

AMIRŐL A RADARTÉRKÉP MESÉL...

WHAT THE RADARMAPS TELL US ABOUT...

Döményné Ságodi Ibolya
Garay János Gimnázium, Szekszárd

ÖSSZEFOGLALÁS

A fizika és a gyakorlati élet kapcsolatának erősítése segíthet a fizika népszerűbbé tételében. Ennek egyik lehetőségét nyújtja (tantárgyi koncentrációként a földrajzzal) az interneten keresztül szabadon hozzáférhető meteorológiai (radar) térképek bemutatása, elemzése. Az elektromágneses hullámok egyik alkalmazási területeként bemutatjuk, hogyan működik a meteorológiai radar, hogyan készülnek a radartérképek és milyen, a mindennapokban használható információk olvashatók le róluk.

ABSTRACT

Making connection of physics and everyday life stronger – can help to make physics popular. Teachers have several alternatives. One of them (in cooperation with geography) is demonstration and analysis of meteorological (radar) maps which are freely accessible through the internet. As an application of the electromagnetic waves, it will be demonstrated : How does a meteorological radar work? How are the radarmaps made? What useful information can we read about it?

KULCSSZAVAK/KEYWORDS

Meteorológia – radartérkép – mindennapi élet
Meteorology – radarmap – everyday life

BEVEZETÉS

A középiskolás tanulók számítógép-használati szokásainak felméréseiből kiderült, hogy a számítógépeken játékprogramok futnak a legtöbbet. Iskolai feladatokra, internetezésre és szövegszerkesztésre a diákok együttvéve is kevesebb időt fordítanak. A számítógép-használati szokások közül a játék túlzott előtérbe kerülése akadályozhatja más hasznos számítógépes tevékenységek terjedését, tehát a számítógép oktatófunkcióját meg kell erősíteni és a tanulók körében. A számítógépes programok és az értelmes internet használat iskolai oktatásba történő intenzív bevonásával népszerűsíthető a számítógépes ismeretszerző tevékenység.

Fizikaórán erre az egyik kínálkozó lehetőség (tantárgyi koncentrációként a földrajzzal) az interneten keresztül szabadon hozzáférhető meteorológiai térképek bemutatása, elemzése, ezzel is erősítve a fizika és az a gyakorlati élet kapcsolatát.

Hogyan használhatjuk ezeket a térképeket a tantárgy népszerűsítésére, fizikaóráink színesítésére vagy szakköri, ill. fakultációs témának történő feldolgozásakor?

A példák sora messzire vezetne, most egyetlen területet, a radarmeteorológiát emeljük ki, amely sokoldalú ismeretanyaga és érdekessége, valamint a gazdag internetes szemléltető anyag miatt mindenképpen hasznos lehet számunkra.

Hogyan működik a meteorológiai radar? Hogyan készülnek a radartérképek? Milyen időjárási információk olvashatók le róluk? Hogyan használhatjuk a leolvasott információkat mindennapi életünkben? Ezek mind olyan kérdések lehetnek, melyek megválaszolhatók és tanulóink érdeklődését felkelthetik a fizika iránt. A következőkben röviden ismertetjük a meteorológiai radarok működését, fajtáit és a radarképekből megszerezhető információkat. Természetesen ez a cikk elsősorban a tanároknak szól és a felvillantott ismeretanyag elsősorban orientál és ötleteket ad a tanítási munkához.

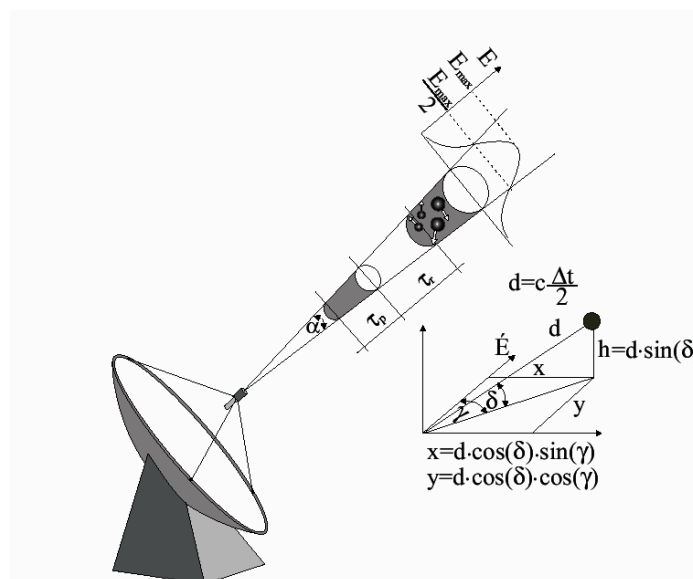
A RADARMETEOROLÓGIA ELEMEINEK ELHELYEZÉSE A TANANYAGBAN

A radarhullámok az elektromágneses spektrum részét képezik. Az elektromágneses hullámok, az elektromágneses spektrum a 11. évfolyam fizika tananyagának része. Miután a tanulók a 10. osztályban túljutottak az elektromosságtan bevezető fejezetein, megismerkedtek a mechanikai rezgésekkel és a mechanikai hullámok jellegzetességeivel, tisztázták a megfelelő alapfogalmakat, képesek megérteni az elektromágneses hullámok keletkezését és tulajdonságait, az elektromágneses spektrum szerkezetét.

A 11. osztályban a **mikrohullámok alkalmazási területeként** beszélünk:

- a mikrohullámú sütő és a mobiltelefon működéséről,
- rádiótávcsövekről és a rádiócsillagászatról,
- a radar hajózásnál és repülésnél való alkalmazhatóságáról.

Ezen a ponton kapcsolható a tananyaghoz, óráink változatosabbá tételére a címben megjelölt téma, hiszen innen már csak egy gondolati ugrás arról beszélni, hogy a múlt század ötvenes éveiben kiderült, hogy a repülőgépek és hajók követésére szolgáló radarberendezések alkalmas átalakítással jól használhatók mind a felhők nyomon követésére, mind a bennük lejátszódó folyamatok tanulmányozására. A zivatarfelhők életciklusára vonatkozó következtetések voltak a radarmeteorológia első eredményei.



1. ábra . A radar elvi működése [1]

Jelmagyarázat az 1. ábrához:

- E = kibocsátott energia
- c = az elektromágneses hullám terjedési sebessége
- Δt = a kibocsátás és visszaverődés között eltelt idő
- γ és δ szögek = az antenna pozíciója
- α = a sugárnyaláb szélessége
- τ_p = a kibocsátott impulzus hossza
- τ_r = a két impulzus kibocsátása között eltelt idő
- \hat{E} = északi irány

A METEOROLÓGIAI RADAROK ÁLTALÁNOS ISMERTETÉSE

A meteorológiai célra használt radar antennája 4-5 m átmérőjű forgási paraboloid felület, mely függőleges és vízszintes tengely körül is elfordítható. Az elektromágneses energia kisugárzása rövid impulzusokban történik a következő hullámhosszak valamelyikén:

1 cm, 3,2 cm (X-sáv), 5 cm (C-sáv), 10 cm (S-sáv).

Felhőelemek tanulmányozására használnak még 1 és 8 mm-es hullámhosszakat kibocsátó radarokat. A mérések során figyelembe kell venni azt, hogy a hullámhossz csökkenésével a sugárzás a csapadékszónán áthaladva egyre erősebben gyengül.

A radar másodpercenként legalább 250 impulzust bocsát ki. Egy-egy impulzus hossza maximum 600 m; a kibocsátott sugárnyaláb nyalábszélessége 0,5 - 1,5 fok.

Nyalábszélesség fogalma: Az a szögtartomány, amelyben a nyalábban kisugárzott energia a maximális érték felére csökken. Függ az antenna méretétől és az alkalmazott hullámhossztól.

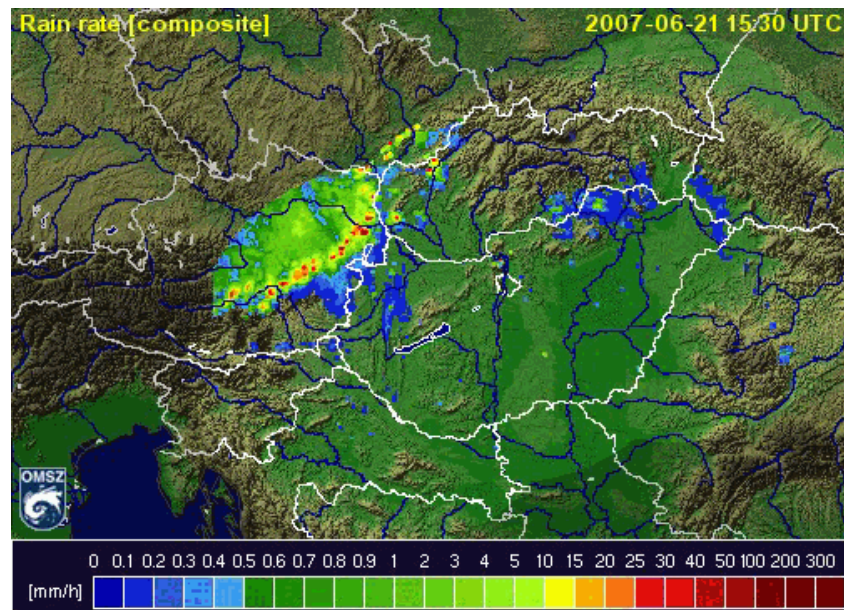
Két impulzus kibocsátása között a radar vevőként működik: méri a visszavert jel intenzitását. A visszaérkező jelet visszhangnak, echónak nevezik.

Egy-egy radarral 200-400 km sugarú körben lehet megfigyeléseket végezni, ezért Magyarországon az ország hossztengeleyét figyelembe véve három radarállomást létesítettek:

Pogányvár (Sármellék közelében), Budapest – Pestszentlőrinc és Nyíregyháza – Napkor.

Mindhárom meteorológiai radarral 240 km-es sugárban, 15 percenként végzik a horizontális és vertikális méréseket, különböző magasságoknak megfelelő szögeken. Egy-egy mérési folyamat 3-6 percig tart, attól függően, hogy hány magassági szögben végeznek mérést. A három Magyarországi radar méréseit ún. **kompozit** képen foglalják össze.

Az impulzusok kisugárzása és visszaverődése között eltelt időből határozható meg a megfigyelt objektum távolsága. Ha ismerjük a radarantenna pozícióját, akkor a felhő pontos koordinátái is kiszámíthatók az 1. ábránál feltüntetett módon. Néhányszor 100 m-es térbeli és néhány perces időbeli felbontással nyomon követhető a felhők mozgása, fejlődése, adatokat kaphatunk a különböző típusú hidrometeorok koncentrációjáról, alakjáról és halmazállapotáról.



2. ábra. Kompozitkép 2007. 06. 21 15: 30 UT

A meteorológia szóhasználatában **hidrometeornak** nevezzük a különböző méretű és formájú vízcseppeket és jégreszecsskéket. Egy paraméter meghatározásához 30-80 db visszaverődés átlagolása szükséges. A visszavert jel erőssége függ a sugárzást visszaverő részecskék alakjától, koncentrációjától, halmazállapotától és méretét. A visszavert jel erősségéből arra következtethetünk, hogy milyen fejlődési fázisban van a felhő, és hogy mennyi csapadék hullik belőle.

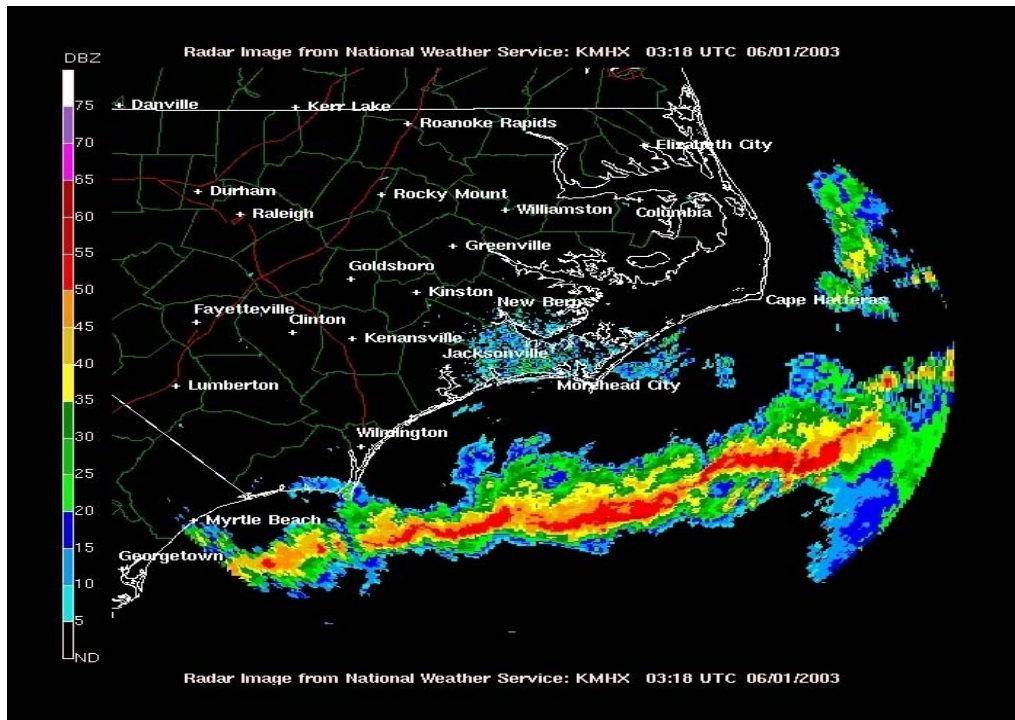
A radarhullámok szóródása miatt az antenna által kisugárzott energiának csak kis része érkezik vissza. A kisugárzott és vett energia között 17 nagyságrend a különbség, tehát igen jó erősítő kell az echo felerősítéséhez.

AZ IDŐJÁRÁSI RADAROK ALKALMAZÁSI TERÜLETEI:

- A mindennapi meteorológiai megfigyelőrendszer része (A földfelszíni mérőhálózat nem elég sűrű ahhoz, hogy általa megbízható adatokhoz jussunk a mezoskálájú vagy konvektív folyamatokról).
- Zivatarok és az őket kísérő szellőkések ultrarövid távú előrejelzése. Példa: a balatoni viharjelző rendszer.
- Zivatarok esetén a csapadékintenzitás és a kihullott teljes csapadékmennyiség meghatározása.

Az időjárás radaroknak elsősorban lokális időjárás jelenségek (pl. zivatarok) detektálásakor és a nagy csapadékok által keltett árvizek előrejelzésekor van óriási szerepük.

A radartérképekről leolvasható információk: A felhőrendszer időbeli és térbeli mozgása, a belőle hulló csapadék minősége és mennyisége és a zivatarzóna cellás szerkezete.



3. ábra Egy squall line az USA keleti partvidékénél (Hatteras-fok)

A RADAROK CSOPORTOSÍTÁSA

Elhelyezés szerint: földfelszínen rögzített, repülőgépre ill. műholdra szerelt és mobil radarok.
Működési elv szerint: Doppler radar, polarizációs radar, akusztikus radar ill. lézerradar.

Doppler radar

A kibocsátott és a visszavert jel közötti frekvenciakülönbségből a visszaverő tárgy sebessége meghatározható. A beérkező és kibocsátott jel frekvenciája különbözik, de nem ezt, hanem a hullámok fázisát mérik meg úgy, hogy a kimenőjelet, mint referenciajelet tárolják és ha visszajön a jel, megnézik a fáziseltolódást. Impulzusonként megnézik a fáziskülönbséget. Ennek az időbeli változásnak az üteme arányos a sugár irányú sebességkomponenssel. A Doppler-radarral például meghatározható az esőcseppek vízszintes irányú sebessége.

Polarizációs radar

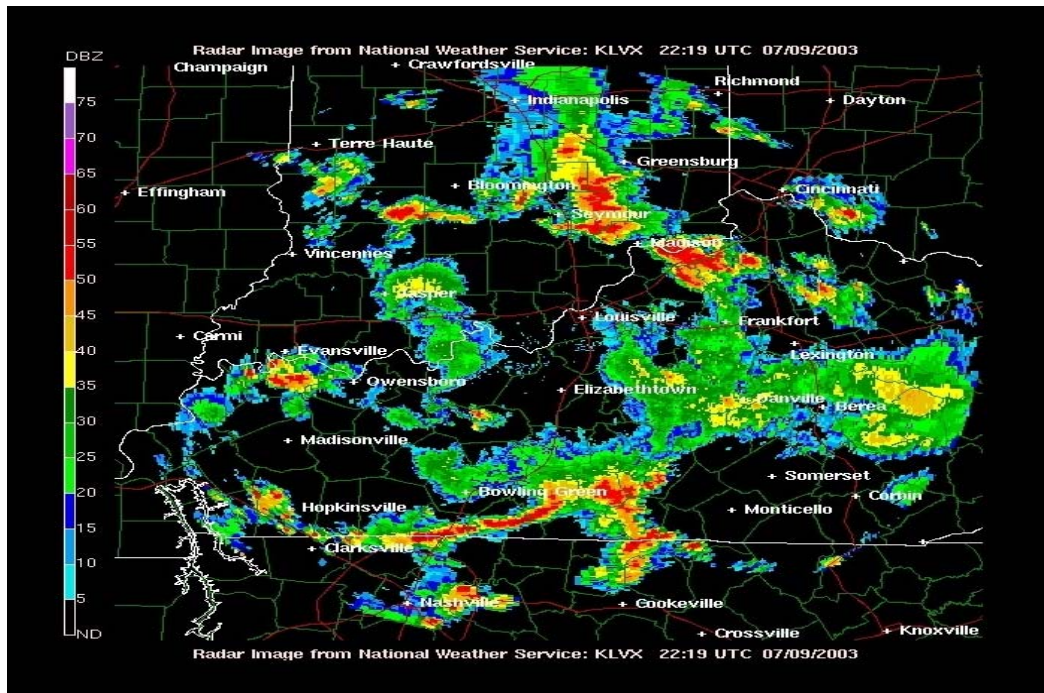
Két adó-vevő rendszert alkalmaznak. A kisugárzott és a visszaverődő hullám polarizációjának változását mérik. Két egymásra merőleges (vízszintes és függőleges) síkban rezgő elektromágneses sugárzást bocsátanak ki. A különböző síkokban visszavert sugárzás intenzitása ismeretében alak és halmazállapot alapján szétválaszthatók a felhő- és csapadékelemek. A polarizációváltozás ismeretében a felhőt alkotó cseppek átlagos méretére, a méret és az alak jellemzőire, a részecskék térbeli orientációjára, térbeli eloszlására, halmazállapotára lehet következtetni. Hatósugaruk néhány 10 km, viszonylag költségesek.

Akusztikus radar

A légkör azon tartományaiban is mérhető vele a levegő sebessége, amelyben nincsenek csapadékelemek.

Lézerradar (LIDAR= Light Intensity Detection and Ranging)

A légkörben található aeroszolrészecskék megfigyelésére használják a látható vagy infratartományban (0,3-10 μm).



4. ábra. Egy viharos éjszaka Indiana, Kentucky és Tennessee államok felett

NEFELA

Egy speciális alkalmazás a Dél-Dunántúlon: a NEFELA regionális jégeső-elhárítási rendszer. 1991-ben hozták létre az ország jégverés által legveszélyeztetettebb vidékei, Baranya, Somogy, Tolna megyék védelmére. Előtte, 1976-tól rakétás jégelhárítás működött a hatos úttól délre fekvő területeken. A radarrálmás a Pécs közelében fekvő Hármashegy taláható, hatótávolsága 256 km. A radartérképek kiértékelése után innen riaszthatnak 141 generátorállomást a régió területén.

A jégeső-elhárítás működési elve:

A talajgenerátorokból kiáramló ezüstjodid (AgI) - kristályok a felhőkbe jutva megátolják, hogy túl nagy jégszemek képződjenek. Az ezüstjodid-kristályok a vízpára számára kondenzációs magvakként működve elősegítik azt, hogy sok apró jégkristály jöjjön létre kevés, nagy jégszem helyett. Így a lehulló jégszemcsék kisebbek lesznek, vagy még a földet érés előtt elolvadnak, és nem tesznek kárt a mezőgazdasági kultúrákban. Átlagosan azt lehet mondani, hogy a kezdetben 2-3-4 cm-es jégszemek végső méretét megfelezi a technológia.

A beavatkozást a zivatarok, érkező időjárási frontok előtt legalább 2 órával előbb meg kell kezdeni. Éves szinten egy generátor 200-250 órát üzemel. Általában az összes generátort bekapcsolják, de szakaszos üzemeltetést is alkalmaznak az aktuális időjárási helyzetnek megfelelően.

A módszer hatékonyságát növeli, hogy a horvát jégeső-elhárítás szervesen kapcsolódik a védett területhez. 1997-ig 600 db generátort telepítettek a Dráva és a Száva közötti területre.

A klímaváltozás hatása: megfigyelhető, hogy az utóbbi évtizedben a jégesőképződés és a jégeső-gyakoriság felerősödött a légköri felmelegedés következtében.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton szeretném köszönetemet kifejezni témavezetőmnek, dr. Tasnádi Péter egyetemi tanárnak a munkámhoz nyújtott szakmai segítségéért és támogatásáért.

IRODALOMJEGYZÉK

1. Geresdi István: Felhőfizika. Dialóg Campus Kiadó, Budapest – Pécs, 2004.
2. dr. Bartholy Judit, dr. Geresdi István, dr. Matyasovszky István, dr. Mészáros Róbert, dr. Pongrácz Rita: A meteorológia alapjai. Budapest, 2006

SZERZŐ

Döményné Ságodi Ibolya

Munkahely: Garay János Gimnázium, Szekszárd

Beosztás: gimnáziumi tanár

E-mail: sagodi62@freemail.hu