

EGY ENERGETIKÁHOZ KAPCSOLÓDÓ TANÓRA A KÖZÉPISKOLAI FIZIKATANÍTÁS LEZÁRÁSÁHOZ

A nukleáris energia pozitív bemutatása

Gärtner István
Óbudai Árpád Gimnázium

Gyakorló fizikatanárként sokszor kell szembenéznem azzal a ténnyel, hogy az energetika témaköre mennyire kevésbé tárgyalt része a középiskolai fizikatanításnak. A tankönyvekben szereplő adatok gyakran hiányosak, többször pontatlanok és általában nem naprakészek, pedig a diákok számára egyáltalán nem lenne érdektelen ez a téma. Ez elsősorban abból mérhető le, hogy a tanulók elég sokat kérdeznek, és szerencsére ez a fajta kíváncsiság nem csak a fizika iránt fogékonyabbakra jellemző. Általános tapasztalatom, hogy az energetika és ezen belül különösen a nukleáris energiával kapcsolatos ismeretek a tanulók nagy többségét komolyan érdeklik. Ennek okán az utóbbi években már tudatosan úgy irányítom tanóráimat, hogy a tankönyvi ismeretek mellett több olyan kiegészítő információt is átadok tanítványaimnak, amelyek véleményem szerint hozzájárulhatnak az energiatermeléssel kapcsolatos kérdések helyes értelmezéséhez. Ez a 7–8. évfolyamokon a fizikai háttér egyszerűsített bemutatásában, a magasabb évfolyamokon ennek részletes ismertetésében, illetve jelentőségének, valamint előnyeinek és hátrányainak megfogalmazásában és elemzésében nyilvánul meg. Megpróbálom ezzel azt biztosítani, hogy az évek során a diákokban kialakuljon egy olyan fizikatudásra épülő szemlélet, amely elősegítheti az energetika témakörében felmerülő problémák reális megítélését.

A gimnáziumi fizikatanítás lezárásaként, a 11. tanév (a hatosztályos képzésben részt vevők esetében 2024-

ig), illetve a 10. tanév (2020-as NAT szerint tanulók esetében) utolsó fizikaóráján az általam tanított osztályok egy 15 kérdésből álló, 15 perc időtartamú, energetikához kötődő *Energiatesztet* írnak meg. A teszt első 10 kérdése egy 2011-es ELTE-s felmérésből [1], a 11–15. kérdések saját ötleteimből származnak. Az eredeti felmérés kérdései elsősorban az energetikához kapcsolódó általános fizikai ismeretekre utalnak, az általam kitalált kérdések pedig konkrétan Magyarország jelenlegi energiatermelésére vonatkoznak [2]. Egy kivételével egyik válasz sem igényel számolást, törvények ismeretére és a jelenségek fizikai magyarázatára kérdez rá, illetve számszerű becslést kér a magyarországi energiatermelésben résztvevő alkalmazások részarányáról.

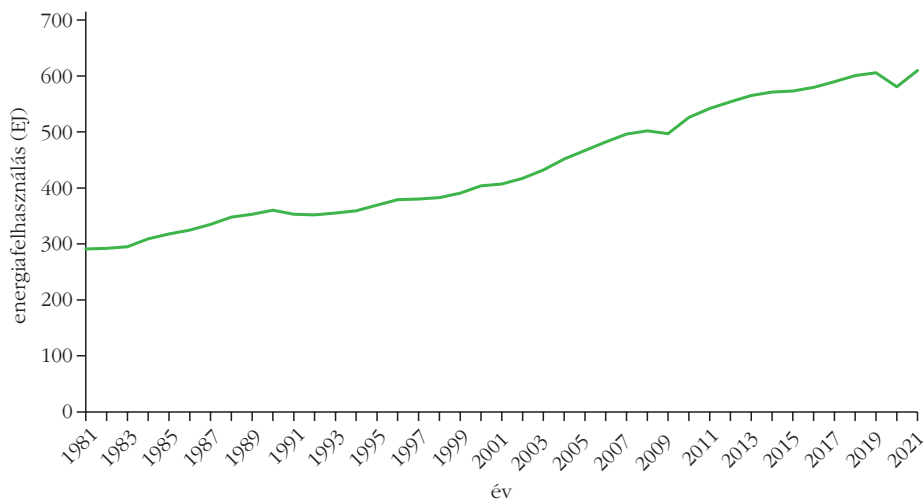
Az utóbbi három évben a tesztet három alkalommal sikerült megíratnom, ebben három különböző tagozatú osztály vett részt, egy humán (angol), egy reál (speciális matematika) és egy vegyes (természettudomány-német) érdeklődésű tanulócsoporthoz. A válaszok ismertetése még az órán megtörtént, így a tanulók rögtön felmérhették a témakörhöz kapcsolódó tudásukat. Sajnos az eredmények mindhárom esetben elgondolkodtatóan alacsonyak voltak, az összesített helyes válaszok aránya mindegyik osztálynál csak 40% körül ingadozott. Öt évnyi fizikatanulás után ez az érték rendkívül gyengének mondható, a jövőben ezt mindenképpen emelni kell. Ehhez az évek során természetesen szükséges lesz a diákok részére további ismeretek átadása, de emellett célszerűnek látszik a záró órán néhány eddigihez képest új információt is közölni. Ezek a már befejezett fizikatanulás alapján a diákok számára teljesen érthető és felnőttkorukban segíthetnek az aktuális energetikai problémákkal kapcsolatos tisztánlátásban.

Az ismeretanyag átadása, konkrét adatok bemutatása a témához kapcsolódó kérdések és válaszok, illetve egy-egy egyszerűbb számolás alapján a diákokkal történő beszélgetés formájában nyilvánulhat meg. Ebben az adatok forrásai (linkek), illetve az információkhoz kapcsolódó videók és ábrák is kivetítésre kerülhetnek, amellyel lehetővé válhat számukra a további böngészés lehetősége is. A bemutatandó adatok a következők lehetnek:

A cikk a Magyar Nukleáris Társaság által tanároknak kiírt pályázaton II. díjat nyert azonos című pályamű gondolatai alapján íródott. (<https://nuklearis.hu/dijaztuk-tanarainkat>)



Gärtner István 38 éve van a tanári pályán, 2000 óta az Óbudai Árpád Gimnázium fizikatanára. Jelenleg az ELTE Fizika Doktori Iskola Fizika Tanítási Program doktori védés előtt álló PhD hallgatója, kutatási területe az energetika témaköréhez, illetve ennek középiskolások számára történő megismertetéséhez kapcsolódik.



1. ábra. Az emberiség évenkénti energiafogyasztása (1981–2021).

– A Föld lakosságának éves teljes energiafogyasztása [3], az elmúlt négy évtized növekedési üteme (1. ábra – saját forrás).

– A Föld lakosságának számértéke [4].
– Egy ember által mechanikai úton átlagosan megtermelhető energia mennyisége [5].

– A különböző energiaforrások részarányának változása a világ teljes energiatermelésében az elmúlt évtizedekben [6].

– A Föld lakosságának éves elektromosenergia-fogyasztása [7].

– A különböző típusú energiaforrások jelenlegi részaránya a világ elektromosenergia-termelésében [8].

– Magyarország lakosságának éves teljes energiafogyasztása [9], kiegészítve a megújuló energiaforrások elmúlt két évtizedben megjelenő részarányával [10].

– Magyarország lakosságának éves elektromosenergia-fogyasztása, kiegészítve a különböző energiaforrások elmúlt két évtizedben megjelenő részarányával [11].

Az adatok megjelenítésének célja az is, hogy észrevevtesse a diákokkal a fosszilis energiahordozók energiatermelésben betöltött magas és évtizedek óta gyakorlatilag stagnáló részarányát. Ennek alapján joggal feltételezhetik, hogy ez az arány az ő aktív felnőttkorukban, tehát az elkövetkező 20-30 évben sem fog jelentősen változni. Célszerű elfogadniuk azt a tényt, hogy a jövőben is szükség lesz mind a fosszilis, mind a nukleáris energiahordozók alkalmazására is, mert csak megújuló energiaforrásokkal lehetetlen megoldani az emberiség energiaproblémáit. Lényeges, hogy a felnövekvő korosztályok is megértsék, hogy a nukleáris energia szerepe meghatározó lehet az ő életükben is, ezért ismerniük kell az ehhez kapcsolódó információkat is.

A nukleáris energiahordozók pillanatnyi (2021) részaránya a teljes energiatermelésben valamivel több, mint 4%, ami a 2000-es évek elején mért közel 7% értékhez képest visszaesést mutat [5]. Okkal feltételezhető viszont, hogy a jelenlegi háborús konfliktus-

ból származó energiaválságnak köszönhetően, ez a csökkenő folyamat meg fog állni, sőt esetleg vissza is fordul. Az energiafogyasztás trendje (1. ábra) alapján az is belátható, hogy az energiafelhasználás nem fog csökkenni, ugyanakkor a kieső fosszilis energiahordozókból származó energiamennyiséget megújulókkal nem lehet maradéktalanul pótolni, így nukleáris energiára továbbra is szükség lesz. Érdeemes erről a diákokkal olyan kérdésekkel irányított beszélgetést kezdeményezni, amelyben ők is elmondhatják

véleményüket, illetve a megoldásra vonatkozó ötleteiket. Néhány lehetséges kérdés, amelyek felmerülhetnek ebben a beszélgetésben:

1. Szerintetek mi lehet az oka annak, hogy a nukleáris energia társadalmi megítélése az utóbbi évtizedekben negatív irányba változott?

2. A nukleáris energia milyen felhasználási lehetőségeit ismeritek?

3. Melyek a nukleáris energiaforrások felhasználásának előnyei a többi energiahordozóhoz képest?

4. Melyek a nukleáris energiaforrások felhasználásának hátrányai a többi energiahordozóhoz képest?

5. Hogyan lehet ezen hátrányokat kompenzálni?

6. Jelenleg milyen energiahordozókkal történő energiatermelési lehetőségei vannak Magyarországnak, ezek milyen részarányt képviselnek a teljes energiatermelésben?

7. Változhat-e jelentősen ez a közeli jövőben, és ha igen, akkor véleményetek szerint milyen mértékben?

8. Milyen érvek szólnak Magyarországot esetében a nukleáris energiahordozókkal történő elektromos energiatermelés mellett?

Több évtizedes tanítási tapasztalatom alapján feltételezem, hogy a bejövő válaszokban több pontatlanságra lehet számítani, hiányos ismeretre, illetve esetenként téves elképzelésekre is, amelyek általában valamilyen külső hírforrásból (internet, újságok) erednek. Melyek lehetnek a várható válaszok?

1. A környezetvédő szervezetek befolyását biztosan megemlítik, és utalnak azokra a társadalmi félelmekre is, amelyek a nukleáris katasztrófák vélelmzéséből adódnak. Általában nem veszik észre, hogy a félelmek keltésében és erősítésében a médiának van a legnagyobb szerepe.

2. A lehetőségek közül főleg az elektromos energiatermelés kerül elő, esetleg a tengeralattjárókban, illetve a jégtörőkben történő alkalmazás, de a gyógyászati lehetőségekre (például izotópgyártás) általában nem gondolnak.

3. Az előnyök között egészen biztosan elhangzik a „környezetbarát” energiatermelési mód, tehát, hogy nincs káros kibocsátás, és valószínűleg megjelenik a stabilitás kérdése is, vagyis a közel állandó mennyiséggel megtermelt energia ténye. Viszont valószínűleg tanári kiegészítéssel kell tudatosítani azt, hogy a nukleáris energia előállítására igényli a legkevesebb mennyiségű fűtőanyagot, az ily módon előállított energia a legkisebb költségű, és hogy az üzemeltetés sok és biztos munkahelyet teremt.

4. A hátrányok között első helyen a sugárzástól, illetve a katasztrófától való félelem szerepel, és egy-egy diákban tudatosul a fegyverként történő felhasználás lehetősége is. Itt tanári kiegészítésként meg kell említeni a magas építési, illetve a leállítás utáni leszerelési költségeket is.

5. A kompenzálásra a fizikai sugárvédelem ötlete kerülhet elő, de a diákok közül kevesen ismerik pontosan, hogy milyen konkrét megoldások biztosítják a védekezést a radioaktív hulladékokkal szemben. Ennél a kérdésnél a tanárnak kell bemutatnia a Bábaapátiiban található hulladékártoló szerepét, és beszélni azokról a megoldásokról, amelyekkel ott hosszú távra biztosítják a hulladékok elhelyezését. Célszerű rövid ismertetést adni a Paksi Atomerőmű biztonságáról is, valamint arról, hogy bár az építési költségek jelentősek, de a nukleáris erőművek élettartama többszöröse a fosszilis, illetve – a vízenergiát nem számítva – a többi megújuló energiaforrással működő erőműnek.

6. A tanulók talán itt szembesülnek először – a számok alapján is – azzal a ténnyel, hogy az energia szempontjából mennyire kiszolgáltatott Magyarország, illetve azzal is, hogy az általunk megtermelt energia milyen összetevőkből áll elő.

7. A táblázatok [9–11] elemzése rávezeti a diákokat arra, hogy az elkövetkező évtizedben jelentős változás nagyon kis valószínűséggel következik be, legfeljebb néhány százalékos növekedés valósulhat meg.

8. Az érvek felsorolása csak akkor lehet pontos, ha a tanulók megfelelő földrajzi ismeretekkel is rendelkeznek. Ebben szerepelnie kell a napsütéses órák száma korlátozottságának, a kevés mennyiségű és egyenetlen széljárásnak, valamint a folyók kis eséséből és alacsony vízhozamából származó, az energiatermelés szempontjából kedvezőtlen lehetőségeknek. Itt lehet pontosan megértetni a középiskolás diákokkal az energiatermelésben nagyon fontos energiasűrűség fogalmát.

Az óra lezárásaként célszerű kikérni a tanulók véleményét az energetika témakörének általános fontosságáról, és ezzel egyben rávezetni őket arra, hogy a témakörhöz kapcsolódó kérdések, az adott válaszok, valamint a kiegészítő ismeretek, a jövőjük szempontjából meghatározók lehetnek. Meg fogják érteni, hogy mindannyian kerülhetnek olyan helyzetbe, amikor a már említett megfelelő tudáson alapuló, és így reálisnak mondható szemlélet sokat segíthet egy adott kérdés eldöntésében, vagy egy ismeretlen információ valóságtartalmának pontos megítélésében. Ez lehet a végső cél!

Irodalom

1. Juhász András, Nagy Péter: Mit tudnak középiskolások az energiáról? – Egy felmérés eredményei. In: *Természettudomány Tanítása Korszerűen és Vonzóan* – Konferenciakiadvány, Budapest (2011) 354–363.
2. http://www.arpadgimnazium.hu/wp-content/uploads/2022/10/A-nukleáris-energia-pozitiv-bemutatasa_gartner-istvan.pdf
3. <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-consumption-statistics.html>
4. <https://www.worldometers.info/population/>
5. <https://www.netfizika.hu/miert-nem-eros-emberek-termelik-az-aramot-hanem-eromuvek>
6. <https://ourworldindata.org/grapher/sub-energy-fossil-renewables-nuclear?time=1965..latest>
7. <https://yearbook.enerdata.net/electricity/electricity-domestic-consumption-data.html>
8. <https://ourworldindata.org/electricity-mix>
9. https://www.ksh.hu/stadat_files/ene/hu/ene0002.html
10. https://www.ksh.hu/stadat_files/ene/hu/ene0001.html
11. https://www.ksh.hu/stadat_files/ene/hu/ene0009.html

LEGUTÓBB 768 696 FORINTTAL TÁMOGATTÁK A TÁRSULAT MUNKÁJÁT, KÖSZÖNJÜK.

SZÁMÍTUNK RÁD, HOGY ELJEREN A FIZIKA BAZILIKÁJA!

Adószámunk: 19815644-2-43

Szerkesztőség: 1092 Budapest, Ráday utca 18. földszint III., Eötvös Loránd Fizikai Társulat. Telefon/fax: (1) 201-8682

A Társulat Internet honlapja <http://www.elft.hu>, e-postacíme: elft@elft.hu

Kiadja az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, felelős kiadó Groma István főtítkár, felelős szerkesztő Iglói Ferenc főszerkesztő.

Kéziratokat nem őrzünk meg és nem küldünk vissza. A szerzőknek tiszteletpéldányt küldünk.

Nyomdai előkészítés: Kármán Stúdió, nyomdai munkálatok: OOK-PRESS Kft., felelős vezető: Szathmáry Attila ügyvezető igazgató.

Terjeszti az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, előfizethető a Társulatnál vagy postautalványon a 10200830-32310274-00000000 számú egyszerűsített adózási nyilvántartás alapján.

Megjelenik havonta (nyáron duplaszámmal), egyes szám ára: 1200.- Ft (duplaszámú 2400.- Ft) + postaköltség.

HU ISSN 0015–3257 (nyomtatott) és **HU ISSN 1588–0540** (online)

