

tásuk egy részét a háztetőre telepített 20 m² napelemmel kívánják megoldani. Milyen egységekre lesz szüksége a családnak, mennyibe kerül a beruházás (ehhez interneten talál árakat), mennyi idő alatt fog megtérülni, milyen problémákkal kell szembesülniük az üzemeltetés során?

3. Képzeli el, Magyarország népszavazással dönti el, hogy a tervezett 2000 MW erőmű-kapacitás helyett más módon állítunk elő villamos energiát. A szavazáson a szélenergia győz, amelynek erőműveit az autópályák mellé telepítene. (Szándékosan alakítjuk így a feladatot, hogy még meghökkentőbb legyen az eredmény.) 1000 m-enként hány km-en keresztül kellene egy 2 MW-os (maximális teljesítményű) szél erőművet felállítani? Mennyi acélra és betonra lenne ehhez szükség? Ez a Dunai Vasmű és egy cementgyár éves kapacitásának hány százalékát fedné le? Milyen további beruházásokra lenne szükség, milyen problémák lépnének fel?

4. A hidrogént egyesek a jövő üzemanyagának tekintik, de arról kevés szó esik, hogy miből, hogyan és milyen energiabefektetéssel állítunk elő hidrogént. Tételezzük fel, hogy vízből elektromos energia felhasználásával. Magyarországon egy személyautó évente átlagosan 15 000 km-t tesz meg. 2011 végén a személygépkocsi-állomány 2 968 000 darab volt. Ezek 85%-a benzinüzemű. Készítsen modellszámítást arra, hogy ha a személygépkocsikat atomerőműben termelt elektromos energia segítségével előállított hidrogénnel töltenék fel, hány paksi atomerőmű blokk kellene ahhoz, hogy fedezzük ezt az energiát? A fűtőérték, vagyis a benzin energiátartalma valamennyi üzemanyagfajta esetében nagyjából ugyanannyi, körülbelül 12 kWh/kg (43 megajoule). A robbanómotoros autók hatásfoka 35% körül van és az átlagfogyasztása 7 liter/100 km (5,2 kg/100 km).

5. Egy család havonta 5 m³ 60 °C-os meleg vizet használ fel. Mekkora lesz a számla, ha a vízhálózatból érkező 15 °C-os vizet földgázzal vagy elektromos árammal melegítik fel? A hatásfokokról ne feledkezzen meg!

A fenti feladatokat oktatási környezetben kipróbáltuk, méghozzá környezettanszakra járó hallgatók esetében. A hallgatók választhattak a feladatok közül, a kiválasztottakat otthon oldhatták meg és a megoldásokat a vizsgán, annak részeként kellett bemutatni. Elmondható, hogy a hallgatóknak tetszett ez a fajta, hozzáférhető adatokra és tényekre alapozott feladatmegoldás. Ugyanis sok esetben vagyunk annak tanúi, hogy – különösen az energetikai kérdésekben – különböző szervezetek mindenféle számolás nélkül, elsősorban érzelmi alapon tesznek kijelentéseket.

Modellszámításainkkal nem az volt acél, hogy az azokból kapott eredmények pontosak legyenek, hiszen a felhasznált adatok számtalan forrásból, főleg az internetről származnak, hanem, hogy ne legyenek elvi tévedések, nagyságrendi eltérések. A diákok vegyék észre, azért kerül körülbelül háromszorosába, ha ott-hon a vizet gáz helyett elektromos árammal melegítjük, mert az erőművekben a hatásfok 30–40%-os, hogy hatalmas területeket kellene kukoricával bevetünk, ha benzinről bioetanolra térnénk át stb. A gondolkodásmód és a metodika elsajátítása volt a cél.

Irodalom

- Herman Edit, Kádár József, Martinás Katalin, Bezegh András: A kukorica alapú bioetanol magyarországi előállításának exergiaelemzése. *Fizikai Szemle* 53 (2013) 125–129.
- Király Márton, Radnóti Katalin: Az energiáról és az energiatermelésről, I–II–III. rész. *A Fizika Tanítása* 20 (2012) 2. szám 8–18., 3. szám 3–12., 4. szám 3–14., MOZAIK Oktatási Stúdió, Szeged.
- Molnár Gyöngyvér: *Tudástranszfer és komplex problémamegoldás*. Műszaki Kiadó, Budapest, 2006.

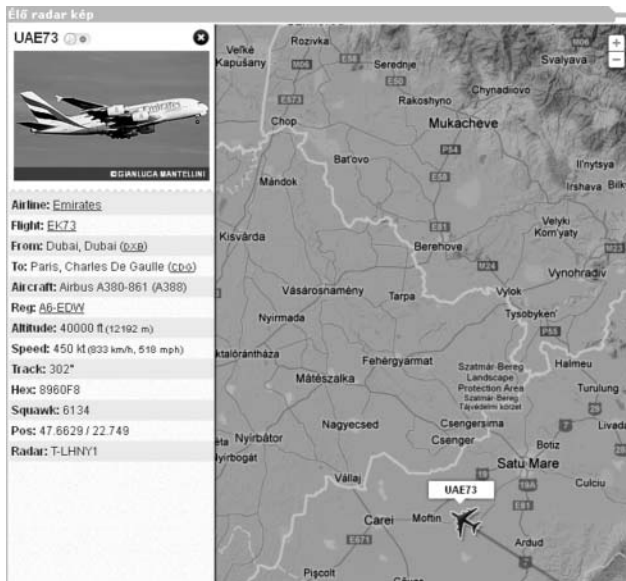
REPÜLŐGÉPEK SEBESSÉGÉNEK MEGHATÁROZÁSA KÜLÖNBÖZŐ MÓDSZEREKKEL

Stonawski Tamás
Báthori István Református Gimnázium
és Kollégium, Nagyecséd

A repülők mozgásának pályái a kondenzcsík miatt sokáig látszanak a földről a tiszta égbolton. A repülőgép pályája gyakorta egyenes, a légitársaság gazdaságossági szempontok alapján választja ki gépei útvonalait. A földi irányítás figyelmeztetheti, illetve javaslatot tehet a pilótának bizonyos pályamódosításokra, ha a körülmények azt kívánják. A légiirányítók a repülőket radar segítségével nyomon követik a monitoron, így nagyobb eséllyel akadályozhatják meg az esetleges légi katasztrófákat. Ma már lehetőség van arra, hogy a civilek is figyelemmel kísérhessék a repülők mozgását élő radarfelvétel, az interneten [1]. A radarkép segítségével azonosíthatjuk is a repülőgépeket a számuk alapján

(hasonlóan az autók rendszámához) (1. ábra), és az adataikat is lekérhetjük, például mekkora a sebessége, repülési magassága, mi a repülőgép típusa, milyenek a méretei, mi az úti célja, indulási helye... stb.

2012. december 13-án derült ég volt Nagyecséd felett, így a repülőgépek azonosítása után szabad szemmel is nyomon tudtuk követni a monitoron kiválasztott gépeket. A Nagykároly felett elvonuló repülőgépeket szabad szemmel már Nagyecsédre is megfigyelhettük (Nagykároly–Nagyecséd távolság 23 km). A mérés során egy Dubaiból induló és Párizsba tartó airbust szemeltünk ki (UAE73 azonosítási számmal). A számítógépen az élő radart videóra vettük egy speciális prog-



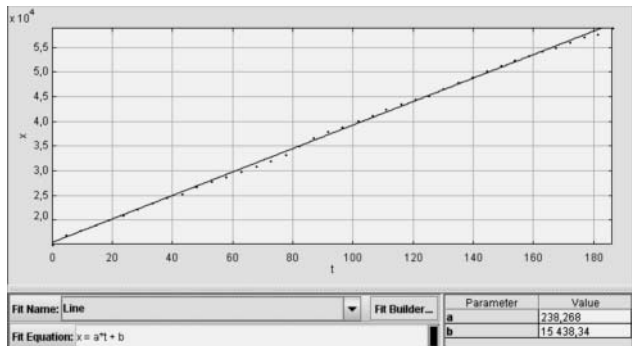
1. ábra. Az élő radarképről lekérhetjük a repülőgép műszaki és repülési adatait, és figyelemmel kísérhetjük a gép mozgását is.

ram [2] segítségével, közben kézi kamerával a repülőgép valóságos mozgását is rögzítettük, emellett a kijelzőn folyamatosan leolvastuk a repülőgép interneten közzétett pillanatnyi sebességértékeit, így három különböző módszerrel határozhattuk meg annak sebességét.

A radarkép elemzése videóanalízissel

A videóanalízishez a Tracker ingyenes letölthető szoftvert használtuk [3]. Az analízishez szükséges kalibrációhoz a térképen szereplő két város légvonalbeli távolságára volt szükségünk, amit a <http://www.tavolsag.info> oldalról kerestünk ki. Az élő radarkép frissítése igen gyors volt (1-2 s), így az analízist elég volt 60 képkockánként lefuttatni, hogy a repülőgépek mozgása folyamatos legyen a vizsgált képeken. Az x koordinátatengelyt a repülőgépek mozgásának egyenesében vettük fel, a haladási irányt megegyezően. A radarképen mozgó kiszemelt repülőgépeken 3 perces mozgásának $x-t$ grafikonján ábrázolt pontokhoz illesztett egyenes meredeksége a repülő sebességének a nagyságát adta (2. ábra). Ez az érték $238 \text{ m/s} \approx 857 \text{ km/h}$ -nak adódott. Az élő radaron leolvasott érték 833 km/h volt, azaz igen jól megközelítette a mért értéket (3% az eltérés).

3. ábra. A fényképezőgéppel készített felvételen jól kivehető a repülőgép alakja, ami a gép paramétereinek kalibrálásához volt fontos tényező.



2. ábra. Az élő-radar felvételének videóanalíziséből kapott $x(m)-t(s)$ grafikon. A grafikon pontjaira illesztett egyenes meredeksége a repülő sebességét adja.

Kézi kamerával készített film elemzése videóanalízissel

A kézi kamerás felvételt sajnos állvány nélkül készítettük, így az elemzéskor a kamera „reszketésével” is számolnunk kellett.

A repülőgép típusa alapján kikerestük annak hosszát [4], ami a megtett út kalibrálásához volt fontos, hiszen a repülőgép valódi hosszából így az analízis során a valóságos útértékeket rendelhattük hozzá az időhöz.

A felvételt (3. ábra) egy Panasonic DMC-FZ30 Lumix típusú fényképezőgéppel készítettük, amelyen 12-szeres optikai és négyszeres digitális zoom beállítást alkalmaztunk.

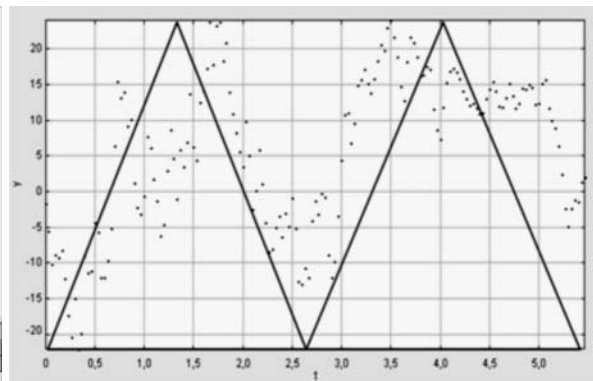
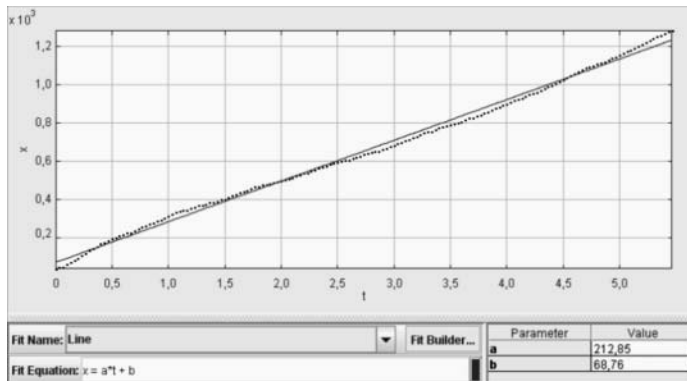
A felvételt akkor készítettük, amikor éppen felettünk járt a repülő, hogy az esetleges perspektivikus torzításokat kiküszöböljük. A felvételt szintén videóanalízisnek vetettük alá, az x tengelyt az egyenes vonalban mozgó repülő haladási irányában vettük fel.

Az $x-t$ grafikon pontjaira illesztett egyenes meredeksége a repülőgép sebességének nagyságát adta: $213 \text{ m/s} \approx 767 \text{ km/h}$.

A grafikon pontjait elemezve észrevehető egy periodikus sebességingadozás, ami a kamerát tartó kéz reszketésével magyarázható. A remegés időbeli változását az $y-t$ grafikonról tudtuk leolvasni (4. ábra). A remegés miatt a repülőgép képe ± 20 méterrel mozdult el az x tengely nyomvonaláról. Ha az elmozdulás időbeli lefolyását egyenletesnek tekintjük, az $y-t$ grafikon pontjaihoz rendelt fűrészvonal alapján leolvasható a sebesség „szórása”: $30 \text{ m/s} = 108 \text{ km/h}$. Azaz a repülőgép sebessége ezzel együtt: $767 \pm 108 \text{ km/h}$.

Következtetések

A méréseket diákszakkörön végeztük el. A diákok 10%-a utazott már repülővel, de a repülőgép utazási magasságát és sebességét a mérés előtt rosszul becsülték meg. A repülőgép sebességét átlagosan $300-400 \text{ km/h}$ -ra, a repülés magasságát $4-5000$ méterre becsülték, ami közelítőleg a valóságos értékek fele. A mérés legizgalmasabb része a repülő azonosítása volt, hiszen



4. ábra. A bal oldali $x(m)-t(s)$ grafikonon a pontsorhoz illesztett egyenes meredekségéből a repülő sebességét lehet leolvasni, de jól kivethető a periodikus „sebességingadozás” is. A jobb oldali $y(m)-t(s)$ grafikon az egyenes pályáról való letérést mutatja, ami a kamera remegéséből adódott. A pontsorhoz illesztett fűrészvonal a periodikusságot szemlélteti.

a monitoron azonosított gép valóságos helyét is megtalálták a tiszta égbolton. A kezdeti bosszúság, hogy a fényképezőgép állványát nem hoztuk az iskolába, egy újabb feladatot jelentett számunkra. Ezt a feladatot meg kellett oldani, hiszen a meteorológiai előrejelzések szerint akár több napig nem találkozhatunk derűs éggel. A reszkető kamera egy kicsit még a biológia felé is elkalauzolt bennünket, ami újabb érdekességek felé irányította a diákok figyelmét.

A radarképen feltűnő sebességérték a mérések ellenőrzését tette lehetővé. A vizsgált repülőgép a megfigyelés 3 perces szakaszában egyenes vonalú egyenletes mozgást végzett. Erről úgy győződünk meg, hogy a repülők pályáját kirajzoltattuk a képernyőre, a sebesség- és a magasságértékeket folyamatosan rögzítettük. A tanulók többsége megdöbbent, amikor ráébredt, milyen nagy forgalom zajlik a fejük felett, távoli országok utasait szállítva a célállomásig.

A konkrét méréseket tervezés előzte meg, megvittattuk, milyen módszereket fogunk alkalmazni a mérések során, a mérések után pedig az adatok kinyerése és hosszabb kutatómunka következett. Az elemzések is izgalmasak voltak, hiszen mindenki kíváncsi, mennyire közelítik meg eredményeink az internetes sebességértéket.

Végeredményben egy fantasztikusnak tűnő ötletet sikerült kivitelezni, amely siker úgy hiszem a diákok későbbi munkáinál is hasznos lehet: az aktuális feladatoknál törekedni fognak a felmerülő nehézségek leküzdésére.

Irodalom

1. <http://www.nagyutazas.hu/magyar/repulojegy/radar/>
<http://www.flightradar24.com>
2. <http://www.techsmith.com/download/camtasia/default.asp>
3. <http://www.opensourcephysics.org/items/detail.cfm?ID=7365>
4. http://hu.wikipedia.org/wiki/Airbus_A380#M.C5.B1szaki_adatok

HETEDÍZIGLEN »FIZIKASHOW« A BAJAI SZENT LÁSZLÓ ÁMK-BAN

Jaloveczki József
Szent László ÁMK, Baja

„Új törvényekkel, túl a szűk egen,
új végtelent nyitottam én eszemnek;”

Babits Mihály: Bolyai

Az idén, 2013. április 24-én immár hetedik alkalommal rendeztük meg iskolánkban a hagyományosnak nevezhető *Fizikashow*-t. A tanulóikísérlet-bemutató eredeti célja a fizika népszerűsítése, megkedveltetése

volt intézményünk és a város tanulóifjúsága körében. Az utóbbi években mellé kémiabemutatókat is szerveztünk, az idén *Biológiashow*-val bővült a repertoár.

Kísérletezők

A kísérleti napon mintegy 110 tanuló munkálkodott folyamatosan. Közülük körülbelül harmincan fizika- és tizenketten kémiaszakkörösök. Életkorukat tekintve a legifjabbak 6. osztályosok voltak, de sokan vettek részt az idei tanévben (2012/13) érettségizők közül is. A bemutató alatt jó hangulatban dolgoztak,

Köszönöm a show megrendezésében résztvevő kémia- és biológiaszakos kollégáknak, hogy munkájukkal szebbé, színesebbé és izgalmasabbá tették ezt a rendkívüli napot. Köszönöm az intézmény fenntartójának és vezetésének, hogy anyagilag is támogatta ezt a reáلتudományokat népszerűsítő napot (a show körülbelül 100 ezer Ft-ba került). Természetesen köszönet illeti az aktív kísérletező tanulókat is, akik sokat dolgoztak az előkészítésen és kitarítottak a délután 4 óráig tartó kísérletezésben. A kísérleti bemutatóról további képek, videók a <http://www.fizikashow.hu/main.htm> weboldalon találhatóak.