



Meteorológia interdiszciplinárisan – A NAT, a tanárképzés, és a szakmódszertani kutatások meteorológiai témái

Tasnádi Péter, Lucz Ildikó, Molnár Beáta, Nógrádi Zsófia, Weidinger Tamás

ELTE Földrajz- és Földtudományi Intézet, Meteorológiai Tanszék, ttasip6@gmail.com

DOI: 10.56474/légkor.2026.1.2

A légköri jelenségek ősidők óta foglalkoztatják az embereket. Az ókortól kezdve jelentős szerepet kaptak a meteorológiai ismeretek mind a tudományban, mind az oktatásban. Az alapvető természettudományos diszciplínák (fizika, kémia, biológia, földrajz-földtudományok) kifejlődése a légköri jelenségek oktatását a földrajzi ismeretkörbe szorította. Korunkban azonban a környezettudomány szerepének növekedése a meteorológiai ismeretek tanításának reneszánszát hozta. A légkör lenyűgöző jelenségeinek, az időjárás mindennapjainkra gyakorolt hatásának vizsgálata nagy motiváló erőt jelent a diákok számára a természettudományok irányában. A jelenségek magyarázata pedig komplex ismereteket, a természettudományos tárgyakban tanultak összegző alkalmazását igényli a tanároktól. A diákok munkájának megtervezése, a tanítási anyagok középiskolai szintű kidolgozása a tanárképzésben és a módszertani kutatásban is új feladatokat jelent. A cikkben bemutatjuk, hogy ennek a feladatnak a teljesítésében milyen útkeresés zajlik, és hogyan vesz részt ebben az ELTE Meteorológiai Tanszék.

Meteorology Interdisciplinarily – The National Curriculum, Teacher Education, and Meteorology Topics in Subject-Specific Didactic Research

Mankind has long been interested in atmospheric phenomena. Both in science and in education these phenomena have played a central role since ancient times. However, the development and separation of the basic scientific disciplines (physics, chemistry, biology and geology) have limited the teaching of atmospheric phenomena to the field of geography. More recently, environmental issues are at the forefront of people's interest, and the teaching of meteorology has come to a new renaissance. The study of the fascinating phenomena of the atmosphere and the explanation of the impact of daily weather on our daily lives are a great motivation for students, while requiring teachers to summarise complex knowledge and apply the laws of the different subjects. Planning lesson and creating teaching resources for high school learners, present new challenges for teacher training and methodological research. In this paper we introduce the focal points of this research and the way in which the Department of Meteorology at Eötvös Loránd University participates in this process.

A légköri jelenségek, az időjárás ősidők óta foglalkoztatja az emberiséget, hiszen gyakran az emberek léte függ tőle. Ennek megfelelően a meteorológia már a természettudomány kialakulásakor szerepet kapott a filozófus-természettudósok vizsgálataiban. Arisztotelész négykötetes munkája tekinthető a meteorológia első részletes tárgyalásának. A mű (*Aristotele*, 2004) tudományos megállapításai mára többnyire nem tartathatóak, kérdésfelvetései azonban olyan mélyrehatóak, hogy ma is érdemes megismerni őket. *Mészáros* (2006) például a környezettudomány első megalapozásának tekinti a művet. Arisztotelész foglalkozik a felhőképződéssel, keresi a szél okát, és a légköri optikát, illetve a villámok és a mennydörgés kérdését is részletesen tárgyalja. A meteorológia hosszú ideig a fizika tankönyvekben is jelentős helyet kapott. *Amédée Guillemin* 1895-ben magyar nyelven is kiadott „A mágnesség és elektromosság” című könyvében például hosszú fejezetben foglalkozik a jégesőben képződő graupelek szerkezetével (*Guillemin*, 1895), de *Feynman* Mai Fizika sorozata is önálló fejezetet szentel a légköri elektromosságnak (*Feynman et al.*, 1969). A középiskolai és az egyetemi fizika tanterveiből a tudományos ismeretek halmozódásával, és a diszciplínák egyre erőteljesebb szétválásával, azonban a meteorológia egyre inkább kiszorult. Nagyrészt csak marginálisan, érdekes motivációs kiegészítésként jelent meg belőle néhány téma (ciklonok, anticiklonok, villámok, halójelenségek stb.). Középiskolában törzsanyagként a földrajz oktatásában kapott szerepet, ami a leíró jellegű ismeretközlés felé tolta el a tananyagot.

A környezettudományi ismeretek egyre fontosabbá válása, a fenntartható fejlődés kérdésének és a felelős állampolgári magatartásra nevelés igényének előtérbe kerülése miatt azonban a környezettudományi és meteorológiai vonatkozású ismeretek – ha tananyagon kívül is, de – mind nemzetközi, mind hazai szinten egyre inkább helyet követeltek maguknak a középiskolai fizikaoktatásban (*Rickinson*, 2001). A környezettudományi és globális kérdések tárgyalása a diszciplináris tananyag feldolgozásban szerzett ismeretek integrálását igényelte, így a különböző természettudományos tantárgyakban szétaprózva megjelenő meteorológiai ismeretek az interdiszciplináris projektek alkotóelemeivé válhattak.

Az ELTE tanszékei fontosnak érezték a középiskolákkal, a középiskolás diákokkal kialakított személyes kapcsolatot. A Meteorológiai Tanszék például a kezdetektől részt vesz a nemzetközi GLOBE Környezeti Nevelési Program hazai megvalósításában (*Weidinger et al.*, 2006, 2007; *Tóth*, 2015; [1]). Hazánkban közel 30 GLOBE Iskola van. Környezeti méréseket,

többek között meteorológiai megfigyeléseket végeznek. A program a 2000-es évek elején élte fénykorát, de ma is vannak aktív GLOBE csoportok. Itt a mi feladatunk a meteorológiai mérések segítése, s ha kell, szakmai tanácsadás (*Weidinger et al.*, 2007). Új kezdeményezés a 2014-ben alakult Földtudományi Civil Szervezetek Közösségének (FÖCIK) 2021-ben útjára indított, évenként megrendezésre kerülő „Baksa Csaba Kárpát-medencei Földrajz és Földtudományi verseny”, ahol az ELTE Meteorológiai Tanszék munkatársai által összeállított kérdések is szerepelnek [2]. „MeteoChallenge 2025” címmel középiskolásoknak szóló meteorológiai versenyt hirdetett a Magyar Meteorológiai Társaság, a HungaroMet Nonprofit Zrt. és az ELTE Meteorológiai Tanszéke. Sok jó kezdeményezés van meteorológia iránt érdeklődő hallgatók „bevonására”.

A Meteorológus TDK közel háromnegyed évszázados hagyományokkal rendelkezik (*Weidinger*, 2012). A hallgatói kutatások mellett középiskolás diákok meteorológiával-klimatológiával foglalkozó munkáit is befogadja. A Tanszék munkatársai a középiskolai tanárokkal együtt végzik a mentorálást, a témavezetést. Az utóbbi évek diákköri konferenciáin 3 ilyen előadás is elhangzott. A témakörök között szerepelt „Környezeti mérések a Kodály Zoltán Magyar Kórusiskolában”, egy másik előadás a játszóterek mikroklímájával foglalkozott. Infrahőmérővel végzett mérések alapján elemezték a különböző színű és anyagú burkolatok, játszótéri elemek hőmérsékletét, a fák hatását, s javaslatot tettek a játszóterek optimális kialakítására. Az ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Általános Iskola és Gyakorló Gimnázium földrajz és fizika órák anyagát összehangolva interdiszciplináris projektet dolgoztak ki a városi hőszigetek, és a különböző felületek hőmérsékleti hatásának vizsgálatára (*Darabos és Nógrádi*, 2024). A Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium egyik hallgatója, Csontos András pedig a Balaton-felvidéken végzett mikroklíma méréseiről számolt be. A fehér akác lombhullásának idejét vizsgálta különböző tengerszint feletti magasságokban és kapcsolta össze terepi meteorológiai mérésekkel. A dolgozatok szerzői ma már a Meteorológiai Tanszék hallgatói.

A 2020-ban bevezetett új NAT (Nemzeti Alaptanterv) és a ráépülő kerettanterv gyökeresen megváltoztatta a fizika és más természettudományos tárgyak tanításának kereteit, lehetőségeit és tartalmát. Számos meteorológiai alapismeret vált kötelező tantervi elemmé. Korábban, mint már említettük, ezek jelentős hányada csak a tananyag kiegészítő vagy olvasmány részében került megemlítésre (pl. a légköri optikai jelenségek, villámok és villámvédelem).

A következőkben áttekintjük a meteorológia oktatási lehetőségeit, megjelenését a középiskolai és egyetemi oktatásban, hangsúllyal kezelve tanárképzési vonatkozásait és kiemelve az ELTE Meteorológiai Tanszék szerepvállalását. A cikk befejezésként néhány jelenleg futó vagy mostanában lezárult doktori munkát mutatunk be.

Az új Nemzeti Alaptanterv

Először röviden áttekintjük az új NAT követelményrendszerét és tudományos tartalmát a meteorológiai ismeretek szempontjából, majd kitérünk a környező országok magyar nyelvű iskoláinak tanítási lehetőségeire.

Az érvényben lévő kerettanterv szerint a földrajz tantárgyban önálló fejezet foglalkozik a légkörrel és a vízburokkal. A tanított témakörök között megtalálhatók: a légkör összetétele és a légköri áramlások, a felhőképződés és a felhők osztályozása, meteorológiai mérések és megfigyelések, valamint az éghajlat. A tanulók megismerkednek a légkör szerkezetével, fizikai és kémiai jellemzőivel, a légszennyezés forrásaival és globális következményeivel. Vizsgálják a különböző légköri folyamatok és jelenségek (felhős és csapadékképződés, ciklonok, anticiklonok, trópusi ciklonok, időjárási frontok) időjárást alakító hatását, megtanulnak időjárási térképeket és előrejelzéseket értelmezni. A légkör globális változásainak és a hozzáfüződő problémáknak (az ózon körforgása és az ózonréteg elvékonyodása, savas esők hatása, éghajlatváltozás) megvitatása elősegíti a tanulók környezettudatos szemléletének fejlesztését. A vízburok című fejezet elsősorban a Föld vízkészletével, a felszíni és felszín alatti vizek főbb típusaival és azok jellemzőivel, a velük kapcsolatos környezeti veszélyekkel, illetve a vízenergia felhasználásával és annak társadalmi-gazdasági vonatkozásaival foglalkozik.

A fizikaórákon a fizikai törvényszerűségekhez kapcsolódva, több esetben mérési feladatoknál jelenhetnek meg a meteorológiai vonatkozású témák. Ide sorolhatók a légköri sugárzási folyamatok, a légköri elektromos és optikai jelenségek, valamint a csapadékképződés egyes komponensei (páratartalom, a csapadékfajták, halmazállapot-változások). A szélsőséges időjárási események gyakoriságának fokozódásával a heves zivatarok és a velük együtt járó villámcsapások, a tragikus végű balesetek nagy publicitása az emberek figyelmét fokozottabban e jelenségekre irányítja. Úgy gondoljuk, hogy részben ennek is köszönhető, hogy az új kerettantervben hangsúlyosabbá vált e jelenségkör tanítása, a villámcsapás veszélyeinek és a villámvédelem kérdésének tárgyalása. A természeti jelenségek leírása, meg-

értése nemcsak közelebb visz a bennünket körülvevő világ megismeréséhez, hanem óriási motiváló hatásával megváltoztathatja a diákok természettudományos tárgyakhoz való attitűdjét is. Interdiszciplinaritása miatt tudástranszfert és rendszerszintű, komplex természettudományos gondolkodást igényel.

A földrajz és a fizika tárgyak mellett a középiskolák 11. évfolyamán a természettudományos tárgyakat fakultatív képzésben nem folytató diákok számára új tantárgyként jelent meg a „komplex természettudomány”. Ennek kerettanterve javasolja pl. az időjárás és az éghajlatváltozás előrejelzési módszereinek tanulmányozását, valamint számos társadalmilag releváns, globális probléma (pl. klímaváltozás, levegőszennyezés, az éghajlatváltozás természetes és antropogén folyamatok) feldolgozását a fizika és földrajz tantárgyak tanulása során szerzett korábbi ismeretek alapján. E témakörök megvitatása számos kulcskompetencia fejlesztése mellett hozzájárul a diákok környezettudatos szemléletének formálásához is. Új lehetőségként jelenik meg a középszintű érettségik világában a projektmunka. Így a fizika tárgyban is hangsúlyosabbá válhat a meteorológiai témákra épülő önálló kutatómunka.

A meteorológia középiskolai oktatásának hazai trendjei mellett érdemes röviden foglalkozni a meteorológia középiskolai oktatásával a Kárpát-medence országai-ban (Molnár *et al.*, 2022). A meteorológiai témakörök magyarországi oktatásának helyzetét 18 kérdésből álló kérdőívvel felmérés segítségével hasonlítottuk össze 5 környező ország gyakorlatával, ahol folyik magyar nyelvű középiskolai oktatás (Molnárné Pelle *et al.*, 2020). Van magyar nyelvű oktatás Szlovéniában és Ausztriában is, de innen nem álltak rendelkezésre adatok.

Minden vizsgált országban kerettantervek határozzák meg az oktatás célját és szabályozzák annak tartalmát. Magyarországon a természettudományi tantárgyak esetében a 2012-es Nemzeti Alaptanterv (NAT) lehetővé tette, hogy az iskolák A és B kerettanterv között válasszanak, amit sajnos a 2020-as NAT már nem tartalmaz (NAT, 2020). A vizsgált országok (Szlovákia, Románia, Szerbia, Horvátország) közül csupán Horvátországban van lehetőségük az iskoláknak a 2012-es magyarországi Nemzeti Alaptantervhez hasonlóan alternatív kerettantervek közül választani.

Szlovákiában meteorológiát a középiskola első évfolyamában tanítanak földrajzórakon a Légkör című fejezeten belül. A fizikaórákon a középiskolákban nem foglalkoznak meteorológiával. Általában jellemző, hogy a földrajz tantárgyon belül a légköri jelenségeket külön témakörként tanítják. A fizikán belül meteorológiát külön témakörként csak Magyarországon

és Horvátországban tanítanak. Szlovákia kivételével a többi országban a meteorológiához köthető ismeretek a fizika tantárgy különböző évfolyamaiban más-más témakörökhöz kapcsolódnak.

A meteorológiai előrejelzésről Magyarországon (*Buránszkiné Sallai*, 2018a, 2018c), Szlovákiában és Ukrajnában tanulnak legtöbbet a középiskolás diákok. A fizika tantárgyon belül jellemzően a légköri sugárzások, a légköri elektromosság és optika jelenségeiről van szó, de szerepelhetnek a csapadékképződés egyes komponensei (páratartalom, halmazállapot-változások) is.

A vizsgált országok nagy részében a meteorológia a földrajz témakörei közé került és a jelenségek leírására szorítkozik. A tankönyvekben a tananyag feldolgozása jellemzően leíró jellegű. Ennek olyan hátránya lehet, hogy a diákok sokszor nem látják meg a jelenségek mögött a fizikai törvényszerűségeket.

Magyarországon, Szlovákiában és Ukrajnában a földrajz érettségi követelmények között szerepelnek meteorológiai ismeretek „a levegőburok földrajza” témakörhöz kapcsolódóan.

Tanárképzés, szakmódszertani kutatások

A NAT szemléletváltása, bár nem volt előzmény nélküli, sok tekintetben előkészítés nélkül zajlott. Nem történt változás az egyetemi tantervekben, és a középiskolai tananyagok kidolgozását sem előzte meg szisztematikus tervezés. A meteorológia tanítása, a légköri folyamatok középiskolai tárgyalása nem sikerülhet a középiskolai tanárok ilyen irányú képzése nélkül, a középiskolai tananyagok kidolgozását pedig szakmódszertani háttérkutatásokkal kell alátámasztani. Ebben mind a szaktanszékeknek (Meteorológiai Tanszék, Környezeti Áramlások Laboratóriuma stb.), mind a szakmódszertani csoportoknak (Természettudományos Oktatásmódszertani Centrum) szerepet kell vállalniuk. Ez található az egyetem és a Természettudományi Kar törekvéseivel, a tehetséges hallgatók „bevonásával” az egyetemre.

Az ELTE Meteorológiai Tanszék e feladatok megvalósításában komoly hagyományokra támaszkodhat. Másfél százados története van a meteorológia-klimatológia tanításának a földrajzoktatásban, benne a tanárképzéssel (*Gábris*, 2020). Közel négy évtizeden át volt Felméry László (1931–2021) a meteorológia tárgy oktatója a tanárképzésben. Őt követően az 1980-as évek végétől a Meteorológiai Tanszék szinte minden oktatója részt vett több-kevesebb ideig a földrajz-geográfus képzésben. Ma két félévben hallgatnak meteorológiát és klimatológiát a tanárjelöltek. Hozzá tartozik a meteorológia oktatása a környezettan

tanárképzéshez, de számítanak ránk az új típusú, most indult természettudomány-környezettan tanárszakon, az ún. Z-szakon is [3]. Az időszakonként szervezett földrajz-, illetve környezettan tanár továbbképzések programjában is szerepelnek meteorológiai ismeretek a mérésektől a légköri folyamatok leírásán át az időjárás-előrejelzések értelmezéséig.

Az ELTE korán felismerte a környezettudomány oktatásának szükségességét, és az elsők között volt az országban, ahol környezettudomány tanárszak, majd később környezettan alapszak indult. Mindkét szak oktatásában alapvető részt képeztek a meteorológiai és klimatológiai ismeretek, amelyeknek tanítását a Meteorológiai Tanszék vállalta. Emellett a Fizika Doktori Iskola Fizika Tanítása doktori alprogramot hozott létre, amelynek egyik centrális kérdésköre a környezeti ismeretek középiskolai feldolgozásának kutatása, tanári „jó gyakorlatok kidolgozása” és a tantárgyközi koncentráció erősítése. Ezért is kapcsolódott be a Meteorológiai Tanszék a Fizika Doktori Iskola Fizika Tanítása Programjába (*Tasnádi*, 2012; *Tél*, 2015).

Megjegyezzük, hogy szakmódszertani kutatások, PhD munkák folynak más egyetemeken is, ahol földrajz, környezettan, illetve fizika szakos tanárképzés van. Két doktori iskolát, az ott folyó képzést külön is kiemelünk. Az egyik az Eszterházy Károly Katolikus Egyetem Neveléstudományi Doktori Iskolája, ahol nagy hagyományai vannak a szakmódszertani kutatásoknak, különösen a földrajz oktatásban (*Mika és Pajtókné*, 2012, 2015). Két meteorológiához kapcsolódó kutatási témát ismertetünk.

- *Buránszkiné Sallai* (2018b) „Korszerű időjárási ismeretek és kapcsolódó magatartásminták a környezeti nevelésben” című PhD értekezésében kidolgozott egy komplex meteorológiai oktatási anyagot, ami mára a 9. évfolyamos földrajz tananyag részét képezi (*Arday et al.*, 2018).
- *Rácsi András* doktori kutatásaiban többek között a meteorológia óvodai és általános iskolai oktatásával, illetve a környezeti tudatformálással foglalkozott (*Rácsi*, 2022). Mindegyik fontos, nagyobb figyelmet érdemlő témakör (*Rácsi és Kovács*, 2013; *Apró és Rácsi*, 2014; *Rácsi és Tóth*, 2017).

A Soproni Egyetem Kitaibel Pál Környezettudományi Doktori iskolájában is számos magas színvonalú, környezeti- és erdőpedagógiával kapcsolatos munka született (*Kovács-Németh*, 2020). A meteorológiával, éghajlattannal való kapcsolatot nem kell külön hangsúlyozni.

Tantárgypedagógiai kutatási programok az MTA támogatásával

A szakmódszertani kutatások, benne a meteorológia közoktatásbeli szerepének erősítéséhez jelentősen hozzájárul a Magyar Tudományos Akadémia 2016-ban útjára indított Tantárgy-pedagógiai Kutatási Programja [4]

Az MTA-SZTE Földrajz Szakmódszertani Kutatócsoport vezetője Prof. Farsang Andrea (1967-2022) volt. Foglalkoztak többek között az általános és középiskolás diákok éghajlati folyamatokkal kapcsolatos ismereteinek felmérésével (Kádár et al., 2018).

E kutatási program 2022 után (a jelenlegi pályázati ciklusban) is tovább folyik az MTA Közoktatás-fejlesztési Kutatási Program keretében. Itt a célok között szerepel többek között i) az éghajlatváltozás oktatása, ii) a felnőttképzés és iii) a fenntartható fejlődés oktatása.

A Tél Tamás professzor által vezetett, több mint hat éven át működő MTA-ELTE Fizika Tanítása Kutatócsoport szintén több szálon kapcsolódott a meteorológiához és az éghajlati folyamatok leírásához. Kiemelkedőek az elmúlt években kiadott tanári módszertani segédleteik [5]. Az elektronikus oktatási anyagok között ott találjuk többek között „A körhintától a ciklonokig és a Golf-áramlatig” címmel megjelent középiskolásoknak szóló interaktív tananyagot. Az elmúlt években megjelent könyvek közül a „Víz a légkörben és a talajban. Villámok, cseppkövek gejzírek és más természeti csodák” címűt (Tasnádi és Illy, 2021) kell kiemelni. Ez az első átfogó középiskolásoknak írt anyag a víz tulajdonságairól, körforgásáról. Együtt szerepelnek a különböző skálájú légköri folyamatok a csapadékképződés és a töltésszétválasztódás (villámok keletkezése) folyamataival. A kutatócsoport keretében készített „A fizika tanítása a középiskolákban” több mint 2000 oldalas könyv mindhárom kötetében szerepelnek légköri jelenségek, s olyan kísérletek, amelyekkel ezek „közelebb hozhatók” a diákokhoz (Juhász et al., 2021a,b,c) [6].

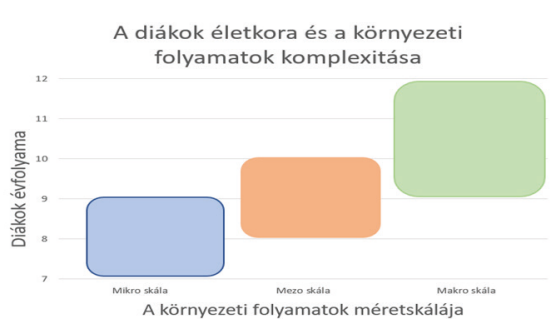
2022 és 2026 között más prioritásokkal az MTA-ELTE Fizikatanítás Digitális Támogatással Kutatócsoport folytatja a munkát. A hangsúly i) a digitális és cselekvésközpontú fizikatanuláson és ii) a mesterséges intelligencia fizikaoktatásban történő alkalmazásán van. Itt is lehetnek kapcsolódási pontok a légkörtudományokkal.

Meteorológiai témák a fizika szakmódszertani doktori munkákban

A következőkben néhány most folyó, illetve a közelmúltban lezárult doktori kutatásba nyújtunk betekintést. A korábbi témakörökről *Tasnádi* (2012) cikke tájékoztat. Három kutatási témát ismertetünk.

Skálafüggő légköri és óceáni folyamatok helye és szerepe a fizikaoktatásban

A természeti nevelés, a preventív gondolkodás tanítása fontos része mind a tanári, mind a nevelői feladatoknak. A NAT kulcskompetenciái között is szerepel a „Fenntartható nevelés”. A diákok tudásának, fejlődésének ismeretében kell olyan skálafüggő meteorológiai feladatokat adni, amelyek segítik a fizikai folyamatok megértését, s egyúttal a környezeti problémák elemzésén keresztül közelebb hozzák a diákokhoz a fenntarthatóság gondolatkeretét. A fizikatanulásban résztvevő korosztály a 7. osztályosoktól a 12. osztályos tanulókig terjed, a gimnázium típusától (4-8 osztályos) függően. Az alsóbb évfolyamosokat mindenekelőtt saját életükre vonatkozó környezeti kérdésekkel ismertetjük meg (pl. városi hősziget mérések), majd a diákok fejlődésével a lokálistól az országos és a kontinentális problémákon át haladunk a globális kérdések felé (Nógrádi et al., 2021, Nógrádi és Weidinger, 2023). Ezt szemlélteti az 1. ábra.



1. ábra. A diákok tudásszintje és a környezeti folyamatok léptéke, tárgyalt komplexitása közötti kapcsolat. Elsőként a szűkebb környezetünket ismerjük meg!

Az oktatási tematikák szerveződése nemcsak a diákok, de a problémák fejlődésén is alapul. Az érettségihez közeledve kitüntetett szerepet kap

- az éghajlati rendszer és az üvegházhatás értelmezése,
- az éghajlatváltozás fizikai hátterének bemutatása,
- az éghajlati modelleredmények értelmezése.

A megértést egyszerű szöveges fizika feladatok segítik. Ezek közül elsőként a 9. osztályosoknak szánt egyik gondolkodtató feladatot mutatjuk be. Ekkor már lehet összetettebb feladatokat adni, hiszen már fejlettebb absztrakciós képességgel és két év természettudományos ismerettel rendelkeznek a diákok. Így „bátran beleugorhatunk” a hőtán, illetve főképp a kalorimetria és a hőtágulás témakörébe.

Gondolj bele! A média sokszor hangoztatja, hogy a jéghegyek olvadása miatt emelkedik az óceánok vízszintje. Ha elolvad egy 1000 m³ nagyságú jéghegy, ami eddig a vízben úszott, akkor mennyivel nő a vízszint? Vajon esetünkben jelentheti-e azt, hogy csak a jégolvadás okozza a vízszint emelkedést? Gondolkodj bele, mi más okozhatja? Végezz számolást is! Először próbáld meg magadtól, ha nagyon nem megy, akkor nézd meg a segítséget!

Másodikként nézzünk egy 10. osztályos diákoknak szánt „önálló kutatást” igénylő feladatot. Itt már sokkal szabadabb utat engedünk a diákoknak. Ez fontos ebben a korosztályban, hiszen felkelthetjük olyanok érdeklődését is, akik nem érdeklődik a fizika iránt. E hétköznapi téma rávilágíthat arra is, hogy a sok egyéni döntés mennyire képes befolyásolni a globális folyamatokat.

Nézz utána, készíts esszét! Sokszor hallani, hogy az energiatakarékos izzóval mennyi energiát és pénzt spórolunk. Vizsgáld meg ennek az állításnak a valóság alapját! Ha mindenki energiatakarékos izzókat használna, akkor az mennyi „energiaspórolást” jelentene? Írd le, hogy milyen közelítéseket használsz, és azt is, hogy az így kapott energia milyen nagyságrendet jelent (háztartás energiája, város, erőmű energiája stb.)! És vajon tényleg minden esetben spórolunk az „energiatakarékosal”? Készítsetek egy összegző fogalmazást a különböző forgalomban lévő izzófajtákról is! A várt terjedelem minimum egy A4-es oldal.

A doktori kutatás során kialakításra kerülő tanulási módszer szándékaink szerint alkalmas lesz arra, hogy „felelős információkeresésre és felhasználásra” tanítsuk a gyerekeket, miközben a kutatói, kísérletezői szemléletet is megtapasztalhatják és tanulhatják.

Meteorológiai megfigyelések, idősorok – egy középiskolai projektfeladat tanulságai

A következő, folyamatban levő doktori kutatás célja, hogy

- a meteorológiai és légszennyezettségi mérések és megfigyelések ismeretében jobban értsék

a diákok a légkördinamikai folyamatokat (felhő- és csapadékképződés),

- a köd kialakulását és fejlődését,
- a nagy légszennyezettséget okozó helyzetek létrejöttét és hatását a környezetre.

Kárpát-medencei együttműködésben vizsgáljuk a beltéri levegő állapotát, annak középiskolai oktatási lehetőségeit (Molnár et al., 2025).

A tananyagfejlesztés során foglalkozunk

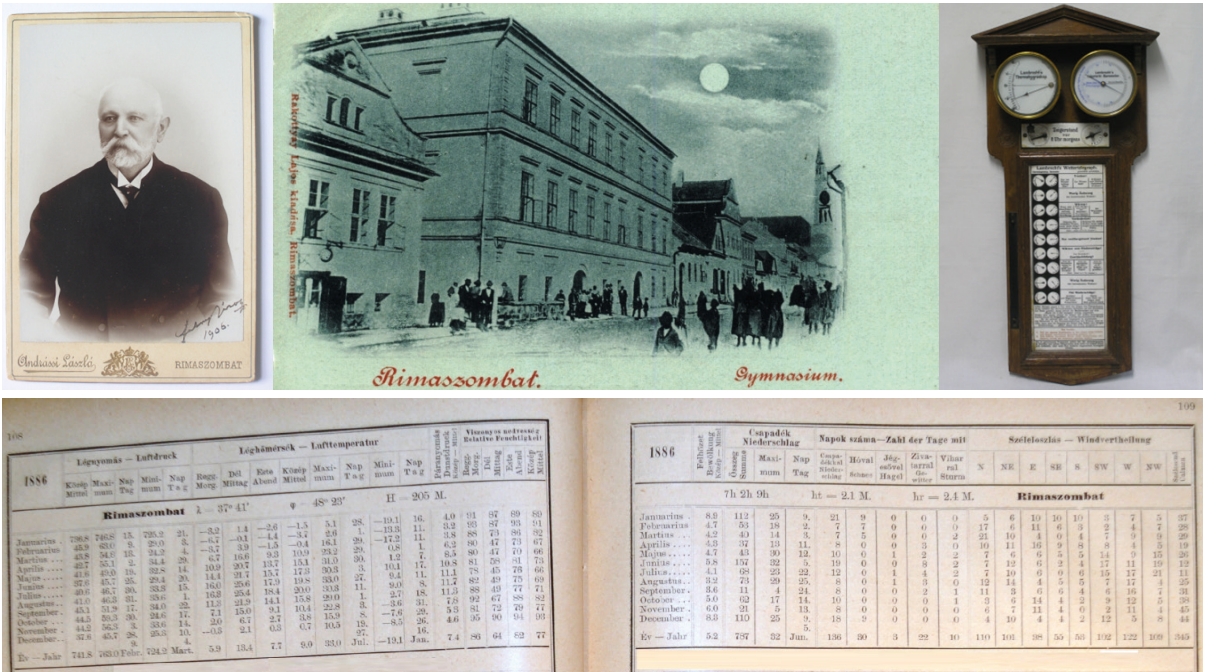
- az időjárási és levegőkörnyezeti előrejelzések értelmezésével, illetve
- a meteorológiai és levegőkörnyezeti mérési adatsorok elemzésével,
- éghajlati adatsorok feldolgozásával, az éghajlat változásainak számszerűsítésével.

Ezek már részben szakköri tematikák kidolgozását jelentik.

Az éghajlati idősorok nemcsak egyszerű számSOROK. Mögöttük áll a város, a meteorológiai állomás, az észlelők munkája, a hely története. A PhD kutatás e szeletét mutatjuk be részletesebben (Molnár et al., 2021; Tasnádi et al., 2022). Tesszük ezt azért, hogy megmutassuk egy-egy kérdéskör összetettségét. Így kerülhet közelebb a fizika és a matematika még egy humán érdeklődésű diákhoz is. Rimaszombatban 1883-ban indultak a meteorológiai mérések, amelyek 1886-tól szerepelnek a Meteorológiai és Földdelejességi Magyar Királyi Intézet évkönyveiben. Ebben az évben a méréseket már Fábry János¹ az Egyesült Protestáns Főgimnázium tanára, illetve igazgatója végezte (2. ábra).

A mérőállomás működtetése is az ő nevéhez kötődik egészen 1900-ig. Az adatok felhasználásához az évkönyvek kifényképezett oldalait digitalizáltuk majd ellenőriztük, összevetve az évkönyvek lapjaival, végül az OMSZ közreműködésével homogenizáltuk (Molnár et al., 2021). Így alakult ki egy történeti adatbázis 1918-ig. Hasonló történeti adatbázist építenek az Egyesült Királyságban, szintén diákok bevonásával (Mateus et al., 2021). A jelenlegi éghajlati jellemzőket (1961–2010) a CarpatClim adatbázis (Spinoni et al., 2015) alapján készítettük el. A jövő változásait az ELTE Meteorológiai Tanszékén fejlesztett FORESEE adatbázis alapján mutatjuk be (Dobor et al., 2014). Ezek éghajlati modelleredmények alapján készültek 2100-ig. Így Rimaszombat közel negyed évezredes éghajlati történetét tekinthetik át a diákok.

¹ Fábry János (1830-1907) a 19. század második felének legmeghatározóbb rimaszombati személyisége volt (Bodor, 1899; Rejtő, 1992; Baloghné Zsoldos, 2020), aki a tanításon kívül nagyon szerteágazó természettudományos megfigyeléseket és gyűjtéseket végzett, múzeumot, leányiskolát és számos egyletet hozott létre.



2. ábra. Történeti meteorológiai mérések Rimaszombatban (1883–1918). Az Egyesült Protestáns Főgimnázium régi épülete (fent, középen). Fábry János (1830–1907) a Rimaszombati főgimnázium egykori tanára és igazgatója, a meteorológiai észlelések végzője (1886–1900) és a mérésekhez használt barométere (fent, balra), a Gömör-Kishonti Múzeum gyűjteményéből, Rimaszombat. A Meteorológiai és Földdeleljességi Magyar Királyi Intézet 1886. évi évkönyvének egy lapja (lent).

A projekt célja, hogy a diákok:

- megismerjék a légköri viszonyok jellemzésére alkalmas meteorológiai elemeket,
- megismerjék az időjárás és éghajlati megfigyelések módszertanát,
- felismerjék azt, hogy a hosszútávú megfigyelések adatai lehetővé teszik az időjárás és az éghajlat változásainak nyomon követését.

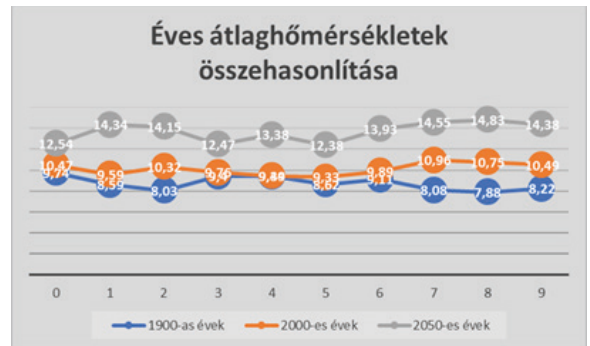
A projektfeladat lehetővé teszi, hogy megerősödjön a középiskolás diákokban saját iskolájuk és régiójuk múltjához való kötődés. A diákok közreműködtek az éghajlati adatbázis kialakításában és korábbi számítástechnikai ismereteiket felhasználva adatfeldolgozási feladatokat végeztek. Erre mutatunk példát a 3. ábrán.

Táblázatkezelő programmal dolgozva készítették el az 1900-as a 2000-es és a 2050-es évekre az éghajlati modellszámítások alapján előrejelzett éves átlagos hőmérsékleteket. Enyhe, 1 °C körüli átlagos melegedést látunk a 20. században. Ehhez képest további, több mint 3 °C-kal melegebb évtizedre számíthatunk a 2050-es években, nem egészen 30 év múlva. Meglepő eredmények, meglepő jövőkép; van miről gondolkodni!

A magyarországi fizika oktatás során a 9. osztályban a „Víz és levegő környezetünkben” témakörhöz kapcsolódóan oldhatnak meg hasonló, a saját lakóhelyükhöz kötődő projektfeladatokat a diákok.

A légköri elektromosság tanításáról

A légköri elektromosság témaköre az új fizika kerettantervben a 10. évfolyamon a „Szikrák és villámok” című fejezetben jelenik meg, a korábbi tantervek „Elektrosztatika” témakörében tárgyalt ismeretekhez kapcsolódóan. Ez a fejezet a középiskolai fizikatanítás szempontjából kitüntetett szerepet játszik, hiszen számos elektromosságtani fogalom itt kerül bevezetésre.



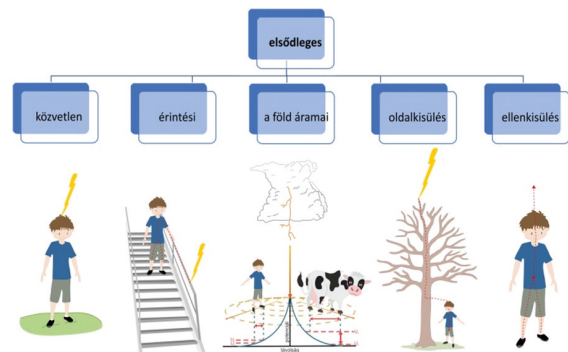
3. ábra. Az 1900–1909 és 2000–2009 között °C-ban mért éves átlaghőmérsékletek összehasonlítása a 2050–2059 közötti években várható éves átlaghőmérsékletekkel a FORESEE adatbázis (Dobor et al, 2014) az ALADIN-ARPEGE modell alapján. A vízszintes tengelyen a 10–10 éves periódusok egyes éveit jelöltük.

tésre. Az ekkor elsajátított fogalmak, összefüggések és megismert jelenségek a későbbiekben többször visszatérnek. Ugyanakkor a fogalmak absztraktsága, a jelenségek egzakt leírásához szükséges bonyolult matematikai és fizikai ismeretek hiánya miatt a fizika iránt kevésbé érdeklődő diákok számára a témakör nehéznek bizonyul, kevésbé mutatnak érdeklődést iránta. A villámok félelmetes, ugyanakkor csodálatos világa, a felső légkör káprázatos fénytűneményei ámulatba ejtik a diákokat. A témának a hétköznapi élethez való kapcsolása (villámvédelem, élettani hatások stb.) a fizika gyakorlati alkalmazásával annak hasznosságát támasztja alá és rendkívüli motiváló erővel hat. A jelenségek azonban nem tárgyalható csupán az elektrosztatika témakörére korlátozva, a téma több részletének megértéséhez szükséges a villámok tanításának beemelése a tananyag más (mágneses indukció, elektromágneses sugárzások) fejezeteibe is.

A légköri elektromosság tanításával foglalkozó doktori kutatás során (Takátsné Lutz, 2023):

- olyan tananyag került kidolgozásra, melyben a tudományos ismeretek diákok számára történő interpretálásakor elemi megközelítéseket alkalmaztunk a magyarázatoknál és a jelenségek leírásakor.
- A tananyagfejlesztés a MER (Model of Education Reconstruction – A tanítás rekonstrukciós modellje) szellemében történt, a fizikai tartalmat nem befolyásoló egyszerűsítésekkel élünk és az egzakt leírás helyett a jelenségek megértésére törekedtünk. Az összefoglaló munka a zivatarfelhők leegyszerűsített tripólusú modelljét használva értelmezi a zivatarfelhők elektromos terét és annak hatását a földfelszín töltéseloszlására, továbbá vizsgálja a zivatarfelhők szerepét a nagy légköri áramkörben. A villámok típusainak tárgyalását követően a diákok megismerkednek a villámok legfontosabb tulajdonságaival, időbeli lefolyásával. A tananyag kitér a földből kiemelkedő csúcsok szerepére a villámcsapás kialakulásában, valamint a villámhárító működési elvére is. A középiskolai fizikaoktatásban különös hangsúly helyeződik a fizika törvényeinek gyakorlati alkalmazásaira, korszerű technikai eszközeink működési elveinek alapszintű ismeretére. Így foglalkoztunk a villámok lokalizációjával is, és kiemeltük az előrejelzések fontosságát. A tananyag általános tantervű középiskolások részére készült, ebből ízelítő olvasható Takátsné Lutz és Tasnádi (2022a) munkájában.

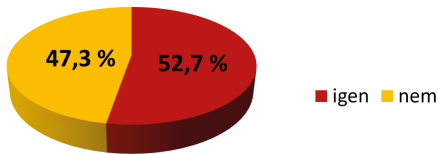
- kiegészítő tananyag készült a FEOE-k (felső-légköri elektro-optikai jelenségek) tanításához, amely elemi megközelítésben tárgyalja a jelenségeket. E téma vizsgálata túlmutat az alaptantervi követelményeken, így tanórai keretek között csak kiegészítő anyagként használható. Újszerűsége és látványossága miatt a tanulók fizika iránti érdeklődésének felkeltésére, fenntartására, napjaink tudományos kutatási módszereinek és eredményeinek népszerűsítésére kiválóan alkalmas. Szakkörökön vagy témahetek keretében történő feldolgozásra ajánljuk, mely itt érhető el [7].
- a tananyagok felhasználásához módszertani ajánlások is készültek (Takátsné Lutz és Tasnádi, 2021; Takátsné Lutz, 2023)
- A kutatás továbbá vizsgálta a villámcsapások különféle hatásait is, elsősorban az emberi szervezetre gyakorolt élettani hatásokra fókuszálva (4. ábra). A doktori értekezés javaslataiból megtudhatjuk, mi a helyes viselkedés néhány villámveszélyes helyzetben (Takátsné Lutz, 2023).



4. ábra. Részlet a villámok élettani hatásai című fejezetből. Az ábra a villámok elsődleges (elektromos eredetű) hatásait szemlélteti.

- A villámokkal kapcsolatban számos tévhit él a köztudatban. (Tévhitnek vagy tévképzetnek nevezük a tudományos elméletekkel össze nem egyeztethető, mélyen gyökerező, rendkívül stabil téveszméket (Korom, 1997). A kutatás vizsgálta, hogy ezek a közismert hiedelmek mennyire élnek tanulóinkban, milyen ismeretek tanítása járulhat hozzá ezek leküzdéséhez. A tanulók körében végzett mérések eredményeiről, azok értékeléséről korábbi cikkeinkben már beszámoltunk. (Takátsné Lutz és Tasnádi, 2022a,b)

Az 5. ábra tanulsága szerint sok feladat vár még a tanárookra a diákok tudásának növelésében még egy egyszerűnek tűnő kérdés helyes megválaszolásához is. Ez is fizika!



5. ábra. Szemléltetésképpen a teszt egyik kérdése: Döntsd el az alábbi állításról, hogy igaz vagy hamis! A villám-sújtotta embert nem szabad megérinteni, mert „meggráz”. A diagram a diákok válaszainak megoszlását mutatja.

A villámok témakörében kidolgozott tananyag középiskolai tanításához a diákok számára, *Amit a villámokról tudnod érdemes...* címmel jegyzet is készült, amelyet a Magyar Tudományos Akadémia bizottsága 2023-ban Pedagógus Kutatói Pályadíjjal értékelt.

Összefoglalás

Cikkünkben bemutattuk, hogy a meteorológiai ismeretek középiskolai tanításának lehetőségei és szerepe hogyan változott az utóbbi években. Az oktatásban a természettudományos tantárgyaknak a hétköznapi élethez való közelítése és az integrált természetszemlélet kialakítása miatt a meteorológiai ismeretek előtérbe kerültek, szinte azt mondhatjuk, hogy a természettudományos tantárgyak integrációjának “ragasztóanyagává” váltak. A tanárok tapasztalatai mutatják, hogy a légköri jelenségek érdekessége, mindennapjainkra gyakorolt hatása óriási motiváló erőt jelent diákjaink számára a nehezebb és talán szárazabbnak tűnő elméleti anyagok elsajátítása felé is.

Az ELTE Meteorológiai Tanszék a szakmai tudományos háttér kimunkálása mellett azért is fontos feladatának érzi a középiskolákkal való kapcsolattartást, mert a tudományos utánpótlás biztosítása saját tudományunkban is alapvető feladat. A tanszékhez doktori kutatásaiokon keresztül kapcsolódó tanárkollégák munkái pedig hasznos tapasztalati anyagot jelentenek a meteorológiaoktatás kurzusainak kialakításában. Az így felhalmozódó ismeretanyag mind az egyetemi képzésben, mind a középiskolai oktatásban hasznosul.

Irodalomjegyzék

Apró, A. és Rázi A., 2014: A környezeti tudatformálás lehetőségei az általános iskolában. *Szakképzés-, és Környezetpedagógia Elektronikus Szakfolyóirat*, EDU 4(2), 7–19. http://epa.oszk.hu/02900/02984/00005/pdf/EPA02984_edu_2014_2.pdf

Arday I., Buránszkiné Sallai M., Makádi M., Nagy B. és Sáriné Gál E. 2018: Földrajz 9. Újgenerációs tankönyv. – Eszterházy Károly Egyetem Oktatókutató és Fejlesztő Intézet. Eger–Budapest. 232. FI-506010901/1

Aristotele, 2004: Meteorology. (transl.: E. W. Webster). Kessinger Publishing, Whitefish, MT. <http://classics.mit.edu/Aristotle/meteorology.html>

Baloghné Zsoldos, I., 2020: Pedagógusok arcképcsarnoka XIX. Karácsony Sándor Pedagógiai Egyesület, Debrecen, 364 oldal. http://www.kspe.hu/data/pa/PA-2020_1.pdf

Bodor, I., 1899: A Rimaszombati Egyesült Protestáns Főgimnázium története. Rábely Miklós Könyvnyomdája, Rimaszombat. 248 oldal. https://library.hungaricana.hu/hu/view/EvangelikusGyulekezetortenetek_001/?pg=0&layout=s

Buránszkiné Sallai M., 2018a: Az időjárás oktatása – a témalistától a tankönyvbe kerülésig. In: Ollé János, és Mika János (szerk.) *Iskolakultúra és környezetpedagógia*. Magyar Tudományos Akadémia, Miskolci Akadémiai Bizottság. Budapest, 2018, 77–87.

Buránszkiné Sallai M., 2018b: Korszerű időjárás ismeretek és kapcsolódó magatartásminták a környezeti nevelésben. Doktori értekezés, Eszterházy Károly Egyetem. <http://disszertacio.uni-eszterhazy.hu/id/eprint/82>

Buránszkiné Sallai M., 2018c: Időjárás ismeretek feldolgozása az új kísérleti Földrajz- és Természettudományi tankönyvekben. In: Endrődy-Nagy Orsolya, Fehérvári Anikó (szerk.) *HERA Évkönyvek V. Innováció, kutatás, pedagógusok*. Magyar Nevelés- és Oktatókutatók Egyesülete, Budapest.

Darabos, K. és Nógrádi, Z., 2024: Problémaalapú oktatás és interdiszciplinaritás a fizika és földrajz tantárgyakban – egy tantárgyközi projekt bemutatása. *Iskolakultúra*, 34(11), 87–102. <https://doi.org/10.14232/iskult.2024.11.87>

Dobor, L., Barcza, Z., Hlászny T., Havasi Á., Horváth F., Ittész P. and Bartholy J., 2014: Bridging the gap between climate models and impact studies: The FORESEE Database, Geosci. Data J 2:1-11. <https://doi.org/10.1002/gdj3.22>

Feynman, R. P., Leighton, R. B. és Sands, M., 1969: *Mai Fizika 5*. Műszaki Kiadó, Budapest.

Gábris Gy. (szerk.), 2020: 150 éves Magyarország első földrajz taneszeke. ELTE TTK Földrajztudományi Központ, Budapest, 220. <https://mek.oszk.hu/22000/22054/22054.pdf>

Guillemín, A., 1895: A mágnesség és elektromosság. (Fordították: Bartoniek G. és Czöglér A., az eredetivel összehasonlította: Szily K.) Kiadja a Kir. Magyar Természettudományi Társaság, 872.

Juhász A., Tasnádi P., Jenei P., Illy J., Wiener Cs. és Főzy I., 2021a: A fizika tanítása a középiskolában I. Mechanika, hőtan I. ELTE Fizika Doktori Iskola, Budapest, 730.

Juhász A., Tasnádi P., Wiener Cs. és Gócz É., 2021b: A fizika tanítása a középiskolában II. Mechanika, elektromágnesség. ELTE Fizika Doktori Iskola, Budapest, 716.

Juhász A., Tasnádi P., Tasnádi T., Illy J. és Gócz É., 2021c: A fizika tanítása a középiskolában III. Fénytan, modern fizika. ELTE Fizika Doktori Iskola, Budapest, 681 oldal. ISBN: 978-963-489-306-6

Kádár A., Farsang A. és Gulyás Á., 2018: Általános- és középiskolás diákok éghajlati folyamatokhoz kapcsolódó tévképzeteinek összehasonlító elemzése. *Földrajzi Közlemények*. 142(3), 219–234. <http://real.mtak.hu/92737/>

Korom E., 1997: Naív elméletek és tévképzetek a természettudományos fogalmak tanulásakor. *Magyar Pedagógia*, 1997 (1), 19–40.

Kováts-Németh, M., 2020: PhD disszertációk a környezettudatosságért – "Lehrer-Förster-Tandem". Projektkonferencia 2020, Hazai és Külföldi Modellek a Projektkutatásban, Nemzetközi Tudományos Konferencia, Koltai, L (Szerk), 10–22. <https://projektkonferencia.rkk.uni-obuda.hu/konferencia-kiadvany>

Mateus, C., Potito, A. and Curley, M., 2021: Engaging secondary school students in climate data rescue through service-learning partnerships. *Weather* 76(4), 113–118. <https://doi.org/10.1002/wea.3841>

Mészáros E., 2006: Ókori meteorológia - ahogy Arisztotelész gondolta, *Magyar Tudomány*, 2006/2 197-224

- Mika J. és Pajtókné Tari I., 2012: Az Eszterházy Károly Főiskola Földrajz Tanszéke oktatási és kutatási tevékenységének meteorológiai kapcsolódásai. Meteorológiai kutatások és oktatás hazai felsőoktatási intézményekben. Az ELTE Meteorológus TDK Nyári Iskolája. 2012. augusztus 27-29. Bogács. Az előadások összefoglalói. (Szerk.: Pongrácz R., Mészáros, R., Dobor L., Kelemen F.) *Egyetemi Meteorológiai Füzetek* No. 24, 43–49.
- Mika, J. és Pajtókné Tari I. (szerk.), 2015: Környezeti nevelés és tudatformálás. Tanulmánykötet. – Eszterházy Károly Főiskola Linceum Kiadó, Eger. 343. <https://nimbuss.elte.hu/oktatas/met-fuzet/EMF024/PDF/06-Mika-Pajtkone-EMF24.pdf>
- Molnár, B., Weidinger, T., Bordás, Á., Nógrádi, Z., Mészáros, R., Tordai, Á. V. and Tasnádi, P., 2025: Air pollution measurements in the classrooms and their implementation into the high school physics and science education. EGU General Assembly 2025, Vienna, Austria, 27 Apr–2 May 2025, EGU25-13217. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu25-13217>, 2025.
- Molnár B., Weidinger T. és Tasnádi P., 2022: A meteorológia középiskolai oktatása a Kárpát-medencében. *Fizikai Szemle* 72(8), 255–262.
- Molnár B., Weidinger T., Tordai Á. V. és Tasnádi P., 2021: Rimaszombat történeti (1883–1918) és jelenkori éghajlati jellemzői, középiskolai projektfeladat tanulságai. 47. Meteorológiai Tudományos Nap, 2021. november 18. Globális éghajlati trendek, hazai kutatási kihívások, Az előadások összefoglalói (Szerk.: Pongrácz R. és Lakatos M.), 31. <https://doi.org/10.21404/47.MTN.2021>
- Molnár B., Weidinger T., László E., Bordás Á., Lucz I. és Tasnádi P., 2020: A meteorológia középiskolai oktatása a Kárpát-medencében. 46. Meteorológiai Tudományos Nap 2020. november 19. Előadások összefoglalói. (Szerk.: Radics K., Mészáros R., Lakatos M.) 34. <https://doi.org/10.21404/46.MTN.2020>
- NAT, 2020: 5/2020. (I. 31.) Korm. rendelet A Nemzeti alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról szóló 110/2012. (VI. 4.) Korm. rendelet módosításáról. *Magyar Közlöny* 2020. évi 17. szám 290–446.
- Nógrádi Zs., Weidinger T. és Jánosi I. M., 2021: A Globális problémák helye az általános- és a középiskolai oktatásban. 47. Meteorológiai Tudományos Nap, 2021. november 18. Globális éghajlati trendek, hazai kutatási kihívások, Az előadások összefoglalói (Szerk.: Pongrácz R. és Lakatos M.), 32. oldal. <https://doi.org/10.21404/47.MTN.2021>
- Nógrádi, Z. and Weidinger, T., 2023: Role of global environmental issues in Hungarian physics education. *Journal of Applied Technical and Educational Sciences*, 13(4), ArtNo: 364. 13(4),1-24. <https://doi.org/10.24368/jates364>
- Rázi A., 2022: Az antropogén éghajlatváltozás tudatosítása 9-10 éves gyermekek körében. PhD értekezés, Eszterházy Károly Katolikus Egyetem Neveléstudományi Doktori Iskola, 137. <https://doi.org/10.15773/ekke.2022.005>
- Rázi A. és Kovács E., 2013: Környezeti tudatformálás az óvodától a felsőoktatásig. Pécs, Iskola a társadalmi térben és időben IV. konferencia, 2013. április 16-17.
- Rázi, A. and Tóth, B., 2017: A Playful Program to Rise Climate Change Awareness in the Primary School In: Air and water components of the environment. Eds.: Serban, G., Croitoru, A., Tudose, T., Batinas, R., Horvath, Cs., Holobaca, I., Kolozsvár, Románia: Casa Cartii de Stiinta, 8 p. https://doi.org/10.24193/AWC2017_30
- Rejtő, I., 1992: Mikszáthiáda. Magyar Tudományos Akadémia Könyvtárának Közleményei, 29(104). Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 394 oldal: https://library.hungaricana.hu/hu/view/MTAKonyvtarKiadvanyai_KOZLEM_029/?p=0&layout=
- Rickinson, M., 2001: Learners and learning in environmental education: A critical review of the evidence. *Environ. Educ. Res.* 7(3), 207–320. <https://doi.org/10.1080/13504620120065230>
- Spinoni, J., Szalai, S., Szentimrey, T., Lakatos, M., Bihari, Z., Nagy, A., Németh, Á., Kovács, T., Mihic, D., Dacic, M., Petrovic, P., Kržic, A., Hiebl, J., Auer, I., Milkovic, J., Štepanek, P., Zahradnicek, P., Kilar, P., Limanowka, D., Pyrc, R., Cheval, S., Birsan, M.-V., Dumitrescu, A., Deak, Gy., Matei, M., Antolovic, I., Nejedlik, P., Štastný, P., Kajaba, P., Bochnicek, O., Galo, D., Mikulová, K., Nabyvanets, Y., Skrynyk, O., Krakovska, S., Gnatuk, N., Tolasz, R., Antofte, T. and Vogt, J., 2015: Climate of the Carpathian Region in the period 1961–2010: climatologies and trends of 10 variables. *Int. J. Climatol.* 35(7), 1322–1341. <https://doi.org/10.1002/joc.4059>
- Takátsné Lucz I., 2023: Légköri jelenségek tanítása humán osztályban. A villámok és hatásai. PhD. értekezés. ELTE Fizika Doktori Iskola, Fizika Tanítása Doktori Program. 133 oldal. <https://doi.org/10.15476/elte.2023.064>
- Takátsné Lucz I. és Tasnádi P., 2022a: Ami túl mutat az elektrosztatikán: villámok az új Nemzeti alaptanterv tükrében. *Fizikai Szemle* 2022/5, 147–156. HU ISSN: 0015-3257(Nyomatott), HUISSN: 1588-0540(Online)
- Takátsné Lucz, I. and Tasnádi, P., 2022b: How to teach lightning activities to spark student curiosity? *Adv. Sci. Res.* 19, 137–144. <https://doi.org/10.5194/asr-19-137-2022>
- Takátsné Lucz I. és Tasnádi P., 2021: Villámok az új Nemzeti alaptanterv tükrében, *Fizikai Szemle*, 2021/3, 102–109. HU ISSN 0015–3257 HU ISSN 1588–0540(nyomatott) és (online).
- Tasnádi P., 2012: Meteorológiai témák a tanárképzésben. *Légkör* 57(3), 19.
- Tasnádi P. és Illy J., 2021: Víz a Légkörben és a talajban. Villámok, cseppkövek gejzírek és más természeti csodák. ELTE Fizika Doktori Iskola, Budapest, 180.
- Tasnádi P., Molnár B., Tordai Á. V. és Weidinger T., 2022. Éghajlati ismeretek, történeti idősorok, kutatásalapú tanulás/tanítás a középiskolában. „... születtem, elvegyültem és kiváltam...” Tanulmánykötet Dr. Makra László professzor 70. születésnapjára, Nagykovács, 462–481. ISBN 978-615-01-4018-6
- Tél, T., 2015: Tanári doktori program fizika szakmódszertanból az ELTE-n. Célok és tapasztalatok *Új Pedagógiai Szemle* 24, 23–29. <http://theorphys.elte.hu/tel/magyar/UPSZ.pdf>
- Tóth, P., 2015: A GLOBE-program – Egy nemzetközi környezeti nevelési program megjelenése a Kiskunhalasi Bibó István Gimnázium környezeti tevékenységében. XI. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia, Tanulmánykötet 2015. május 6-9. Pécs, Szerk.: Csicssek G., Kiss I., Kiadó: Szentágotthai János Szakkollégium, 176–199. 978-963-642-873-0
- Weidinger T., 2012: Tehetség gondozás – tudományos diákköri tevékenység az ELTE Meteorológiai Tanszékén. *Légkör* 57(3), 111–118.
- Weidinger, T., Gyuró, Gy., Orgoványi, A., Döri, I., Kalapos, T., Victor, A., Juhász, I., Tóth, P. and Machon, A., 2007: The GLOBE program in the Hungarian environmental education. *Geophys. Res. Abstr.*, 9, EGU2007-A-09451, ES3-1TH5P-0005.
- Weidinger, T., Kalapos, T., Gyuró, Gy., Döry, I., Orgoványi, A. and Victor, A., 2006: The GLOBE program in Hungary. *Geophys. Res. Abstr.* 8.

Internetes hivatkozás

- [1] <https://www.globe.gov>
- [2] <https://www.focik.hu/>
- [3] <https://www.facebook.com/zeeszak/>
- [4] <https://mta.hu/tantargy-pedagogiai-kutatasi-program/>
- [5] <http://fiztan.phd.elte.hu/kozkins/index.html>
- [6] <http://fiztan.phd.elte.hu/kozkins/kiadvanyok/index.html>
- [7] http://fiztan.phd.elte.hu/kozkins/szakhallg/anyagok/legkor_elekto-optika.pdf