-esvagy-kemiaoran>

Radnóti Katalin – Király Béla (2013): MODELLSZÁMÍTÁSOK AZ ENERGIA OKTATÁSÁHOZ. *Fizikai Szemle*. 2013/12. LXIII. évfolyam

<http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz1312/RadnotiKiralypdf>

Király Márton – Radnóti Katalin (2016): Az atomerőművek működéséről egyszerűen, típusaik és jövőjük. *Fizikai Szemle*. LXVI. évfolyam I-II-III. 2016/10. szám. 331 – 336. oldalak,

2016/11. szám. 372-378. oldalak, 2016/12. szám 403-408. oldalak

<http://fizikaiszemle.hu/old/fsz2016.html>

Radnóti Katalin (2018): LÁTOGATÁS A CSERNOBILI ATOMERŐMŰBEN 1-II. rész: az RBMK reaktor – a legnagyobb atomerőmű-baleset. in. *Fizikai Szemle*. LXVIII. évfolyam. 2018/1. szám. 16-22. oldalak, 2018/2. szám. 51-56. oldalak.

Radnóti Katalin honlapja:

http://members.iif.hu/rad8012/index_elemei/tanterv.htm

http://members.iif.hu/rad8012/index_elemei/atomfizika.htm

Sükösd Csaba szimulációi:

<http://oldweb.reak.bme.hu/munkatarsak/dr-suekoesd-csaba/letoltes/ismeretterjeszto-es-oktatasi-anyagok.html>

Szilárd Leó Verseny honlapja:

<http://www.szilardverseny.hu/>

Nukleon, a magyar Nukleáris Társaság lapja:

<http://nuklearis.hu/nukleon/cikkek>