

Az atomenergia megítélése és a természettudományos tanárképzés

1995-ben volt az atombomba ledobásának ötvenedik, 1996-ban, az idén pedig a csernobili baleset tizedik évfordulója. Az atomenergia békés célú felhasználásáról keveset tanítunk, pedig Magyarország villamosenergia ellátásában jelentős szerepe van Paksi Atomerőmű Rt-nek.

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 közerthető tájékoztatás jusson el e témában. Azonban ezek a kérdések összetettek, melyeket nemcsak műszaki-tudományos értelemben, hanem gazdaság-társadalom-környezet egymásrahatásának viszonylatában is tárgyalni kell. Az atomenergiával kapcsolatos megfelelő attitűdrendszer, a tudomány és technika vívmányainak békés célú felhasználását elfogadó világgép kialakításában fontos feladat hárul a tanárookra, és nem csak a természettudomány szakosokra, hiszen társadalmi jelentősége miatt a téma osztályfőnöki órákon is elő kell kerülnön. A korrekt ismeretek nyújtása viszont a természettudományos tantárgyak feladatai közé tartozik. Ezért üdvözölhetjük a NAT-ban megfogalmazott ilyen irányú törekvést, miszerint a 10. évfolyam tananyagában ez a téma kötelező jelleggel szerepel.

A különböző ipari tevékenységek és mindennapi életvitelünk következtében a környezetszennyezés napjainkra világméretű problémává nőtt. Az üvegházhatást fokozó gázok légkörbe kerülése globális felmelegedést okozhat.

A másik, globális hatásait tekintve jelentős szennyeződésként az esővíz savasodása, amelyet legnagyobb mértékben a kén-dioxid, a különböző nitrogén-oxidok és kis mértékben a kénhidrogén okoznak. Míg a nitrogén-oxidok eloszlása a földi légkörben némileg lokálisnak mondható, a kén-dioxid globális jellegű.

Az atomerőművek alkalmazása energia előállítására céljából közel sem rejt magában ekkora globális problémát.

Ma hazánkban a villamos energiát legolcsóbban, eddigi tapasztalataink alapján a legmegbízhatóbban és környezetvédelmi szempontból a legtisztábban a Paksi Atomerőmű termeli, mely 1990-ben az összes hazai villamosenergia előállítás mintegy 50%-át adta.

Ha végigtekintünk a különböző energia-előállítási lehetőségeken hazánkban, beláthatjuk, hogy az atomenergia használata ideális egy nyersanyagban szegény, jól képzett munkaerőben viszont gazdag ország számára. A kőolajszállítás az aggasztó nemzetközi helyzet miatt akadozik, a magyar szén nem jó minőségű és magas kén-tartalma miatt erősen környezetszennyező a használata. A megújuló energiaforrások nem tudják fedezni a jövőben jelentkező energiaszükségleteinket, ezek súlya mintegy 2%-ra becsülhető az energiaellátásunkban.

A környezetvédelmi kérdések jelentős hányadáról elmondhatjuk, hogy napjainkra már beépültek a különböző nevelési programokba. Az iskolákban gondot fordítanak a szelektív

hulladékgyűjtésre, a gyerekek szívesen vállalnak részt a legkülönfélébb környezetvédelmi megmozdulásokban. A kifejezetten környezetbarát energia-előállításra lehetőséget adó atomenergiának viszont hangos ellenzéke van hazánkban is, amelynek okait fel kell tárnunk.

Egy adott téma feldolgozása előtt az előismeretekről, a témával kapcsolatos érzelmi viszonyulásról való tájékozódás az osztályban kérdőívekkel történhet meg. A kiértékelés után látjuk, hogy a tananyag melyik részével kell, illetve érdemes többlet foglalkozni, vagyis a tanulási folyamat megszervezése előtt tájékozódunk arról, hogy kiket tanítunk.

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

Felmérések az atomenergia megítélésével kapcsolatban

1987-ben, egy évvel a Csernobilban történt atomerőmű-balesetet követően felmérést készítettem több száz gimnazista körében a nukleáris energia megítélésére vonatkozóan. Az akkori várakozásoknak megfelelően a tanulók nagyon veszélyesnek gondolták az energia nukleáris erőművekben való előállításának lehetőségét. E mellett azonban az is kiderült, hogy mennyi félelem és bizonytalanság van bennük a jövővel kapcsolatban.

Mind a tudásszintet, mind az atomenergia megítélését illetően szignifikáns különbségek mutatkoztak a fiúk-lányok, illetve főváros-vidék vonatkozásában.

1993-ban a felmérést megismételtem, de az előző vizsgálathoz képest jelentősen kiterjesztettem azt. A felmérésben résztvevők számát ugyan nem növeltem, de lényegesen több helyről került ki a minta. Továbbá nemcsak gimnazisták, hanem egyetemi hallgatók, szakközépiskolások és általános iskolai tanulók is részt vettek a felmérésben. A kérdések köre is jelentősen kibővült.

A vizsgálat során feltárt jelentősebb összefüggések a következők:

1. A tanulók a nukleáris energiát rendkívül kedvezőtlenül ítélik meg, veszélyesnek és környezetszennyező energiatermelési lehetőségnek tartják. Nagyon sok téves, áltudományos nézet fedezhető fel a tanulói válaszokban. Ugyanakkor kifejezetten érdeklődnek a téma iránt, hiányosnak érzik saját tudásukat.

2. Az 1987. évi felmérés eredményeihez hasonlóan szignifikáns eltérés van mind tudásszintet, mind a nukleáris energia megítélését illetően a fiúk és a lányok között. A fiúk tájékozottabbak és kedvezőbbben is ítélik meg a nukleáris energiát.

3. Az 1987-es felmérés eredményeihez hasonlóan ugyancsak jelentős különbség mutatkozott a főváros-vidék vonatkozásában: a vidéken élők jóval kedvezőtlenebb képet alakítottak ki a témával kapcsolatban, amennyiben a paksi tanulók eredményeit nem vesszük figyelembe. A paksi tanulók esetében a nukleáris energia megítélése jóval kedvezőbb képet mutat az átlaghoz viszonyítva.

4. Egyértelmű kapcsolat állapítható meg abban a tekintetben, hogy azok a gyerekek, akik többlet tudnak a témáról, kedvezőbbben ítélik meg a nukleáris energiát. A legnegatívabban az általános iskolások nyilatkoztak, akiknek a tudása értelemszerűen a legkevesebb ebben a témakörben. Válaszaik így kifejezetten érzelmi alapon születtek. A gimnazisták megítélése jobb a tárgykörre vonatkozóan, a paksi gyerekeké pedig kifejezetten kedvezőnek mondható.

Az emberek atomenergiához való viszonya világszerte igen különböző, s nem mentes a szélsőségektől sem. A tizenéves korosztály is igen érzékenyen reagál a problémákra, gondolataikat bátran közzéteszik, mint az az 1987-es felmérésből is látható volt. Ugyanakkor valószínűleg napjainkban is sok téveszme, áltudományos nézet lehet jelen a gyerekek körében, amelyet fel kell tárnunk. Ezek ismeretében kell megfogalmazni a további feladatokat, melyek a természettudományos nevelés hatáskörébe tartoznak.

A vizsgálat eredményeinek feldolgozása számítógép segítségével történt (IBM PC 286). A gépbe egy 30 jegyű szám került, amely az egyes kérdésekre adott válaszokat kó-

dolta. Az adatok bevitele, majd a lekérdezések, az eredménytáblázatok, a szignifikanciaszint-számítások a Quattro nevű adatbázis-kezelő programmal készültek. A szignifikáns különbségek megállapításához a khi-négyszet próbát alkalmaztam, hiszen a következtetések levonásához a százalékos eloszlások egyszerű összehasonlítása nem elégséges.

Egy példa a feltett kérdések közül!

Zavarna-e, ha egy atomerőmű közelében kellene élned?

1. nem;
2. igen, de ezért nem költöznék el onnan;
3. feltétlenül elköltöznék.

Igen nagy az eltérés a válaszokat illetően az átlag és a paksi válaszadók között. Mindössze a megkérdezettek 20,4%-át nem zavarná, ha atomerőmű közelében kellene élnie. A paksi gyerekeket viszont 83,3%-ban nem zavarja ez a tény.

Általánosságban elmondható, hogy a paksi tanulók körében jóval kedvezőbb a nukleáris energia megítélése, mint az átlagot vizsgálva. Az eltérések majd minden vonatkozásban szignifikánsak. A paksiak tudása is egyértelműen nagyobb a vizsgált témakörben, mint az átlagé.

A másik megállapítás az, hogy a fiúk, az 1987. évi felmérésben tapasztaltakhoz hasonlóan tájékozottabbak és kedvezőbben nyilatkoznak a nukleáris energiát illetően. Több válasz esetében szignifikáns különbségek mutathatók ki százalékos, illetve ezrelékes szinten a khi-négyszet próbák alkalmazásának segítségével.

A tudásbeli különbség óriási a két nem között. Az atombombában végbemenő folyamatot a fiúk 41,6%-a tudja helyesen, a lányoknak viszont mindössze 14,1%-a. Saját bevallása szerint a fiúknak mindössze 5,5%-a nem tud semmit a kérdésről, míg a lányoknak 22,4%-a. Az atomerőműben végbemenő folyamatokat a fiúknak 67,2%-a ismeri helyesen, míg a lányoknak csak 31,1%-a.

Szignifikáns eltérés van a két nem között az atomenergia hasznos, illetve veszélyes voltának megítélésében is. A lányok válaszaikban sokkal jobban kiemelik a nukleáris energia veszélyes voltát, ám ugyanakkor kevésbé érdeklődőek, mint a fiúk. Működő atomerőműbe a lányok közül kevesebben akarnak ellátogatni, bár ez az arány – 66,1% – véleményem szerint elég magasnak tekinthető. A fiúknak 77%-a szeretne atomerőműbe látogatni.

Ezrelékes szinten szignifikáns az eltérés a kérdőív 22. kérdésre adott válaszok esetében, miszerint egy atomerőmű közelében a sugárzási szint változását a fiúknak majd 60%-a, míg a lányoknak mindössze 45%-a ítéli meg helyesen. A kifejezetten rossz válaszok aránya elég magasnak mondható. Hasonló megállapítások tehetők a radioaktív hulladéktároló közelében lakó emberek többlet-sugárterhelésére vonatkozóan is.

Az általános iskolai tanulók körében rendkívül sok a téves nézet, amely egyértelműen tájékozatlanságukból adódik. A nukleáris energiát 61%-uk gondolja a legnagyobb környezeti ártalommal járó energiatermelési módnak, míg az átlag 54,3%. A nukleáris ener-

Az atomenergia hasznosítása ma már nem egyszerűen technikai, hanem morális probléma.

A gondot nem a Naprendszerünket is szülő szupernóva után itt maradt uránatomok energia-koncentrátuma és a környezet közt lévő nukleáris feszültség kezelése okozza, hanem az a szociális 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.

gia előállítását 65,1%-uk tartja a legveszélyesebb foglalkozásnak, míg az átlag 52,1%. Tudásuk is jóval kevesebb a nukleáris energiára vonatkozóan. Ugyanakkor figyelemreméltó, hogy érdekli őket a téma. Az általános iskolai tanulók mindössze 11,9%-át nem érdekli ez a téma, míg az átlag 14,4%.

Az emberiség energiaigényeit a tanulók mindkét esetben a legnagyobb százalékban elég súlyosnak gondolták. 1993-ban azonban többen gondolták nagyon súlyosnak, illetve rendkívül súlyosnak. Az eltérés 1%-os szinten szignifikáns a khi-négyzet próba szerint.

A jövő energiaigényének kielégítésére legtöbben a napenergiát javasolták 1987-ben és 1993-ban is. Azonban a nukleáris energia felhasználására 1993-ban kevesebben tettek javaslatot, mint korábban. Nagyobb lett viszont a vízi energiára és a bioenergiára tett javaslatok aránya. Az eltérés ebben az esetben is szignifikáns.

A kapott adatokat elemezve megállapítható, hogy a nukleáris energia megítélése a gyerekek körében nem túl kedvező. A legkörnyezetszennyezőbb megoldásnak tekintik az energia-előállítási lehetőségek közül és a legveszélyesebb foglalkozásnak a felsoroltak közt. Ugyanakkor megnyugtató, hogy nem tekintik a legveszélyesebbnek az emberiség jövője szempontjából az atomerőművek üzemeltetése során keletkező radioaktív hulladékokat. Az általuk megnevezett halálozási okok között szintén kis százalékban szerepel a dohányzás és az alkohol mellett.

Az atomerőművekkel és a radioaktív hulladéktárolóval kapcsolatos kérdésekre érkezett válaszokból az látszik, hogy a gyerekek gondolataiban igen magas százalékban tapasztalható bizonytalanság, téves, áltudományos nézet.

Egyértelmű kapcsolat mutatható ki viszont a témával kapcsolatos magasabb szintű tudás és a kérdés kedvezőbb megítélése szempontjából. Az általános iskolások tudásszintje lényegesen alacsonyabb, ami egyébként természetes is, de körükben tapasztalható a legtöbb áltudományos nézet, felfogás, félelem, hiedelem a témával kapcsolatban.

Az előző, 1987-es felmérés eredményeivel a jelen vizsgálat során kapott eredmények összhangban vannak. Szinte ugyanazon esetekben – például fiúk-lányok, Budapest-vidék vonatkozásában – lehetett kimutatni szignifikáns különbségeket mindkét esetben. A szándékosan azonos, vagy részben átalakított formában feltett, számszerűen több kérdésre a kapott válaszok százalékos megoszlása hasonló arányt tükröz, elsősorban a gimnazisták körében. Vagyis eredményeink megbízhatónak tekinthetők.

A gyerekek véleményének alakulását fontos folyamatosan vizsgálni, ezért a felmérést körülbelül öt év múlva érdemes volna megismételni.

Az iskolának kötelessége minél alaposabb tájékoztatást adni a kérdésről. A tanítási órákon át kell tekinteni a különböző energiaforrásokat és a kockázati tényezőket. Meg kell érteni a tanulókkal, hogy az emberiség energiaigénye egyre nő és az energia előállítása – bármilyen formában – veszélyeket is hordoz magában. Az energia hatékony felhasználása, a takarékoság szükségszerű, de villamos berendezéseinket változatlanul működtetni szeretnénk. Az energiahány az életmód visszafejlődésével járna és csak jóval kevesebb ember életlehetőségét biztosítaná, mint amennyien ma a Földön élünk. Nagyobb hangsúlyt kell kapjon a sugárvédelem, melynek tárgyalása komplex módon történhet. Meg kell beszélni a sugárzás biológiai hatásait, felhasználási lehetőségeit (orvostudomány stb.), a háttérsugárzás fajtáit és eredetét. Olvasnivalókat is lehet ajánlani az atomenergia, illetve az atombomba történetéről, amelyek a 20. század történelmét jelentősen átformálták.

Különböző szinteken tanítható, az energetikával és annak környezeti, társadalmi hatásaival foglalkozó modulokat, tanítási egységeket kellene kidolgozni. A nukleáris energia, a különböző globális hatások stb. az általános iskolás korosztály számára is taníthatóak, természetesen egyszerű formában. A gyerekeket érdekli a téma, kíváncsiságukat saját jövőnk érdekében ki kell elégíteni.

A paksi tanári konferenciák szervezése, a tanárok e szempontból való támogatása hasznos lehet, de nemcsak a fizika és kémia szakos tanárookra kell gondolnunk ezeknél,

hanem a földrajz- és a biológiatanárookra is. Számukra is be kell mutatni az atomerőművek előnyeit, illetve a többi energia-előállítási lehetőség korlátait. Az atomerőművet ellenző „zöldek” egy részét éppen ezek a kollegák alkotják. Lehet, hogy egy hasonló jelleű közvélemény-kutatást érdemes lenne ebben a körben is elvégezni. Tantestületi látogatásokat lehetne szervezni a különböző nukleáris létesítményekben. A tömegtájékoztatás adta lehetőséget is jobban ki kellene használni. Az ismeretterjesztő filmeknek, előadásoknak a fémúsoridőben lenne a helyük.

A téma fontosságát és időszerűségét az is bizonyítja, hogy sok országban végeznek hasonló eredményekkel ilyen jellegű felméréseket, s nemzetközi tudományos konferenciákat tartanak a témából. A nukleáris létesítményekben dolgozók fontos feladatuknak tekintik a közvélemény tájékoztatását és hasonlóan hazánkhoz, az egyik legfontosabb csatornának a tanárokat, a tanárszakos hallgatókat és az oktatást tekintik.

Jelen cikk szerzője a hiányosságokat pótlandó, kidolgozott egy olyan, az atomenergia előállításával kapcsolatos modult, amely valószínűleg a 9–10. évfolyamon dolgozható fel. A cikk következő részében ennek a legfontosabb gondolatait adjuk közre.

Javaslat a magfizika elemi szintű feldolgozására

A téma feldolgozásakor nem használunk fel sok előismeretet. Szükség van az izotóp fogalmának ismeretére, a folyadékok leírása során szerzett tapasztalatokra és némi elektromosságtani ismeretre. Ezek birtokában megalkotható a magfizikai folyamatok szemléletes leírásához használható cseppmodell, amelynek kvalitatív formáját használjuk fel csak ezen a szinten. Ezért nem is nagyon adunk számolásos feladatot, kivéve néhány nagyon egyszerű esetet. Az atommagot, mint egy töltött cseppet vesszük figyelembe, amely protonokból és neutronokból áll. A felületi energia csökkentése miatt a kisebb cseppek nagobbakká egyesülnek – ez a fúzió. A nagyméretű cseppek viszont a sok azonos töltés taszító hatásának következtében kisebbekre esnek szét. Láttatni kell továbbá, hogy minden össznukleonszám (tömegszám) esetében van egy egyensúlyi proton-neutron arány, amely a hasadás során eltolódik. Ezért a hasadványok radioaktívak lesznek, béta sugárzást bocsátanak ki, amit minden esetben gamma sugárzás követ.

A téma feldolgozása során fontos, hogy a gyerekek ténylegesen el is fogadják a megtanult ismereteket. Célszerű ezért a téma feldolgozásának kezdetén valamilyen formában tájékozódni a tanulóknak az energiával, az energia előállításával kapcsolatos beállítottságáról, majd a végén ismét megvizsgálni, hogy az közben mennyiben változott. Amennyiben erre lehetőség van, érdemes kirándulás keretében megtekinteni a Paksi Atomerőmű Rt. Látogató Központját, amely rendkívül jó összefoglalást ad a témával kapcsolatban. A látogatást – ha nagyobb csoportot visznek a kollegák – érdemes előre bejelenteni. A bemutató megtekintése egyébként díjtalan, és bárkinek lehetősége van rá (gyerekeknek is), mivel nem tartozik az erőmű területéhez.

A téma feldolgozásának fő gondolatmenete:

- előzetes ismeretek, attitűdök feltérképezése;
- magerő és tulajdonságai, a cseppmodell bevezetése, a folyadékok és az atommag sűrűségének összehasonlítása kvantitatív formában;
- a maghasadás és a fúzió magyarázata a cseppmodell segítségével;
- ionizáló sugárzások fajtái, hatása, mérési lehetőségei, a bomlási sorok és az egyes elemek különböző izotópjainak tanulmányozása;
- radioaktív anyagok környezetünkben, ezek alkalmazási lehetőségei, biológiai hatása, sugárvédelem;
- a láncreakció és alkalmazási lehetőségei;
- az energiatermelés különböző lehetőségeinek tanulmányozása a környezeti hatásukkal együtt;
- atomerőmű-típusok, atomerőművek a világban;

– létezésünk kockázatai.

Kiegészítő tevékenységek:

- az ionizáló sugárzások felfedezésének történeti vizsgálata;
- a láncreakció felfedezése és a II. világháború története, valamint a hidegháború és az atombomba;
- nukleáris balesetek okainak tanulmányozása;
- különböző atomerőmű-típusok tanulmányozása;
- a nukleáris fizika és a politika kapcsolata.

Követelmények

Ismeretek, adatok, nevek

Sievert: ismerni a fogalom jelentését és használatát (min.)

A tanuló ismerje a következő tudósok nevét a radioaktivitás felfedezésével kapcsolatban: *Henri Becquerel, Curie-házaspár*

A tanuló ismerje a következő tudósok tevékenységét az atomenergiával kapcsolatban: *Wigner Jenő, Szilárd Leó, Teller Ede, Enrico Fermi*

Fogalmak

Magerő: ismerni a magerő tulajdonságait (min.)

Az atommag cseppmodellje: ismerni a modellt (min.). Tudni, hogy mely szempontok szerint lehet a folyadékcsepphez hasonlítani az atommagot (opt.).

Magfúzió és maghasadás: ismerni a folyamatokat, tudni egy-egy példát is (min.). Magyarázni a cseppmodellel (opt.). Összehasonlítani a folyamatok közbeni energiefelzabálást a kémia folyamatok energiefelzabálásával (opt.).

Ionizáló sugárzások: ismerni, hogy melyek ezek és hogy kibocsátásuk következtében miként változik a kibocsátó atom rendszáma és tömegszáma (min.). Tudni, hogyan lépnek kölcsönhatásba az anyaggal (opt.). Ismerni a detektálás néhány módját, a védekezés lehetőségeit (opt.).

Felezési idő: ismerni a definíciót, beszámolóikban adekvát módon alkalmazni (min.).

Aktivitás, elnyelt dózis, dózisegyenérték: ismerni a fogalmak jelentését (min.). A beszámolóban adekvát módon alkalmazni (max.).

Természetes radioaktivitás: tudni a létezéséről, ismerni, mik a forrásai (min.).

Mesterséges radioaktivitás: a tanuló ismerje a radioaktív izotópok néhány alkalmazási módját (min.).

Láncreakció: a tanuló képes legyen szemléletesen elmagyarázni a maghasadás esetben (min.).

Sokszorozási tényező: ismerni kell a definíciót (min.), s felhasználni a magyarázatban (opt.).

Moderátor: ismerni a fogalom jelentését, s hogy mi a szerepe a reaktorban, és példákat mondani rá (min.). Ismerni kell a működés magyarázatát (opt.). Tudni, hogy a reaktor stabilitása szempontjából léteznek alulmoderált és túlmoderált reaktortípusok (max.).

Radioaktív hulladék: tudni kell, hogy háromféle radioaktív hulladékot különböztetünk meg (min.).

Egyéni és kollektív kockázat: ismerni a két fogalom jelentését s a kettő közötti alapvető különbséget (min.). Össze tudja hasonlítani a különböző tevékenységekkel járó kockázatot (opt.).

Összefüggések, törvények

Az egy nukleonra jutó kötési energia változása a tömegszám függvényében: ábrázolni tudni a függvényt és ennek segítségével megmagyarázni a fúzió és a hasadási folyamatot (opt.).

Egyensúlyi proton-neutron arány adott tömegszám esetében: tudni kell, hogy minden tömegszámhoz tartozik egy ilyen arány (min.), ami nukleáris kölcsönhatások közben változik, s emiatt a keletkezett atomok radioaktívak lesznek (opt.).

Nyomottvízes reaktorban a víz szerepe: tisztában kell lenni a víz hármass szerepével (min.).

Attitűdök

El kell tudni fogadni azt, hogy az energiatermelés – de valójában emberi létünk minden eleme – kockázatot rejt magában.

El kell tudni fogadni azt, hogy az energia előállításának sokféle lehetősége közül a mérlegelés során a legcélravezetőbbet, a legkevésbé környezetszennyezőt kell kiválasztani. Ez lehet az atomenergia is.

Be kell tudni látni, hogy az atomenergia, mint minden tudományos ismeret, önmagában se nem jó, se nem rossz. A felhasználás módja az, ami egyaránt lehet hasznos és káros is az emberiségre nézve.

Be kell tudni látni azt, hogy a véleményalkotáshoz, egy esetleges döntés meghozatalához elengedhetetlenül szükséges korrekt ismereteket szerezni az adott témáról.

A téma tanárképzési vonatkozásai

Nem hallgathatjuk el a kétségeinket sem: ahhoz, hogy ilyen jellegű tananyagot be lehessen vezetni, komoly lépéseket kell tenni a tanárképzés és a tanártovábbképzés területén is. A tanárképző intézetekben célszerű lenne kötelező jelleggel bevezetni egy, az energia különböző előállítási lehetőségeit tárgyaló és azok környezeti hatásaival foglalkozó tantárgyat. Tekintettel a téma interdiszciplináris jellegére, minden természettudomány szakos hallgató részére megtartandó kurzusokra van szükség.

A tanárképzés területén mindenképpen komoly reformokra van szükség, ha meg akarunk felelni a társadalmi elvárásoknak. Figyelembe kell venni, hogy a tudományok – jelen példánkban az egyes természettudományok – közti határok kezdenek elmosódni. A mindennapi élet problémái is kifejezetten interdiszciplináris jellegűek. Napjaink oly fontos természettudományos feladatai sohasem külön fizikai, biológiai stb. problémaként jelentkeznek (például a környezetvédelmi kérdések), hanem az előbbi folyamatok egymásra hatásaként jönnek létre. Az iskolában mégis nemegyszer mereven, egymástól teljesen elszigetelt tantárgyakként tanítjuk ezeket. A természet azonban egységes.

Az egyes szaktudományok bővülő és egyre mélyebben feltárt fejezetei a természettudományok nagymértékű differenciálódását hozták magukkal a 19. század végén, ami az oktatásban is megnyilvánult. A tanárképzési rendszer ezt teljes mértékben átvette, s létrehozta a maga speciális szaktanszékeit az egyetemeken és főiskolákon, s azóta ezektől nem tud megszabadulni. Pedig a 20. században a fejlődés a klasszikus tudományterületek határterületein történik, ami a tudományok integrálódását teszi szükségessé.

A természettudományos kutatások közös alapját az atomfizikai, kvantummechanikai, magfizikai és elemirész-fizikai eredmények szolgáltatják. A természettudományok integrálódási folyamata a következőkben nyilvánul meg:

1. a közös alap feltárása (az atomok szerkezete);
2. a közös kutatási területek feltárása, vizsgálata (pl. a biológiailag aktív molekulák kémiai szerkezetének, kollektív elektronállapotainak biológiai fontosságának megfigyelése, energiatermelő folyamatok kutatása stb.);
3. közös kutatási módszerek és gondolkodási formák kialakítása (pl. modellezés, matematikai formalizmus használata);
4. a határterületek új tudományágainak fejlesztése (pl. geofizika, biofizika, fizikai kémia);

5. az oktatás területe (egységes természettudományos világgép kialakítása az alapvető összefüggések és törvények feltárásával).

A tanárképzés viszont mindebből szinte semmit sem tudott eddig megragadni. Így pedig rendkívül nehéz helyzetbe kerülnek az egyetemekről, főiskolákról kikerülő tanárok, mivel friss diplomájuk ellenére sem képesek követni a változásokat. Az újdonságoknak (bár az integráció már közel sem tekinthető annak) először a tanárképzésben kellene megjelenniük!

Nem szabad figyelmen kívül hagyni azt sem, hogy a tanárok nemcsak tanítványaik felé közvetítenek ismereteket, hanem közvetett módon a felnőttek felé is. A gyerekek sokszor beszámolnak arról, amit az iskolában hallanak. A gyerekeken keresztül a felnőtteket is tájékoztatjuk, ezért sem mindegy, hogy milyen szemlélet szerint tanítunk, milyen összefüggésekre hívjuk fel tanítványaink figyelmét.

Nemzetközi viszonylatban az integrált programok jelentős arányt képviselnek a fejlesztés alatt álló tantervek közül 53%-ot, ami a készülő programoknak több mint a fele. A legtöbb ilyen jellegű programot az Amerikai Egyesült Államokban dolgozzák ki, azonban a fejlődő országok is jelentős hányadot képviselnek ezen a téren. E mögött azonban ott áll az UNESCO segítsége. Angliában és Japánban az integrált tanítási forma a jellemző. A nemzetközi felmérésekben a japán diákok igen jó eredményeket érnek el, amit a pedagógiával foglalkozó szakemberek az integrált szemléletű oktatás érdemének is tulajdonítanak. E nemzetközileg érvényesülő törekvéseket nem lehet figyelmen kívül hagyni sem az oktatás, sem a tanárképzés területén.

A természettudományos nevelés legújabb irányzata a nyolcvanas években bontakozott ki. E szerint a természettudományos nevelésben egyfajta humanisztikus orientáció jelenik meg, mely magára vállalja az ember társadalommal és természettel szembeni felelős magatartásának kialakítását is.

A módszertani alapelvek legfontosabbjai közé tartoznak: a természet egységes egésként való szemlélése; a változás és alkalmazkodás stratégiájának kialakítása; a személyes és társadalmi szükségletek felismerése és azok összhangba hozása; a természettudományos megismerési módszer; a modellalkotás gyakorlása példák sorozatán keresztül. Feladatunk megértetni azt, hogy a tudomány eredményeinek társadalmi felhasználása egyaránt hasznos, de káros következményekkel is járhat, segítenünk kell kialakítani azt a tudatot, hogy a Föld erőforrásai végesek, elfogadtatni, hogy egy-egy döntési folyamatban minden kényszert számításba kell venni, és hogy ebben az etikai megfontolásoknak is szerepük kell legyen.

Az új szemléletű természettudományos oktatásban, mely a leendő átlagpolgárnak, nem pedig a természettudományi területen tovább tanuló diáknak szól, az élete során felmerülő döntéshelyzetek mérlegeléséhez a társadalmi összefüggéseiben értelmezett tudománynak, az alkalmazási lehetőségek széles körének és a helyi érdekeltségeknek a bemutatása a fő cél. Fontos eleme ennek az oktatási formának a tanulók kommunikációs képességének fejlesztése, ami minden tantárgy feladata ebben az életkorban, hiszen az a különböző természettudományos vonatkozású társadalmi aktivitásokra készíti fel a tanulókat.

Az integrált természettudományos nevelés tananyagában a tudományok differenciálódása és integrálódása testesül meg. Abból kell kiindulni, hogy a több tantárgyból összevont tananyag esetében (fizika, kémia, biológia, helyenként földrajz, a technika egyes elemei) kiterjedten alkalmazzák ezek közös, vagy egymáshoz nagyon hasonló szakkifejezéseit. Számos jelenség tanulmányozásánál közös fogalmakat, analóg kutatási módszereket, hasonló oktatási módszereket használunk. A természettudományos tantárgyak együttes tanítása filozófiai, pedagógiai és lélektani szempontból egyaránt szükségszerű, s időmegtakarítással is jár! Ez utóbbi különösen fontos az integrált programok bevezetésénél, mivel a kötelező óraszámok csökkenése miatt minden művelődési területre kevesebb óraszám jut. Tehát hacsak nem akarnak a tanárok heti 1 vagy 1,5 órás tantárgyakat

tanítani, aminek a hatékonysága gyenge, kénytelenek lesznek integrált tantárgyakat alkotni! Erre pedig fel kell készülnie a tanárképzésnek.

Javaslat a természettudományos tanárképzés megújítására

Minden természettudományos szakot választó hallgató – a kapcsolódási lehetőségek kiemelésével – kapjon kiterjedt alapképzést a természettudomány minden területéből: fizikából, kémiából, biológiából és természetföldrajzból. Nem csak egyszerűen előadássorozatokra gondolok, hanem szemináriumokra, laboratóriumi gyakorlatokra, terepgyakorlatra is. A képzésnek ez a része így alkalmassá tenné a hallgatót arra, hogy leendő iskolájában egy integrált természettudományos tantárgy alapozó kurzusait nehézségek nélkül tanítani tudja. Az általános iskolában például környezetismeretet (mely tantárgy nem csupán az 1–5. osztályokban lenne), középiskolában pedig mondjuk első osztályos anyagszerkezetet. Azt, hogy a pedagógusképzésből kikerülő tanár képes ilyen tárgyakat is tanítani, akár az egyik szakjának is lehetne tekinteni.

Az említett természettudományos tárgyak valamelyikét azonban a tanárjelöltnek magas szinten el kell sajátítania. Ez az egyszakos képzés keretein belül könnyen megvalósítható, hiszen itt kevesebb órája van a hallgatónak, illetve ez lehetne a második szakja. Kétszakos esetében kiegészítő szakként javaslom a kérdés megvalósítását, ami történhet főiskolai és egyetemi szinten is. A képzési idő az utóbbi esetben nem négy, hanem öt év lenne.

A komplex tanítás során is felvetődnek olyan kérdések, melyek az adott szakterület mélyebb szintű ismeretét kívánják meg a tanártól. Ez egyben azt is jelenti, hogy a tanórák rugalmasabb kezelést igényelnek. Vagyis a természetismeret tárgyat – ki-ki a maga szakának megfelelően – több tanár tanítaná. Ne gondoljuk, hogy ez káros jelentene az iskolában, hiszen a diáknak abban az esetben is több tanárhoz kell alkalmazkodnia, ha mind a négy természettudományos tárgyat más tanítja. Nem egy gimnáziumban azt a megoldást választják, hogy az első osztályos anyagszerkezetet és a negyedikes atomfizikát kémia-fizika szakos tanár tanítja, míg a mechanikát és az elektromosságtant matematika-fizika szakos kolléga, mintegy egymást váltva az osztályban.

A szakirányban továbbtanulni kívánó gyerekek esetében viszont fontos, hogy a felvételeire való felkészítést mindenképpen olyan tanár végezze, aki az adott területen magas szintű szakismerettel rendelkezik. Ezek a tanulók az összesnek csupán kb. a 10–15 százalékát teszik ki.

Javaslat a „természettudomány kiegészítő szak” tantervére vonatkozólag

1. évfolyam

Matematikai alapismeretek.

Ismeretelmélet.

Anyagszerkezet, amely a mechanika és a hőtan egy részét és az általános kémiát foglalja magába, laboratóriumi gyakorlatokkal egybekötve.

Növénytan, állattan, élő rendszerek földrajzi eloszlása, térképészet.

A laboratóriumi gyakorlatokon egyszerű, könnyen áttekinthető, rövid alpmérések kapcsán a hallgatók megtanulnak mérni, mérési jegyzőkönyvet készíteni, a méréseket kiértékelni, begyakorolják a hibaszámítás alapelemeit, eszközismeretre tesznek szert. Vagyis a természettudományos megismerési módszert sajátítják el.

2. évfolyam

Mechanika, hullámtan, hangtan, egyszerű mérések.

A hőtan, fizikai kémia, statisztikus fizika elemei.

A Föld szerkezete, terepgyakorlatokkal egybekötve.

Legfontosabb szervetlen vegyületek, geokémia.

Az élő anyag (szerves vegyületek).

3. Évfolyam

Elektromosságtan, élő anyag elektromossága, elektrokémia, a Föld elektromos jelenségei.

Optika, vizuális érzékelés, fotokémiai reakciók.

Atomfizika és csillagászat.

Anyagvizsgálati módszerek.

4. Évfolyam

Anyagfejlődés.

Technológia.

Az ember és környezete.

Az első és a negyedik évfolyam tematikája megfelelő, eléggé komplex. Általános ismeretelméleti kérdésekkel indul az oktatás, a matematikai alapok lerakása is a kurzus legelején történik, míg a befejezésként szereplő tárgyak a magasabb szinten történő szintézis lehetőségét biztosítják. A második és harmadik évfolyam tematikája viszont alaposabb megfontolások alapját képezhet a tekintetben, hogyan érdemes a tantárgyakat csoportosítani. Az alapozó kurzusokat természetesen összhangba kell hozni a hallgató szakpárosításával. Például a fizika szakos hallgató ne tanuljon két helyen is fizikát. Ugyanakkor mindezt a hagyományos szaktárgyi – kémia, biológia stb. – szakok óraelosztásában is át kell gondolni.

Elmondható azonban, hogy napjainkban sajnos nem megoldott a tanárok továbbképzése, ám az újat kereső oktatási intézmények száma gyarapodik. Nagy szükség lenne ebben a környezetben a konzultációs lehetőségekre, a különböző programok szerint tanító iskolák tanárai körében a továbbképzésre. Segítséget jelentenek ebben a különböző, néhány éve alapított folyóiratok, mint például az *Iskolakultúra*, továbbá az újraindított szakmódszertani folyóiratok – az *Új Pedagógiai Szemle* stb. – adta publikációs lehetőségek.

Szervezett tanári továbbképzésre a komplex természettudományos témakörökből feltétlenül szükség van. Elengedhetetlen a tanítók tájékoztatása a megszorított lehetőségekről, s az alternatívák bemutatása arra vonatkozóan, hogy hogyan élhet majd velük kiki a saját iskolájában. A tanítók maguk is dolgozzanak ki programokat saját iskolájuk számára, amelyhez egyéni segítséget kapnak a továbbképzés keretében. Lényeges eleme kell legyen ennek tanítási tapasztalataik rendszeres megbeszélése, a folyamatos konzultáció, az ötletek cseréje.

Irodalom

- Faludi Sz.: *Néhány szó az integrált oktatásról*. Módszertani Közlemények, 1988. 3. sz., 129–133. p.
- Fisher E. – Vuics T.: *Az egységes természettudományi szaktanárképzés tervezete*. Pedagógusképzés, 1983. 9. sz., 852–855. p.
- Marx Gy.: *Szép új világunk*. Közoktatási Kutatások. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1992.
- Nahalka I.: *Irányszatok a természettudományos nevelés második világháború utáni fejlődésében*. Új Pedagógiai Szemle, 1993. 1. sz., 3–24. p.
- Papp K.: *Nuclear education of teachers in Hungary*. Energy Education. IUPAP/ICPE. GIREP. UNESCO, 1989.
- Radnóti K.: *Milyen napjainkban Magyarországon a tizenévesek atomenergiához való viszonya?* Fizikai Szemle, 1988. 4. sz., 157–160. p.
- Radnóti K.: *A komplex természettudományos nevelés lehetőségei a magyar oktatásban*. Kandidátusi Értekezés, 1993.
- Radnóti K.: *Opinion and Thinking of Teenager Generation about Nuclear Energy in Hungary*. European Nuclear Society, Bern, 1994.

Results of the Survey on the Awareness of European and Japanese Students on Energy and the Environment (Summary). Japan Atomic Energy Relations Organization, 1993.

Hoikka, P. – Kiljunen, P.: *The Finns and the Finnish Energy Policy 1993.* Summary of the outcome of the survey for release on 29. December 1993, University of Tampere

Salamon Z.-Sebestyén D.: *A természettudományok integrált oktatására irányuló kísérletek kilőföldön.* Pedagógiai Szemle, 1979. 10. sz., 922-934. p.

Szabó Á.: *A fizika mint iskolai tantárgy.* Fizikai Szemle, 1993. 1. sz., 29–32. p.

Tóth E.: *Fizika a gimnáziumok IV. osztálya számára.* Tankönyvkiadó, Budapest, 1985.

A Pedagógus Szakma Megújítása Projekt megvásárolható és megrendelhető könyveiből

- 001 Andódy Tiborné – Pusztai Jánosné: **Így teszem ... jól teszem ?** – Illetémtankönyv általános iskolásoknak. Korona Kiadó. Ára: **220,- Ft**
- 004 Arday István: **Bolygónk sorsa a kezünkben van** – Válogatás a globális problémákból általános iskolás és középiskolás diákok számára. Calibra Kiadó. Ára: **169,- Ft**
- 005 Axmann Judit – Tóth Gézáne: **Fizika munkafüzet a hatosztályos gimnáziumok I-II. osztálya számára.** Magazin Kiadó. Ára: **152,- Ft**
- 006 Bánréti Zoltán: **Mozgékony mondatstruktúrák – Rendező szabályok.** A magyar generatív mondatok alapjai középiskolások számára. Korona Kiadó. Ára: **379,- Ft**
- 013 Borsányiné Dányi Katalin – Halácsy Éva: **Biológia és egészségtan.** Magazin Kiadó. Ára: **585,- Ft**
- 014 Both Mária – Csorba F. László: **Tudománytörténet I.** – Tanulási segédlet középiskolásoknak. Gondolat Kiadó. Ára: **900,- Ft**
- 015 Both Mária – Csorba F. László: **Tudománytörténet I.** – Szöveggyűjtemény. Gondolat Kiadó. Ára: **499,- Ft**
- 016 Budai Éva: **„Színház az egész világ...”** – Tanulási segédlet a színház- és drámatörténet tanulásához középiskolásoknak. Korona Kiadó. Ára: **341,- Ft**
- 019 **Correspondances. Program a francia nyelv tanításához és a francia nyelvű kultúra közvetítéséhez.** Berényi Pálné: **Munkatankönyv a nyelvtan tanuláshoz.** Tárogató Kiadó. Ára: **201,- Ft**
- 020 **Correspondances. Program a francia nyelv tanításához és a francia nyelvű kultúra közvetítéséhez.** Dávid Anna: **Munkatankönyv a beszédtemák feldolgozásához.** Tárogató Kiadó. Ára: **240,- Ft**
- 021 **Correspondances. Program a francia nyelv tanításához és a francia nyelvű kultúra közvetítéséhez.** Dávid Anna: **Szöveggyűjtemény feladatokkal.** Tárogató Kiadó. Ára: **192,- Ft**
- 022 **Correspondances. Program a francia nyelv tanításához és a francia nyelvű kultúra közvetítéséhez.** Nagy Géza – Sz. Tóth Gyula: **Munkafüzet az irodalom tanuláshoz.** Tárogató Kiadó. Ára: **229,- Ft**
- 023 **Correspondances. Program a francia nyelv tanításához és a francia nyelvű kultúra közvetítéséhez.** Oláhne Borzován Edit: **Írás munkafüzet.** Tárogató Kiadó. Ára: **224,- Ft**
- 024 **Correspondances. Program a francia nyelv tanításához és a francia nyelvű kultúra közvetítéséhez.** Réder Erika: **Dalok gyűjteménye feladatokkal.** Tárogató Kiadó. Ára: **185,- Ft**
- 031 Erdősi Zsuzsanna – Orosz Antal: **Maribella I.** Spanyol nyelvű képeskönyv. Tárogató Kiadó. Ára: **401,- Ft**
- 032 Erdősi Zsuzsanna – Orosz Antal: **Maribella II.** Spanyol nyelvű képeskönyv. Tárogató Kiadó. Ára: **471,- Ft**
- 033 Farkas Gyula – Varga Tibor: **A természettudományos kutatás menete, módszerei és technikája** – Oktatási segédlet középiskolásoknak. Gondolat Kiadó. Ára: **509,- Ft**
- 034 Fatalin László – Varsics Zita: **A tudományos modellalkotás alapjai I.** – Tanulási segédlet középiskolásoknak. Calibra Kiadó. Ára: **245,- Ft**
- 049 Kissné Karacs Róza: **Tudsz helyesen közlekedni?** – Tanulási segédlet általános iskolásoknak. Magazin Kiadó. Ára: **330,- Ft**
- 091 **Correspondances. Program a francia nyelv tanításához és a francia nyelvű kultúra közvetítéséhez.** Sz. Tóth Gyula: **Pedagógiai útmutató.** Tárogató Kiadó. Ára: **1.229,- Ft**

(A könyvek ára a 12 %-os ÁFÁ-t is tartalmazza.)

Az egyes kötetek megrendelhetők és megvásárolhatók:
a Pedagógus Szakma Megújítása Projekt Programirodájától
 (1055 Budapest, Szent István krt. 1. IV. em. 6.,
 Telefon: 111-0525, Ügyintéző: Farkas Lászlóné)