

# Az Előrejelzési Vetélkedő, mint az időjárás-előrejelzés oktatásának eszköze

DIPLOMAMUNKA  
METEOROLÓGUS MESTERSZAK  
ELŐREJELZŐ SZAKIRÁNY



Készítette:

**Szekeres Levente**

Témavezető:

**Soósné Dr. Dezső Zsuzsanna**

ELTE TTK, Meteorológiai Tanszék

Eötvös Loránd Tudományegyetem  
Földrajz- és Földtudományi Intézet  
Meteorológiai Tanszék

Budapest, 2018



# Tartalomjegyzék

<b>1. Bevezetés</b> .....	5
<b>2. Oktatásmódszertani megközelítés</b> .....	6
2.1. A kompetencia alapú oktatás .....	6
2.2. A STEM területek oktatásának fontossága .....	9
2.3. A meteorológia oktatása a természettudományokon belül .....	13
2.4. Az időjárás-előrejelzés oktatása az ELTE Meteorológiai Tanszéken .....	16
<b>3. Az ELTE Meteorológiai Tanszéken szervezett Előrejelzési Vetélkedő története és elemzése</b> .....	18
3.1. Az Előrejelzési Vetélkedő története 1988-tól 2001-ig .....	18
3.2. Az Előrejelzési Vetélkedő szervezői .....	21
3.3. Az Előrejelzési Vetélkedő története 2001-től napjainkig .....	23
3.3.1. Az állomások jellemzői .....	25
3.3.2. A jelenlegi pontozás .....	27
3.3.3. Internetes tartalom .....	31
3.3.4. A vetélkedőben résztvevők létszáma és aránya .....	32
3.3.5. A szervezők feladatai .....	34
<b>4. Az időjárás-előrejelző modellek és szerepük az Előrejelzési Vetélkedőben</b> .....	37
4.1. Az időjárás-előrejelző modellek kialakulásának története .....	37
4.2. Az ensemble előrejelzések .....	38
4.3. A modellek csoportosítása .....	41
4.4. Az előrejelzési modellek használata az Előrejelzési Vetélkedőben .....	42
<b>5. Esettanulmányok</b> .....	49
5.1. A 2017. április 19-i időjárási helyzet .....	49
5.2. A 2013. december 4-i időjárási helyzet .....	57
<b>6. Összefoglalás</b> .....	64
<b>Köszönetnyilvánítás</b> .....	65
<b>Irodalomjegyzék</b> .....	66
<b>Internetes hivatkozások</b> .....	68



## 1. Bevezetés

Napjainkban egyre több országban kezdik felismerni a természettudományos oktatás fontosságát, jelentőségét, az országok versenyképességében betöltött szerepét (*Breiner et al., 2012; Marginson et al., 2013*). Ezért számos programmal igyekeznek fejleszteni és népszerűbbé tenni az ún. STEM (angolul: **S**cience, **T**echnology, **E**ngineering and **M**athematics) területek, vagyis a tudomány, a technológia, a mérnöki ismeretek és a matematika területeinek oktatását (*Szegedi, 2014; Wang, 2013*).

Az elméleti oktatás mellett fontos előtérbe helyezni a kompetenciákat fejlesztő, gyakorlatias oktatásmódszereket is (*Murphy et al., 2016*). A kompetencia alapú oktatás képes fejleszteni a tanulók természettudományos kulcskompetenciáját is (*Schróth, 2008*). A meteorológia oktatásának vonatkozásában erre számos külföldi példát és gyakorlatot láthatunk (*Murphy et al., 2016; Barrett et al., 2014*). Hazánkban ennek kiváló eszköze az ELTE Meteorológiai Tanszékén évről-évre megrendezésre kerülő Előrejelzési Vetélkedő, amely lehetőséget teremt az elméleti tudás gyakorlati alkalmazására, a különböző időjárási helyzetek kiismerésére és az előrejelzéssel kapcsolatos tapasztalatszerzésre az egyetemi évek alatt, még a munkába állás előtt.

A dolgozat célja, hogy felhívja a figyelmet a meteorológia és általában a természettudományok oktatásának, népszerűsítésének fontosságára, valamint feltárja az e területek iránti csökkenő érdeklődés lehetséges okait. További cél az Előrejelzési Vetélkedő részletes bemutatása mellett, hogy az utókor számára megörökítse a nagy múltra visszatekintő Előrejelzési Vetélkedő első évtizedeinek történetét, hiszen ezek az információk még sehol sem voltak egy helyen összegyűjtve és elemezve.

A dolgozatban bemutatom, hogy az Előrejelzési Vetélkedő miként szolgálja a hallgatók kompetenciáinak fejlődését, és, hogy ez hogyan illeszkedik a modern kompetencia alapú oktatási módszerek nemzetközi trendjébe. Ismertetem továbbá az időjárás-előrejelzések során használatos eszközöket és módszereket, kitérek a különböző időjárás-előrejelző modellek használatára és megbízhatóságára. Továbbá az Előrejelzési Vetélkedő fordulói során előfordult két – egy nagyon jó beválással és egy sikertelenül előrejelzett - időjárási helyzet felhasználásával elemzéseket készítek az adott fordulók időjárásának előrejelezhetőségével kapcsolatban.

## 2. Oktatásmódszertani megközelítés

### 2.1. A kompetencia alapú oktatás

Napjainkban a természettudományos tantárgyakra és azok oktatására kevesebb figyelem összpontosul, és megítélésük sincs arányban a fontosságukkal. Szükség van felhívni a figyelmet ezeknek a tárgyaknak az egyes országok versenyképességében betöltött szerepére, ösztönözni kell a diákokat, hogy egyre többen válasszanak ilyen irányú szakmákat maguknak.

Az első lépés a kompetencia alapú oktatás fontosságának elismerése. A különböző kompetencia területekre vonatkozóan az 1990-es években kezdődtek nemzetközi kutatások. Megoldást kerestek az egyre szélesebb kompetencia területek egységesítésére, valamint definiálására. A kompetencia fogalmát 1997-ben határozták meg:

„A kompetencia az a képesség, aminek birtokában az adott személy az összetett, komplex feladatokat sikeresen oldja meg. Magába foglalja az ismeretek mobilizálását, a kognitív és gyakorlati képességeket, a szociális és magatartási komponenseket, az érzelmeket valamint az értékeket.” (TÁMOP 3.1.4/08/2. – 2009-0094) A kompetencia tehát azon ismeretek, képességek, magatartási és viselkedéssjegyek összessége, amelyek által egy adott személy képes egy konkrét feladat eredményes teljesítésére.

A Társadalmi Megújulás Operatív Programban (2009) foglaltak szerint az Európai Parlament 2006-ban kiadott egy ajánlást az európai oktatás alapvető tartalmi követelményeire vonatkozóan, amelyben kulcskompetenciákat soroltak fel. A kulcskompetenciák olyan kompetenciák, amelyek mindenki számára szükségesek a személyes boldoguláshoz és fejlődéshez, az aktív állampolgári léthez, a munkához valamint a társadalmi beilleszkedéshez. A kulcskompetenciák elmélyítése hozzájárul ahhoz, hogy az állampolgárok képesek legyenek rugalmasan alkalmazkodni a sokszínű társadalmi-kulturális világhoz és a munkaerőpiachoz. Magyarországon a kulcskompetenciák bekerültek a 2006. évi Nemzeti Alaptantervbe.

Az Európai Parlament ajánlása a következő kulcskompetenciákat javasolja az Európai Unió oktatással foglalkozó kormányzatai számára: anyanyelvi kommunikáció, idegen nyelvi kommunikáció, matematikai kompetencia, természettudományos kompetencia, digitális kompetencia, önálló tanulás, szociális és állampolgári kompetencia, vállalkozói kompetencia, valamint a kulturális tudatosság és kifejezőkészség (TÁMOP 3.1.4/08/2. –

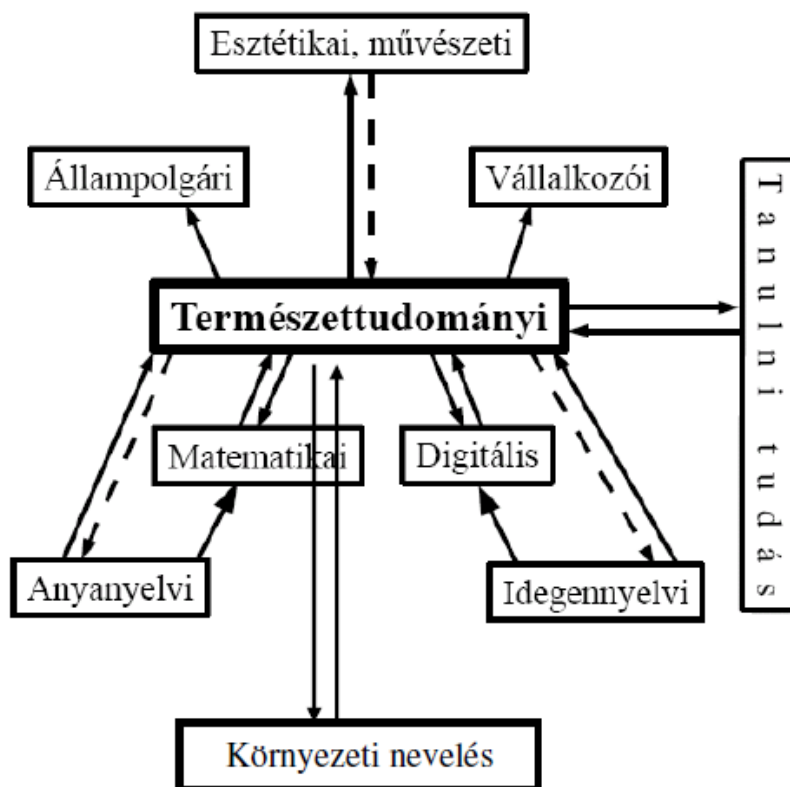
2009-0094). Tehát a természettudományos kompetencia önálló kulcskompetenciaként szerepel az ajánlásban.

Az oktatáspolitikákban egyre inkább előtérbe kerül a tanulási eredményen alapuló oktatás, hiszen ez a módszer a diákok készségeinek, kompetenciáinak kialakítását és fejlesztését helyezi a középpontba. A kompetencia alapú oktatás előre meghatározott kompetenciák megszerzésére irányul, egyedileg méri a tanulók tudását, teljesítményét, magába foglalja a készségek fejlesztését, továbbá az alkalmazásképes tudás megszerzésére fókuszál. A kompetencia alapú programok - szemben a hagyományos tanulási programokkal – figyelembe veszik a diákok egyéni tanulási képességeit, tanulásközpontúak, gyakorlatorientáltak, azonnali visszajelzést adnak, és a teljesítmény alapján értékelnek. A tanulásközpontú megközelítésben a tanulók számára egyértelművé válik, hogy a képzés végére milyen kompetenciákat fognak elsajátítani és ennek alapján tervezik meg a tanulási módszereket és modulokat is (Király, 2014).

A kompetencia alapú oktatás a természettudományokban is kiemelt fontosságú. Havas (2009) megállapítása alapján a nyolcvanas évek végéig nagy népszerűségnek örvendtek a természettudományi ismeretek a társadalom körében, majd a kilencvenes évektől a természettudományok népszerűségét a társadalom- és gazdaságtudományok vették át. Ennek az lett a következménye, hogy az iskolákban lecsökkentek a természettudományos tantárgyak óraszámai, és ezzel együtt az ezek iránti érdeklődés is alacsony szintre esett vissza, továbbá a felsőfokú képzések választása során is háttérbe szorultak a természettudományos területek (Schróth, 2008). A kétezres évekre a felsőfokú természettudományi képzésekre jelentkezők száma nem érte el a társadalmilag és gazdaságilag szükséges értéket. Ez ahhoz vezetett, hogy a szükséges szint alá csökkent a természettudományos és műszaki végzettséggel rendelkezők aránya (Havas, 2009). Schróth (2008) szerint ezek miatt a természettudományos oktatásban is változásra van szükség, amit a kompetencia alapú oktatás általánossá válása jelenthet. A nemzetközi folyamatoknak megfelelően Magyarországon is elfogadottá vált a kompetencia alapú oktatás szükségessége. Ennek elfogadtatása a pedagógus-társadalommal napjainkban is tart.

A természettudományos kompetencia a Nemzeti Alaptantervben is önálló kulcskompetenciaként szerepel. „A természettudományi kompetencia azt a képességet jelenti, amely által az alkalmazott tudást és módszertant a természeti világ megmagyarázására használjuk fel, azért, hogy felismerjük a problémákat valamint, hogy bizonyítékokon nyugvó következtetéseket vonjunk le” (Schróth, 2008).

Az egyes kulcskompetenciák természetesen szoros kapcsolatban állnak egymással. Különböző arányokban, de mindenkiben együtt vannak jelen és ezeket célszerű együtt is fejleszteni (Schróth, 2008). Ezt a kapcsolatrendszert mutatja be az 1. ábra:



**1. ábra: A kulcskompetenciák kapcsolatrendszere a természettudományi kulcskompetencia nézőpontjából (Forrás: Schróth, 2008).**

Az 1. ábra alapján a természettudományi kompetencia fejlesztéséhez alapfeltétel az anyanyelvi, a matematikai és a digitális kompetenciákban való jártasság, továbbá nagyon hasznos az idegen nyelvi kompetencia is. A természettudományos kompetenciára több más kompetencia is épül. A természettudományos kompetencia hozzájárul az állampolgári valamint a vállalkozói kompetenciák fejlődéséhez. Ugyanis napjaink gazdasági és társadalmi problémái összefüggnek azzal, hogy a társadalomban nem megfelelő szinten, vagyis hiányosan és fejletlenül van jelen a természettudományi kompetencia, ami jelentősen hátráltatja a gazdasági és társadalmi fejlődést. Az esztétikai és művészeti kompetenciával távolabbi kapcsolat mutatható ki. A kettős nyilak a kompetenciák közötti kölcsönhatásokat fejezik ki, minden kulcskompetencia különböző mértékben, de visszahat a természettudományos kulcskompetenciára (Schróth, 2008).

A természettudományos nevelés felértékeléséhez nagymértékben hozzájárult az UNESCO által kezdeményezett, 2005 és 2014 közötti időszakban megtartott, „a



fenntarthatóságra nevelés évtizede”, amihez Magyarország is csatlakozott. Ez a globális kezdeményezés lehetőséget kínált a természettudományi tanulási tartalmak modernizációjára, valamint a tanulási környezet fejlesztésére (Havas, 2009; Könczey, 2014). A fenntarthatóságra nevelés évtizedének a célja, hogy a fenntarthatóság alapvető értékeit beépítse a tanulás minden területére. A fenntarthatóságra nevelés legfontosabb szerepe, hogy az egyes embereket ellássa a tudatos választáshoz nélkülözhetetlen ismeretekkel és készségekkel. Az oktatási intézményeknek, a munkáltatóknak és a társadalomnak is kulcsfontosságú szerepe van az ilyen kompetenciák kifejlesztésében. A fenntartható fejlődéshez az élethosszig tartó tanulás is hozzájárul, mivel a természeti környezet szokatlanul gyorsan változik, ezért az emberek gyors alkalmazkodóképessége a fennmaradás egyik tényezőjévé vált (Könczey, 2014).

Schróth (2008) szerint is kiemelt jelentőséggel bír napjainkban a környezettudatosságra való nevelés. Ennek megvalósulásához alapvető fontosságú a tanulók természettudományi gondolkodásmódjának és tudásának fejlesztése, mivel egy fejlett természettudományi kompetenciával rendelkező személy képes és akar cselekedni a fenntartható fejlődés feltételeinek biztosítása érdekében lokálisan és globálisan egyaránt.

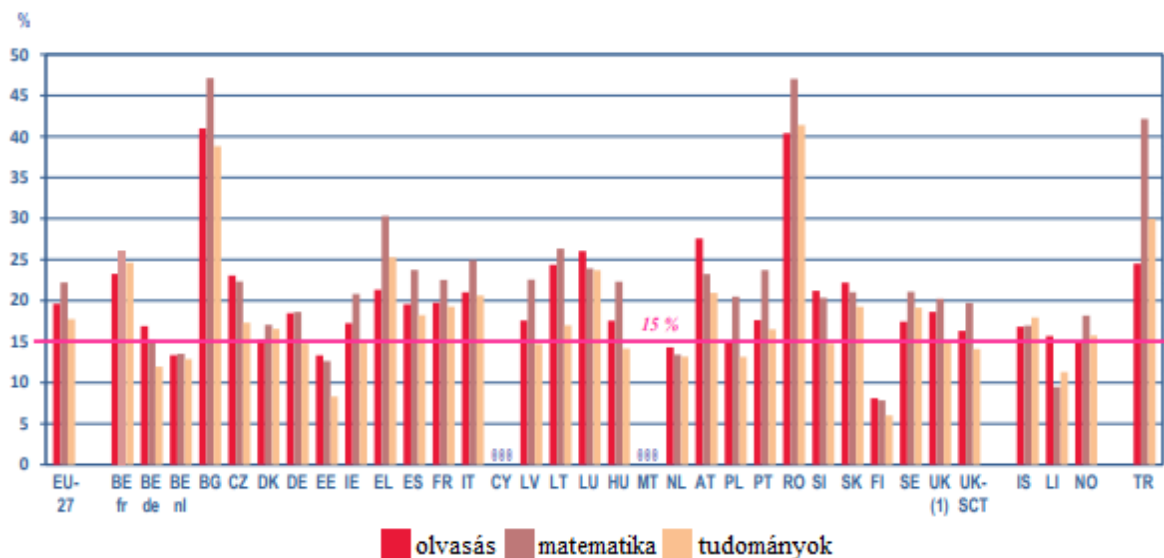
A tanítás többek között akkor tekinthető fenntarthatóságra nevelőnek, ha a fenntartható fejlődés alapelvein nyugszik, tartalmazza a fenntarthatóság környezeti, társadalmi és gazdasági összetevőit, változatos pedagógiai módszereket használ, és az egész életen át tartó tanulásra ösztönöz. Mivel a természettudományok területén is folyamatosan változik az ismeret- és tudásanyag, ezért nagyon fontos, hogy a diákokban kialakuljon az egész életen át tartó tanulás képessége és igénye. Ugyanis csak a szakmailag megalapozott, friss ismeretek birtokában lehet eligazodni a különböző ideológiák között, valamint kritikussá válni az áltudományos és olykor tudományellenes világban. A fenntarthatóságra nevelést egyetlen tudományterület sem tudhatja egyedül a magáénak, ugyanakkor minden tudományág hozzá tud járulni a sikeréhez (Schróth, 2008; Könczey, 2014).

## **2.2. A STEM területek oktatásának fontossága**

A tudományos és matematikai területek oktatásának megújítására és fejlesztésére már számos felhívás és program született (Breiner et al., 2012). Ezeket a területeket közös elnevezéssel is illetik. A STEM egy mozaikszó, amely a **S**cience, **T**echnology, **E**ngineering és **M**athematics angol szavak kezdőbetűinek rövidítéséből tevődik össze, azaz a tudomány,

a technológia, a mérnöki ismeretek és a matematika területeit foglalja magába (*Breiner et al.*, 2012; *Szegedi*, 2014; *Wang*, 2013). A különböző országok kormányai és a munka világának szereplői is egyre nagyobb figyelmet fordítanak ezeknek a területeknek az oktatására. A STEM számos program szerint fontos eleme a megújult globális versenyképességnek például az Amerikai Egyesült Államokban vagy Ausztráliában, éppen emiatt a STEM központi szerepet játszik a világ döntéshozói között (*Breiner et al.*, 2012; *Kuenzi*, 2008; *Marginson et al.*, 2013), valamint több nagyvállalat is például az európai fejlődés kulcs tényezőjeként azonosítja a természettudományos és matematikai oktatást (*Szegedi*, 2014). A STEM területek dinamikus fejlődése kulcsfontosságú egy ország (például Ausztrália) termelékenységének növeléséhez (*Marginson et al.*, 2013).

Az Európai Unióban a tagállamok feladatkörébe tartozik, hogy elegendő számban legyenek a fiatalok között matematikus, mérnöki és egyéb tudományos végzettségűek. A nemzetközi vizsgálatok szerint is szükséges az ezekre a területekre irányuló kiemelt figyelem. A PISA (angolul: **P**rogramme for **I**nternational **S**tudent **A**ssessment, magyarul: A Nemzetközi Tanulói Teljesítménymérés Programja) vizsgálatok alapján a természettudományos és matematikai műveltség területén a távol-keleti országok járnak az élen, míg Európa fejlett államai átlag körüli teljesítményt mutatnak, ugyanakkor például Magyarországon a leggyengébb képességűek aránya matematikából nagyobb az OECD (angolul: **O**rganisation for **E**conomic **C**o-operation and **D**evelopment, magyarul Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet) országok átlagnál. *Szegedi* (2014) szerint ezek alapján a STEM szakmák iránti csökkenő érdeklődés az alap- és középfokú oktatásból eredhet, ugyanis megfelelő matematikai alapok nélkül a magasabb tudást igénylő informatikai, mérnöki és természettudományos hivatásokat nem lehet folytatni. Mindezek mellett a hazai oktatás is az elméleti tudás átadására alapoz, kevés hangsúlyt kapnak a gyakorlati alkalmazások. További problémát jelent, hogy a matematikai, természettudományos és technológiai tudást igénylő területeken már hiányszakmák jelentek meg. Az Európai Unió célul tűzte ki, hogy 2020-ra a PISA mérések szerint gyengén teljesítők arányát az érintett tagállamok 15% alá szorítsák vissza.



**2. ábra: A gyengén teljesítő 15 éves diákok aránya az Európai Unió tagállamaiban 2009-ben. (Forrás: EACEA, Eurydice Report 2012. nyomán)**

A 2. ábrán az olvasásból, matematikából és természettudományokból gyengén teljesítő 15 éves tanulók aránya látható az Európai Unió egyes országaiban a 2009-es PISA-teszt adatai alapján. Látható, hogy hazánkban is van még tennivaló annak érdekében, hogy a 15 %-os szint alá csökkenjenek ezek az értékek, hiszen például a matematikából gyengén teljesítők aránya nálunk meghaladja a 20 %-ot. A legrosszabb Romániában és Bulgáriában a helyzet, ahol ez az arány a 45 %-ot is felülmúlja. A legkevesebb gyengén teljesítő diák pedig Finnországban található, arányuk a 10 %-ot sem éri el (EACEA, Eurydice Report 2012).

Szegedi (2014) szerint ezen problémák megoldására komplex intézkedések szükségesek, úgy, mint tantervi reformok végrehajtása a közoktatásban, újszerű mérési tesztek alkalmazása és a tanárok szakmai fejlődésének elősegítése. A felsőoktatásban szükséges a matematikai, természettudományi és technológiai területek, azaz az úgynevezett MST területek (angolul: **M**athematics, **S**cience, **T**ecnology, magyarul: matematika, tudomány, technológia) vonzerejének növelése, a figyelem felkeltése promóciós kampányokkal illetve több, kísérleten alapuló gyakorlat végrehajtása. Mindezek mellett nagyon fontos a diákok egyéni tanulási képességeinek szem előtt tartása, valamint, hogy a természettudományos elméleti ismereteket össze tudják kapcsolni a gyakorlati alkalmazásokkal.

Fontos tehát az elméleti és gyakorlati oktatás közötti egyensúly megtalálása. Lin et al. (2010) kutatásukban megállapították, hogy a tudomány tanítása túlságosan az elméletre fókuszál és kevés a gyakorlati alkalmazás. Ugyanakkor a technológiai oktatás a gyakorlati

készségekre összpontosít és az elméletből szenved hiányt. Így az elméleti és gyakorlati oktatás kombinálása fontos feladattá vált. *Davis és Gilbert* (2003) szintén megállapították, hogy a tudomány és technológia integrációja képes csökkenteni az elmélet hiányát a technológiában, valamint a gyakorlat hiányát a tudományokban. *Lin et al.* (2010) arra a következtetésre jutottak, hogy az önszabályzott tanulási stratégiának nincs jelentős hatása arra, hogy segítse a diákokat az MST területekkel kapcsolatos fogalmak tanulásában, valamint, hogy a diákok nehézségbe ütköznek az újonnan tanult matematikai, tudományos és technológiai fogalmak alkalmazása során.

*Kuenzi* (2008) szerint is növekvő aggodalomra ad okot, hogy a középiskolás diákok nagy része nem ér el jártasságot a matematikában és a tudományokban, valamint, hogy sokukat olyan tanárok tanítanak, akiknek hiányoznak a megfelelő tantárgyi ismeretei. További problémát jelent, hogy az Amerikai Egyesült Államok sem képez elegendő számú diákot, tanárt és szakembert a STEM területeken. A versenyképesség globális gazdaságban történő fenntartásával kapcsolatban felmerülő egyre növekvő aggodalmak megújították a STEM oktatásban való érdeklődést (*Chen és Weko*, 2009; *Kuenzi*, 2008). 2005-ben három kiemelkedő amerikai tudományos csoport – az Országos Tudományos Akadémia, a Nemzeti Műszaki Akadémia és az Orvostudományi Intézet – közösen adott ki egy jelentést, amely a STEM területek megerősítését szorgalmazza az általánostól a felsőoktatásig. Ez a jelentés azt ajánlja, hogy növeljék a STEM programokba való beruházásokat és bővítsék az ezeken a területeken diplomát szerzett és karriert folytató hallgatók körét. A STEM szakokat a 2003-2004-es tanévben a felsőoktatásba beiratkozott egyetemi hallgatók 14 %-a választotta. A 2005-2006-os tanévben a biológiai, mezőgazdasági, fizikai, matematikai és mérnöki tudományok területén az egyetemi diplomák száma az összes diploma 2-9 %-át tette ki az Amerikai Egyesült Államokban (*Chen és Weko*, 2009).

*Breiner et al.* (2012) szerint a STEM oktatás a jobb diákok, tanárok és munkaerő létrehozására irányul, ami növeli az egyes országok versenyképességét. Ezáltal a STEM oktatás sikeres tud lenni, mivel ellátja a diákokat olyan szükséges képességekkel, amikkel versenyképesek tudnak lenni a gyorsan fejlődő technikai társadalmunkban. Fontos, hogy az ehhez szükséges jó gyakorlatokat az érdekelt felek nyilvánosságra hozzák és megosszák egymással. A diákoknak látniuk kell a különböző tantárgyak közötti összefüggéseket, így a tanároknak szintén tisztában kell lenniük a STEM tudományágak közötti kölcsönhatásokkal (*Breiner et al.*, 2012). A STEM oktatás természetéből adódóan a kutatóknak folyamatosan vizsgálniuk kell a saját tudományterületükön kívüli kutatásokat

is. Ezen ismeretek rengeteg információt nyújtanak a tanárok számára minden területen, ezáltal betekintést nyerhetnek a többi STEM tudományágba. A STEM oktatásával kapcsolatos kutatások számos módszert, eredményt, tantárgyat és oktatói munkát ölelnek fel, hogy még többet megtudhassunk a diákokról és a tanárokról (*Brown, 2012*).

*Songer et al. (2002)* a városi diákok körében végeztek kutatást, hogy meghatározzák a technológia szerepét a megfigyelt kihívásokban és a tanulással járó előnyök megszerzésében. Tanulmányuk szerint a tudományt oktató programok jó tanulási eredményeket mutatnak a városi tanulók körében. Ugyanakkor a jó eredmények ellenére munkájuk során számos nehézséget és akadályt tártak fel, mint például a tanítás számára nem megfelelő helyszíneket és időt, a korszerűtlen kellékeket, a tanárok hiányos ismereteit, a túl nagy létszámú osztályokat, a korlátozott oktatási szabadságot és a megbízhatatlan internetkapcsolatot. Munkájuk szerint még a leginnovatívabb pedagógiai és szakmai fejlesztési programok sem képesek felülkerekedni ezeken az akadályokon.

*Chen és Weko (2009)* azt vizsgálták meg, hogy kik lépnek be a STEM területekre. Arra jutottak, hogy a STEM területekre belépő hallgatók aránya általában magasabb volt a férfiak körében, a 19 évesek vagy annál fiatalabbak között, az ázsiai, csendes-óceáni diákok körében, azok között, akik már gyermekként beszéltek egy idegen nyelvet az angolon kívül, valamint az előnyös családi háttérrel rendelkező diákok között, ahol legalább az egyik szülő felsőfokú végzettséggel rendelkezett. *Wang (2013)* eredményei azt sugallják, hogy a STEM szakok választását közvetlenül befolyásolja az ezek iránti elszántság, a középiskolai matematikai teljesítmény, különösen a 12. évfolyamban, valamint a kezdeti felsőoktatási tapasztalatok.

### **2.3. A meteorológia oktatása a természettudományokon belül**

A meteorológia létfontosságú az időjárás mögötti fizikai folyamatok, valamint változó éghajlatunk megértéséhez és előrejelzéséhez, mégis ritkán szerepel az iskolai tudományok között az általános és középiskolákban egyaránt, az iskolai tanterven belüli megfelelő elhelyezése kihívást jelent. Ugyanakkor fontos a légköri tudományok megértése, mivel az alapvető környezeti problémák, mint például a klímaváltozás, a légszennyezés és az extrém időjárási események egyre nyilvánvalóbbá válnak, ezért szükséges a diákok figyelmének felhívása a meteorológia szerepére (*Murphy et al., 2016*).

A középiskolákban számos változás ment végbe az elmúlt évtizedekben a tanítási

technikákban és a tantervek megalkotásában, amelyek a meteorológia és a klimatológia tanításának státuszát és módszereit is befolyásolták. A meteorológia és a klimatológia hagyományosan a földrajz tantárgyon belül szerepel az iskolai tantervekben, aminek következményeként bizonyos problémák állnak fenn (*Foskett és Foskett*, 1981; *Murphy et al.*, 2016). Az egyik az, hogy ezeket a területeket olyan tanárok oktatják, akik nem rendelkeznek kellő tudományos háttérrel (*Foskett és Foskett*, 1981). Ez ahhoz vezetett, hogy ezeknek a tárgyaknak a tanítása el lett hanyagolva, és ezeket a problémákat maguk a diákok is tapasztalják. *Foskett és Foskett* (1981) szerint a tárgyak felszínes tanítása a fő fogalmak korlátozott megértését vonja maga után, amelyeket gyakran leegyszerűsítenek vagy helytelenül magyarázzák el. Így azok a diákok, akik érdeklődnek az időjárási tanulmányok iránt, nehézségekbe ütköznek a meteorológia tanulásával kapcsolatban, és ez hátrányosan érinti azokat, akik esetleg karrierként gondolnának a meteorológiára.

Míg az előző esetet *Foskett és Foskett* (1981) a tengeren túli viszonyokkal kapcsolatban fogalmazta meg, addig nálunk leginkább az jelenti a fő problémát, hogy a legtöbb iskolában nem derül ki egyértelműen a diákok számára, hogy a légkörben zajló folyamatok leginkább a fizikához állnak közelebb, és kevésbé a földrajzhoz.

Amíg van igény és érdeklődés az alapvető időjárási és éghajlati folyamatok megértésére, addig ezeknek a témáknak az iskolai tanterv részét kell képezniük, továbbá a tanítási technikák javításáért és a források megszerzéséért erőfeszítéseket kell tenniük a tanároknak is (*Foskett és Foskett*, 1981). A gyakorlati munka a tudományos oktatás kiemelkedő és jellegzetes vonása, ezért *Murphy et al.* (2016) szerint gyakorlati tevékenységekre van szükség annak érdekében, hogy a meteorológia valóban az iskolai tudományok része lehessen.

A következőkben két példát mutatok a meteorológia középiskolai gyakorlati oktatására. A *Murphy et al.* (2016) tanulmányában bemutatott kísérletben drónokat alkalmaztak a tanórák során a légköri állapotváltozások közvetlen mérésére, míg *Barrett et al.* (2014) arról számolt be, hogy egy olyan STEM modult fejlesztettek ki 12-16 éves tanulók számára, amely összekapcsolja meteorológiai és a mérnöki területeket.

*Murphy et al.* (2016) szerint a drónok izgalmas lehetőséget nyújtanak arra, hogy a meteorológiát behozzák az iskolai tudományok közé. Ezáltal a csúcstechnológia érzését hozzák a meteorológiai órákba, miközben fenntartják a gyakorlati szempontokat. Ezek a távvezérlésű repülő eszközök már széles körben elérhetőek a hobbihasználók számára is, és egyszerű a használatuk, ezáltal az iskolák megbízhatóan és könnyen tudják azokat alkalmazni. Az eszközök nagy felbontású fényképeket tudnak készíteni, és mobiltelefonról

vagy tabletről is vezérelhetőek, így tökéletesen passzolnak a mai kor technológiához jól értő iskolásaihoz.

Az adatrögzítő és mérőműszerek könnyen felszerelhetőek a drónokra, és a szabadtéri helyszínek használata előtérbe helyezi a terepmunka fontosságát. A *Murphy et al.* (2016) által bemutatott esetben a műszerek hőmérsékletet, nedvességet, légnyomást és fényintenzitást mértek. A dróntechnológia használata alacsony költségű, továbbá izgalmas és innovatív módot biztosít a meteorológiai mérések bemutatására az iskolai tantervekben.

*Barrett et al.* (2014) cikke az Amerikai Egyesült Államok Haditengerészeti Akadémiája által kifejlesztett STEM modult mutatja be, amit az Oceanográfia Tanszék és a Gépészmérnöki Tanszék együttműködésével hoztak létre, hogy a diákok mind a meteorológia, mind a mérnöki ismeretekben új tudásra tegyenek szert. A két szakterületet a tornádókkal kötötték össze, ugyanis arra keresték a választ, hogy az épületek, szerkezetek hogyan viselkednek a tornádók általi extrém szélviszonyok között.

A modul oktatási célja az volt, hogy növelje a középiskolai diákok tornádókkal összefüggő meteorológiai tudását, különösen a tornádók előfordulásával és klimatológiájával kapcsolatban, továbbá, hogy növelje a diákok számára a mérnöki alapelvek megértését, az extrém szélviszonyok között a szerkezetek viselkedését, és hogy a diákok interaktív, gyakorlati tevékenységet folytassanak a tanulásuk megerősítése érdekében. Az óra gyakorlati részében a diákoknak 4-5 fős csoportokban kellett megfontolniuk, hogy hogyan kell fából egy olyan házat építeni, ami ellen tud állni 150 mph-s szélnek. A faházakat a megépítésük után egy szélcsatornában tesztelték, ahol 30 mph-s szelet generáltak. A diákok házainak leggyengébb pontjai jellemzően a tető és a falak voltak, mivel ezek vannak a szél által a legnagyobb terhelésnek kitéve.

A modul utáni felmérés eredményei azt mutatták, hogy a diákok alapvető tartalmi tudása nőtt mind a meteorológiai, mind a mérnöki témakörökben, tehát ez a STEM modul sikeresnek mondható. Ez az eredmény rámutat az interdiszciplináris STEM tevékenységek fontosságára és értékére (*Barrett et al.*, 2014).

*Perez és James* (2013) a probléma alapú tanulás felsőoktatási lehetőségét vizsgálták a meteorológiában. Az általuk végrehajtott tesztben a probléma alapú tanulás a meteorológiában sikeresnek bizonyult, mivel a diákok élvezték az ebből a megközelítésből kapott szabadságot, és azt érezték, hogy ez egy meglehetősen hű szimulálása volt egy valós életbeli helyzetnek, ami növelte a motivációjukat a feladat iránt.

A meteorológián belül a probléma alapú tanulásnak az a szerepe, hogy kiegészítse a meglévő tanítási stílusokat. A probléma alapú tanulás végrehajtásának tapasztalata a

meteorológiai tartalomban kihangsúlyozza, hogy a kulcs a valós világ szimulálásán és ennek a diákok motivációjára gyakorolt hatásán van (*Perez és James, 2013*).

*Roebber és Bosart (1996)* kilenc féléves hőmérsékleti és csapadék előrejelzést elemeztek azzal a céllal, hogy megvizsgálják az előrejelzési készség oktatástól és tapasztalattól való függését. Eredményeik azt mutatják, hogy az előrejelzési készséget nagymértékben a tapasztalat határozza meg. A nagy tapasztalattal rendelkező előrejelzők viszonylagos előnye az általuk előrejelzett nagyszámú esetből fakad, egy ilyen előrejelző jobb helyzetben van a várható hőmérséklet és csapadék alakulása és a rendelkezésre álló információk közötti összefüggések értelmezésében, mint egy kevesebb előrejelzési tapasztalattal rendelkező személy. Továbbá a tapasztalt előrejelzők azokat az eseteket is felismerik, amelyekben ezek a lineáris kapcsolatok nem alkalmazhatók. Megjegyzik azt is, hogy az emberi előrejelző képességek az idővel torzulnak és elkopnak, hogyha nem használják őket rendszeresen.

Az emberi és gépi képességek folyamatos összekapcsolódása, együttes jelenléte ma már elkerülhetetlen. Olyan eszközök létrehozása célszerű, amelyek lehetővé teszik az emberek számára, hogy fejlesszék előrejelzési képességeiket a technológia előnyeinek kihasználása által. Máskülönben az időjárás előrejelzése egy automatikus folyamattá válik, egy olyan rendszerben, amelyből hiányzik az emberi felelősség (*Roebber és Bosart, 1996*).

#### **2.4. Az időjárás-előrejelzés oktatása az ELTE Meteorológiai Tanszékén**

Az ELTE Meteorológiai Tanszékén számos gyakorlatorientált tanóra valamint a már hosszú múltra visszatekintő, félévente megrendezésre kerülő Előrejelzési Vetélkedő is hozzájárul a hallgatók természettudományi kompetenciáinak fejlődéséhez. A gyakorlati órák keretében a hallgatók megismerik az időjárás-előrejelzéshez szükséges eszközöket, számítógépes alkalmazásokat és modelleket. Az Előrejelzési gyakorlatok és a Szinoptikus meteorológiai gyakorlatok keretében időjárás-előrejelzéseket készítenek, amihez folyamatosan követik az aktuális időjárást, úgy, ahogy azt leendő munkahelyükön is tenni fogják. Az egyes előrejelzéseket a prognózismegbeszélések alkalmával minden nap nyilvánosan bemutatják és elmagyarázzák, így a hallgatóknak lehetőségük van egymástól is tanulni (*Soósné és Merics, 2014*).

Ugyanezt a célt szolgálja, az immár 28. alkalommal megrendezésre kerülő Előrejelzési Vetélkedő, aminek keretében az induló versenyzők tizenegy héten keresztül időjárás-



előrejelzést készítenek egy-egy magyarországi városra vonatkozóan. A résztvevők ezáltal is folyamatosan nyomon követhetik a légköri folyamatokat, számos összefüggés megismerésére tehetnek szert és sokat tanulhatnak egymástól is. Minden héten sor kerül egy vetélkedő megbeszélésre is, aminek keretében az adott forduló időjárását kielemezzük, összevetjük a mért és megfigyelt adatokat az előrejelzettekkel, értékeljük az elkészített előrejelzések beválását. Továbbá, az Előrejelzési Vetélkedőben való részvétel többletpontot jelent a hallgatók számára a gyakorlati jegyek meghatározásánál. Mindezek hozzájárulnak ahhoz, hogy a hallgatók minél több tapasztalatra tegyenek szert az időjárás-előrejelzéssel kapcsolatban, mire munkába állnak az egyetem elvégzése után (*Soósné és Merics, 2014*).

Magyarországon a Tempus Közalapítvány 2010 óta kiemelt figyelmet szentel a hazai oktatási innováció támogatására, jó gyakorlatokat keres és díjaz az adott év témájához kapcsolódóan. 2013-ban olyan jó gyakorlatokat díjaztak, amelyek a STEM területek oktatását fejlesztik és erősítik a hallgatók STEM szakmák iránti elköteleződését, ezáltal vonzóbbá is teszik ezeket a szakmákat. A díjazott gyakorlatokra jellemző, hogy az elméleti tudást a gyakorlati alkalmazásokra összpontosítva adják át, valamint sikeresen készítik fel a hallgatókat a különböző STEM szakmákra (*Tempus Közalapítvány, 2014*).

Ebben a díjban részesült 2014-ben az időjárás előrejelzésének gyakorlati oktatása az ELTE Meteorológiai Tanszékén, amelynek az Előrejelzési Vetélkedő is a szerves részét képezi.

### **3. Az ELTE Meteorológiai Tanszékén szervezett Előrejelzési Vetélkedő története és elemzése**

#### **3.1. Az Előrejelzési Vetélkedő története 1988-tól 2001-ig**

Az Előrejelzési Vetélkedő egyetemünkön való megvalósításának ötlete Gyuró György nevéhez fűződik, aki 1987-ben a müncheni Ludwig Maximilians Egyetem Elméleti Meteorológiai Tanszékén tanult, és megismerkedett az University of Washington csillagász professzorával. George Wallersteintől megtudta, hogy az egyetemükön ő a legjobb előrejelző a helyi meteorológusok által szervezett előrejelzési vetélkedőn.

Münchenből hazatérve Makainé Császár Margit tanárnővel elhatározták, hogy az ELTE-n is elkezdenek szervezni egy hasonló előrejelzési vetélkedőt. Az első forduló 1988 tavaszán került megrendezésre (*Gyuró, 2002*).

Kezdetben 9 meteorológiai elemet kellett előrejelezni. Ezek a következők voltak: léghőmérséklet, hajnali minimum hőmérséklet, nappali maximum hőmérséklet, légnyomás, a légnyomás-változás tendenciája, borultság, jelenlegi idő, szélirány és szélsébség. A hőmérsékleti értékeket egész Celsius-fokban, a légnyomást egész hPa-ban, a borultságot pedig oktában kellett megadni. A légnyomás-változás tendenciáját és a szélsébséget kulcsszavakkal kellett meghatározni. (Például a légnyomás-változásra vonatkozóan: gyengén emelkedik vagy mérsékeltlen süllyed, illetve a szélsébségre vonatkozóan: gyenge, mérsékelt, élénk vagy erős.) Továbbá a szélirányt a négy fő- és a négy mellékégtáj szerint kellett megadni az előrejelzésekben (*Gyuró, 2002*).

**Előrejelzésem 2001. május 9-én 14 órára, Budapestre:**

1. Léghőmérséklet: . . . . .
2. Hajnali legalacsonyabb hőmérséklet: . . . . .
3. Nappali legmagasabb hőmérséklet: . . . . .
4. Tengerszintre átszámított légnyomás: . . . . .
5. A légnyomás-változás tendenciája: . . . . .
6. Borultság nyolcadokban: . . . . .
7. Jelenlegi idő: . . . . .
8. Szélirány: . . . . .
9. Szélsébség: . . . . .

*Az előrejelzést készítette: . . . . .*  
*Évfolyam, szak: . . . . .*  
**BEADÁSI HATÁRIDŐ: 2001. MÁJUS 8. 14 ÓRA 00 PERC!**

**3. ábra: Az Előrejelzési Vetélkedő tippszelvénye 2001-ben (Forrás: Gyuró, 2002).**

Az előrejelzések elkészítéséhez valamilyen információs forrás is kellett, amit kezdetben egy német előrejelzési térképsorozat jelentett, ami a Tanszék faximile levélkészülékén keresztül volt elérhető. Ez a tengerszintre átszámított légnyomás, az 500 hPa-os geopotenciál és hőmérsékleti mező, a 850 hPa-os hőmérséklet és a 700 hPa-os relatív nedvesség analízisét, továbbá 24, 48 és 72 órás előrejelzését tartalmazta. „Ezen információs forrás biztosítása nem volt egyszerű feladat, ugyanis a faximile-papír csak korlátozott mennyiségben állt rendelkezésre, másrészt a német DCF- és DDK-adók adásrendjéhez igazodva a vételt a kora reggeli órákban kellett lebonyolítani, ami hajnali felkelést jelentett az akkori tanársegéd, Gyuró György számára” (Gyuró, 2002).

Ezen nehézségek miatt a vetélkedő akkoriban félévenként csak egy-egy alkalommal került megrendezésre. A tavasi félévben március 23-ához, a Meteorológiai Világnaphoz igazították a megrendezést, míg az őszi fordulóra az elsős meteorológus hallgatók számára rendezett „Békaavató rendezvény” napján került sor.

Így 1988 tavasza és 1995 ősze között 15 fordulót rendeztek meg. Az első 8 év során 78 hallgató és 15 egyéb résztvevő (tanárok, munkatársak) vett részt az előrejelzési vetélkedőben. A bírálóknak összesen 214 prognózist kellett kiértékelniük. Nemcsak meteorológusok, hanem más szakok hallgatói is próbára tették előrejelzési képességüket, azonban nekik a meteorológus hallgatókat nem sikerült megelőzniük (Gyuró, 2002).

A Meteorológiai Tanszék 1998 őszén új épületbe költözött, sokkal modernebb, jobban felszerelt helyen folytatódhatott az oktatás és a kutatás. A hallgatók számára is sokkal jobb

körülmények adódtak, mivel már általánossá vált a számítógépekhez és az internethez való hozzáférés. Ezáltal már szükségtelenné váltak az elavult időjárási faximile adók térképei, hiszen az interneten egyre több meteorológiai és előrejelzési tartalom lett mindenki számára elérhető. Mindezek az informatikai és infrastrukturális fejlődések az Előrejelzési Vetélkedő hagyományának megújítását vonták maguk után, továbbá az internet térhódítása hozzájárult a hallgatói előrejelzések sikerességének növekedéséhez is (Gyuró, 2002).

2000 tavaszától kezdve három féléven keresztül újra megrendezték az Előrejelzési Vetélkedőt. A verseny szervezője ekkor már mentesült az információs forrás biztosítása miatti hajnali felkelések alól, hiszen már csak a szelvények kiértékelése és az eredmények összesítése maradt a feladata. Így már nem volt akadálya annak, hogy a vetélkedőt hetente meg lehessen rendezni.

A legelhivatottabb előrejelző hallgatók másnap tanárjukkal együtt a vetélkedő megbeszélésen értékelték az előrejelzés sikerességét vagy éppen sikertelenségét. Ez az alkalom, a verifikáció mindig bővelkedett izgalmakban. A hallgatók megalapozott szakmai érvekkel támasztották alá az előrejelzéseiknél használt gondolatmeneteiket. Ezeken a megbeszéléseken egymástól is sokat lehetett tanulni (Gyuró, 2002).

Összességében megállapítható, hogy az ilyen jellegű vetélkedők, az olyan feladatok, amelyek személyes kihívást jelentenek a hallgatók számára, növelik a résztvevők motiváltságát, és felkeltik a gyakorlati alkalmazások iránti érdeklődésüket is (Yarger et al., 2000).

A verseny pontozása kezdetben eltért a jelenleg alkalmazott módszertől, már csak azért is, mivel jelenleg már jóval több az előrejelzendő paraméterek száma. Az egyes paraméterek tökéletes előrejelzéséért 3 pont jár, így kezdetben maximálisan 27 pontot lehetett elérni. A tévedésekért pontlevonás jár az eltérés mértékével arányosan. Például a hőmérséklet előrejelzésénél 1 fokos tévedés 1 pont levonását, 2 fokos tévedés 2 pont levonását vonja maga után. 3 vagy több fokos eltérés esetén pedig már nem jár pont. A kulcsszavakkal előrejelzendő paramétereknél (légnyomás-változás tendenciája, szélsébség) a szomszédos kategória előrejelzése csak 1 pontot ér, kettő vagy több kategóriával való eltérés esetén pedig 0 pont jár.

Előfordult, hogy néhányan a másnapi előrejelzésre az aznapi értékeket adták meg, és bizonyos időjárási helyzetekben így is meglepően jó eredményt értek el. Ez arra inspirálta a szervezőket, hogy kidolgozzanak egy új mérőszámot, a beválási mutatót. Ehhez kiszámolták a perzisztencia prognózis pontszámát is, azaz azt feltételezték, hogy az előrejelzendő időpontban ugyanolyan lesz az időjárás, mint egy nappal korábban. A

beválási mutató azt mutatja meg, hogy mennyivel jobb az előrejelzésünk a megmaradási előrejelzésnél. Egy személy előrejelzésének beválási mutatóját úgy kapjuk meg, hogy az előrejelző pontszámát elosztjuk a perzisztencia prognózis pontszámával. Ha ez a hányados 1 alatti értéket vesz fel, akkor ez azt jelentette, hogy az előrejelzés nem rendelkezett hozzáadott értékkel. Ha másnapra hasonló idő volt várható, például egy anticiklonális helyzetben, akkor a megmaradási prognózissal akár 20 pont fölötti értéket is elérhetett a 27-ből. Ebben az esetben a beválási mutató értéke alig haladta meg az 1-et. Ellenben nagyon változékony időjárás esetén a beválási mutató értéke 4-nél is több lehetett. Ez is bizonyítja, hogy a változások előrejelzése jelent igazán nagy kihívást, és kívánja meg a szaktudást (Gyuró, 2002).

Az Előrejelzési Vetélkedő sorozatairól az összpontszám és a beválási mutatók alapján is vezettek eredménytáblát. A beválási mutató örökranglistájára csak az kerülhetett fel, aki legalább a fordulók harmadán megmérte magát. Így próbálták kiküszöbölni azt, hogy valaki jogtalan előnyre tegyen szert azzal, hogy csak a könnyűnek tűnő helyzetekben készített előrejelzést (Gyuró, 2002).

### **3.2. Az Előrejelzési Vetélkedő szervezői**

A vetélkedőt kezdetben mindig egy-egy oktató szervezte és minden héten Budapestre kellett előrejelzni 12 UTC-re a már korábban említett 9 paramétert. A szervezők a következők voltak:

1988 tavaszától 2001 tavaszáig:

- Gyuró György

2002 ősztől 2004 tavaszáig:

- Dezső Zsuzsanna

2005 ősztől 2009 tavaszáig:

- Reisz András

Fontos megemlíteni, hogy az Előrejelzési Vetélkedő a fenti időszakban nem minden félévben került megrendezésre.

2009-ben nagy változás következett be a vetélkedő életében. A szervezés átkerült a hallgatók kezébe. Az előrejelzési vetélkedőnek internetes weboldala is lett. Már nemcsak Budapestre, hanem minden héten más helyszínre kellett előrejelzeni, és az előrejelzendő

paraméterek száma is gyarapodott, az eddigi 9-ről 14-re, majd 2016-ban 15-re. Az új előrejelzendő paraméterek a következők: harmatpont, legalacsonyabb felhő alapja, látástávolság, napi csapadékösszeg és a jelenidő-egzisztencia, valamint 2016-tól már a maximális szellőkés is.

A feladatok számának növekedése megkívánta, hogy egyszerre több hallgató szervezze az előrejelzési vetélkedőt. Így 2009-től a vetélkedő szervezői a következők voltak:

2009 ősztől 2012 tavaszáig:

- Deme Mihály
- Kovács Adrián
- Merics Attila
- Tordai János

2012 ősztől 2014 tavaszáig:

- Kuntár Roland
- Nagy Roland
- Skarbit Nóra
- Steierlein Ákos

2014 ősztől 2015 tavaszáig:

- Kovács Tamás
- Kuntár Roland
- Molnár Gergely

2015 ősztől 2016 tavaszáig:

- Hegedüs Adrienn
- Kovács Tamás
- Szentes Olivér
- Vaszkó András Imre

2016 ősztől 2017 tavaszáig:

- Szilágyi Eszter
- Szekeres Levente
- Szentes Olivér
- Vaszkó András Imre

2017 ősztől 2018 tavaszáig:

- Szekeres Levente
- Szentes Olivér
- Vaszkó András Imre

Az utánunk érkező szervezői csapat előreláthatólag 2018 ősztől 2019 tavaszáig:

- Balogh Adrienn
- Bokodi Eszter

### **3.3. Az Előrejelzési Vetélkedő története 2001-től napjainkig**

2001 ősztől 2007 ősziig mindössze négy félévben került megrendezésre az Előrejelzési Vetélkedő, ezekben a félévekben a Meteorológiai Tanszék fiatal tanársegédjei, Dezső Zsuzsanna (2002-2004) és Reisz András (2005-2009) bonyolították a szervezést. 2008 tavasztól kezdve egészen mostanáig minden félévben meg volt tartva a vetélkedő.

2009 ősztől, ahogy a szervezés hallgatói kezekbe került, jelentős változások következtek be a vetélkedő lebonyolításában. Az új helyszínek és előrejelzendő paraméterek bevezetésével sokkal változatosabbá és izgalmasabbá vált.

2000 tavasztól 2010 ősziig egy félév során 11 héten keresztül tartott az előrejelzők közti küzdelem. Ezáltal sokkal több időjárási helyzetben tehették próbára magukat, szerezhettek tapasztalatot. Ebben az időszakban továbbra is minden héten Budapest-Lőrincre kellett elkészíteni az előrejelzéseket 12 UTC-re. Ez a nyári időszámításban 14 órára, a téli időszámítás alatt 13 órára vonatkozott.

2011 tavasztól kezdve indult újtára a vetélkedőben az úgynevezett országjáró körút, amely 5 állomásból áll. Egy félév alatt a versenyzők kétszer járják végig az országjáró körutat, ami 10 héten keresztül tart, majd a 11. fordulón - ami a Gálaforduló – újra Budapest-Lőrince kell előrejelezni, itt zárul a verseny. Az előrejelzés helyszínei mellett az előrejelzések időpontja is megváltozott. Tavaszi félévben az első országjáró körút alatt 18 UTC-re kell előrejelezni az adott városokra, míg a második országjáró körút alatt 12 UTC-re. Az őszi félévekben fordított a sorrend. Az első országjáró körút alatt kell 12 UTC-re előrejelezni, míg a második országjáró körút során 18 UTC-re. A záró Gálaforduló érdekessége, hogy ekkor 20 UTC-re szól az előrejelzés, illetve ezen az alkalmon a hallgatók számos meghívott vendéggel (oktatókkal, korábbi szervezőkkel, végzett, ismert meteorológusokkal) mérhetik össze tudásukat.

2011 tavaszától 2012 őszeig az alábbi városokra kellett előrejelezni:

- Budapest-Lőrinc
- Pécs-Pogány
- Szeged
- Debrecen
- Miskolc

2012 tavaszától Debrecen Siófok váltotta az országjáró körútban, 2016 tavaszáig a sorrend az alábbiak szerint alakult:

- Budapest-Lőrinc
- Siófok
- Pécs-Pogány
- Szeged
- Miskolc

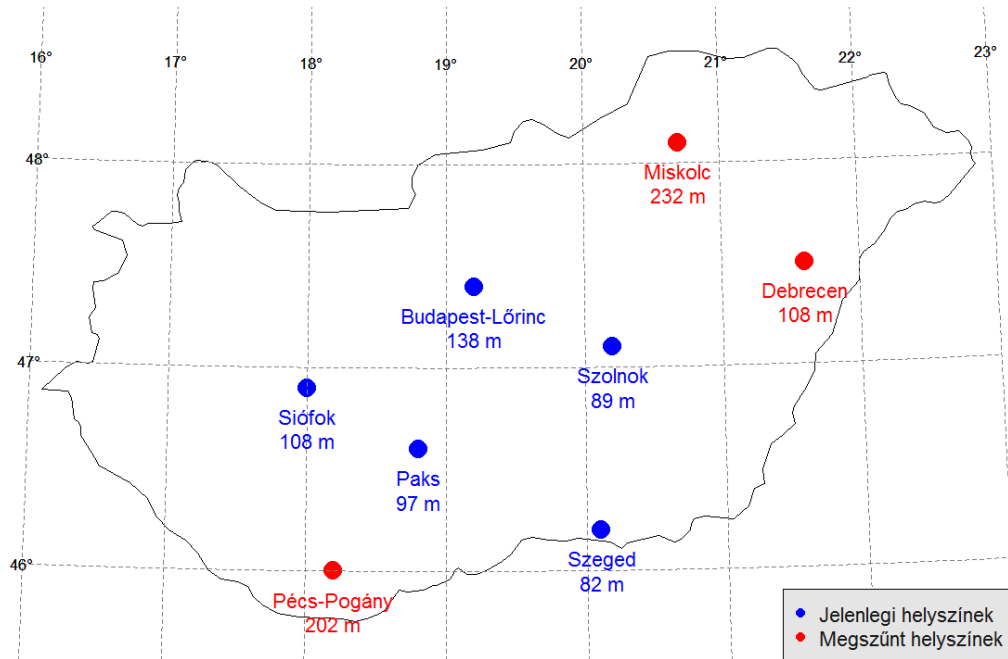
2016 ősztől a Pécs-pogányi állomáson megszűnt a 24 órás észlelés, ezért a szervezőknek új várost kellett keresni, a választás pedig Paksra esett. 2017 őszen a miskolci állomás jutott ugyanerre a sorsra. Az első országjáró körútban ugyan még szerepelt, de mire másodjára is rákerült volna a sor, ott is megszűnt a folyamatos észlelés. A szervezőknek gyorsan kellett reagálni, így a második országjáró körútra Miskolc helyett már Szolnok lett az új előrejelzési helyszín.

Tehát az Előrejelzési Vetélkedő aktuális országjáró körútja:

- Budapest-Lőrinc
- Siófok
- Paks
- Szeged
- Szolnok



#### Az Előrejelzési Vetélkedő helyszíneinek földrajzi elhelyezkedése és tengerszint feletti magassága



**4. ábra: Az Előrejelzési Vetélkedő helyszíneinek földrajzi elhelyezkedése (Forrás: saját ábra, R programmal készítve).**

A negyedik ábra az Előrejelzési Vetélkedő országjáró körútjai során érintett meteorológiai állomásokat mutatja be azok tengerszint feletti magasságának feltüntetésével. Piros színnel a vetélkedő korábbi, mára megszűnt állomásait jelöltem, míg kék színnel a jelenlegi országjáró körút helyszínei vannak ábrázolva.

#### 3.3.1. Az állomások jellemzői

Az állomások elhelyezkedése és mikroklímája nagyban befolyásolja meteorológiai paraméterek alakulását, ezért az állomások ismerete is nagy jelentőséggel bír az előrejelzési versenyben. Ráadásul ezek a helyi hatások nem, vagy csak alig mutatkoznak meg az időjárás-előrejelző modellekben, így a pontos előrejelzések elkészítésében nagy súllyal bír az emberi tapasztalat és tudás.

A Budapest-lőrinci állomásnak (é. sz.  $47^{\circ} 12'$ , k. h.  $19^{\circ} 18'$ ; tszf: 138 m) a Marcell György Főobszervatórium ad otthont a főváros XVIII. kerületében, Pestszentlőrincen, kertvárosi környezetben, távol a belvárostól. Ezt az állomást a hallgatók jól ismerhetik, mivel tanulmányaik során több kurzust is itt tartanak meg az Országos Meteorológiai Szolgálat munkatársai. Mivel a külvárosban helyezkedik el, ezért itt kevésbé érvényesül a

városi hősziget hatása.

A siófoki állomás (é. sz.  $46^{\circ} 91'$ , k. h.  $18^{\circ} 04'$ ; tszf: 108 m) talán az országjáró körút legizgalmasabb időjárású helyszíne. Közvetlenül a Balaton partján található, amint azt az 5. ábra is szemlélteti, ami számos előrejelzendő paramétert jelentősen befolyásol. Az előrejelzőknek számolniuk kell a Balaton hatásával, hiszen ezek nem jelennek meg az előrejelző modellekben. A nyílt vízfelület, a parti cirkuláció, a víz hőmérséklete vagy éppen a kialakult jégfelszín jelentősen befolyásolhatja például a szélességet, a szélirányt, a harmatpontot és a hőmérsékleti értékeket. Az előrejelzők számára izgalmas kihívást jelent a siófoki fordulóban annak eldöntése, hogy a nagytérségű vagy a lokális hatások (például a parti cirkuláció) fognak-e érvényesülni, így talán a legtöbb tapasztalatot ez az állomás kívánja meg.



**5. ábra: A siófoki meteorológiai állomás műszerkertje 2018. március 21-én. (A fotót készítette: Szilágyi Eszter meteorológus)**

A paksi állomás (é. sz.  $46^{\circ} 57'$ , k. h.  $18^{\circ} 84'$ ; tszf: 97 m) a Paksi Atomerőmű mellett található. Különlegessége, hogy egy fagyzugnak tekinthető, ezt mindenképp érdemes figyelembe venni a minimum hőmérséklet előrejelzésekor.

A Pécs-pogányi helyszín (é. sz.  $45^{\circ} 99'$ , k. h.  $18^{\circ} 23'$ ; tszf: 202 m) a Pécs-pogányi repülőtér területén található. Az állomás híres volt messzelátó észlelőiről, ugyanis nagyon sokszor, az időjárás helyzettől függetlenül 50 km-nél nagyobb látástávolságot észleltek. Ez fel is tűnt a versenyzőknek, így sokan eleve ezzel kalkuláltak az előrejelzésükben. Ez alátámasztja azt a tényt, hogy a látástávolság egy erősen észlelőfüggő paraméter.

A szegedi forduló helyszínéül az Országos Meteorológiai Szolgálat Szegedi

Magaslévköri Obszervatóriuma szolgál (é. sz.  $46^{\circ} 25'$ , k. h.  $20^{\circ} 09'$ ; tszf: 82 m). Ez Szeged külterületén, az 55-ös számú főút mellett található, szántóföldekkel körülvéve. A városi hősziget hatás itt sem érvényesül.

A debreceni meteorológiai állomás (é. sz.  $47^{\circ} 49'$ , k. h.  $21^{\circ} 59'$ ; tszf: 108 m) a várostól délre fekvő repülőtéren található. Ez a helyszín szerepelt a legrövidebb ideig az Előrejelzési Vetélkedő történetében. Itt is a 24 órás észlelés megszűnése miatt kellett helyszínt változtatni a szervezőknek.

A miskolci állomás (é. sz.  $48^{\circ} 09'$ , k. h.  $20^{\circ} 72'$ ; tszf: 232 m) sajátossága, hogy a diósgyőri tűzoltóság épületében kapott helyet, ahová 2013 júniusában költözött az Avas városrészéből. A műszerek a tűzoltóság udvarán kerültek elhelyezésre. Amellett, hogy a költözés által reprezentatívabb meteorológiai méréseket tudnak végezni, az állomásáthelyezés melletti legfőbb érv anyagi eredetű volt (OMSZ, 2013). A verseny során az áthelyezésből adódó megváltozott lokális hatásokat is figyelembe kellett venniük a résztvevőknek, például, hogy a korábbi helyszín még magasabban helyezkedett el, ahol gyakran nem süllyedt olyan mélyre a hőmérséklet, mint a város más pontjain. Az új helyszín lakóházakkal sűrűn beépített, városi környezetben található. A helyszín nehézségei közé a szélirány előrejelzése tartozott. Mivel Miskolc kelet felől nyitott, ezért gyenge légmozgás esetén a keleties szélirány volt többször is meghatározó.

Végül az Előrejelzési Vetélkedő legújabb állomása, a szolnoki (é. sz.  $47^{\circ} 12'$ , k. h.  $20^{\circ} 23'$ ; tszf: 89 m), a Magyar Honvédség 86. Szolnok Helikopter Bázis területén található, azaz az első honvédségi meteorológiai állomás az Előrejelzési Vetélkedő történetében.

### **3.3.2. A jelenlegi pontozás**

2016 őszétől az előrejelzendő paraméterek száma 15-re nőtt, így természetesen az egyes fordulókban elérhető maximális pontszám is jelentősen emelkedett.

A léghőmérséklet, harmatpont, legalacsonyabb hőmérséklet, legmagasabb hőmérséklet, tengerszintre átszámított légnyomás, a légnyomás-változás tendenciája, borultság, legalacsonyabb felhőalap, szélirány és átlagos szélesebesség pontos előrejelzése paraméterenként 3 pontot ér. Ezeknél a paramétereknél a szomszédos érték előrejelzéséért 1 pont levonás jár [1 - nimbus.elte.hu/fcraace].

A látástávolság és a 24 órás csapadékösszeg pontos eltalálása szintén 3-3 pontot ér. Mivel ezek a paraméterek kategóriákban vannak megadva, így egy kategória tévesztése 2 pont levonásával jár.

A legújabb paraméter, a maximális széllokés esetében, amennyiben nem volt

szignifikáns eltérés az átlagos szélesség és a maximális szélökés között, akkor a helyes 0-s kód 2 pontot ér, tévedés esetén pedig nem jár pont. Ha volt szignifikáns eltérés, akkor a szélökés kódjának helyes előrejelzése 3 pontot ér, egy kategória tévesztése ebben az esetben szintén 2 pont levonással jár. Ekkor a 0-s kód nem ér pontot.

A jelenlegi idő esetében a szignifikáns jelenségek pontos előrejelzése 6 pontot ér. Helytelen előrejelzés esetén a tévedés mértékétől függően egy excel-táblázat alapján 0-5 pont adható. Például kevesebb pontlevonás jár, ha valaki csak a csapadék intenzitásában téved, de ugyanúgy vár csapadékot. Halmazállapotbeli tévedés esetén már kevesebb pont adható, de még mindig jár, hiszen csapadéokra helyesen számított az előrejelző. Azonban ha valaki nem vár jelenidőt, de végül mégis volt, akkor arra már nem kap pontot. A 6. ábra ezt mutatja be egy példán keresztül. Ha azt sikerül helyesen előrejelezni, hogy nem lesz szignifikáns jelenség, akkor azért 3 pont jár.

WW – IDŐJÁRÁS AZ ÉSZLELESKOR

Az állomáson csapadék nem volt		Csapadék, kód, vagy zivatar volt az utolsó órában, de megszünt	Por-, homok-, vagy hóvihár	Kód	Szítálás	Csendes eső	Havazás	Záporzerű csapadék, zivatar		
00	Az állomáson csapadék nem volt, mégis jégeső	10 Párásság	20 Szítálás volt	30 Gyenge eső, előzetes jelzés	40 Távolsági kód	50 Gyenge szítálás, megszakításokkal	60 Gyenge eső, megszakításokkal	70 Gyenge havazás, megszakításokkal	80 Gyenge záporosó	90 Záporzerű közepes, vagy erős jégeső
01	Az állomáson csapadék nem volt, mégis erős szél	11 Széles, egyes foltokban	21 Eső volt	31 Gyenge, változó	41 Kód foltokban, vagy padokban	51 Gyenge szítálás, folytonos	61 Gyenge eső, folytonos	71 Gyenge havazás, folytonos	81 Mérsékelt, vagy erős záporosó	91 Gyenge eső, és az elmúlt órában zivatar
02	Az állomáson csapadék nem volt	12 Széles, folytonos	22 Havazás volt	32 Gyenge, folytonos	42 Gyengült, az ég nem látszik	52 Közepes szítálás, megszakításokkal	62 Mérsékelt eső, megszakításokkal	72 Mérsékelt havazás, megszakításokkal	82 Igen erős záporosó	92 Közepes vagy erős eső, és az elmúlt órában zivatar
03	Az állomáson csapadék nem volt, mégis vihar	13 Villogás	23 Havaseső volt	33 Erős, előzetes jelzés	43 Gyengült, az ég nem látszik	53 Közepes szítálás, folytonos	63 Mérsékelt eső, folytonos	73 Mérsékelt havazás, folytonos	83 Záporzerű közepes, vagy erős havazás	93 Gyenge havazás, jégeső, és az elmúlt órában zivatar
04	Bizonytalan, előzetes jelzés	14 Csapadék, nem éri el a talajt	24 Ónos eső volt	34 Erős, változó	44 Változatlan, az ég nem látszik	54 Erős szítálás, megszakításokkal	64 Jéges eső, megszakításokkal	74 Erős havazás, megszakításokkal	84 Záporzerű közepes, vagy erős záporosó	94 Közepes vagy erős eső, és az elmúlt órában zivatar
05	Széles, jéges eső	15 Csapadék, nem éri el a talajt	25 Záporosó volt	35 Erős, folytonos	45 Változatlan, az ég nem látszik	55 Erős szítálás, folytonos	65 Jéges eső, folytonos	75 Erős havazás, folytonos	85 Gyenge záporosó	95 Zivatar az észleléskor, erős eső, vagy közepes jéges eső, vagy havazás
06	Közepes, vagy erős szél	16 Csapadék, nem éri el a talajt	26 Hőzapor, vagy záporosó volt	36 Gyenge, jelzés nélküli	46 Erős eső, az ég nem látszik	56 Gyenge szítálás, ónos	66 Gyenge eső, ónos	76 Jégtűk	86 Közepes, vagy erős záporosó	96 Zivatar az észleléskor, erős eső, vagy közepes jéges eső, vagy havazás
07	Helytelen előrejelzés	17 Dörgés, szél, zivatar	27 Jéges eső, vagy dörgés volt	37 Erős, jelzés nélküli	47 Erős eső, az ég nem látszik	57 Erős szítálás, ónos	67 Közepes vagy erős eső, ónos	77 Szencsés hó	87 Gyenge záporosó	97 Zivatar az észleléskor, erős eső, vagy havazás
08	00-es jelzés	18 Szélrohamok az észleléskor, vagy közvetlenül előtte	28 Kód volt	38 Gyenge, jelzés nélküli	48 Közepes, erős szítálás, az ég nem látszik	58 Gyenge szítálás és eső	68 Gyenge havaseső	78 Kétféle hó	88 Mérsékelt, vagy erős záporosó	98 Zivatar az észleléskor, erős eső, vagy közepes jéges eső, vagy havazás
09	00-es jelzés	19 Felhőtörlés	29 Zivatar volt	39 Erős, jelzés nélküli	49 Közepes, erős szítálás, az ég nem látszik	59 Közepes vagy erős szítálás és eső	69 Erős havaseső	79 Fagyott eső	89 Záporosó	99 Zivatar az észleléskor, erős eső, vagy dörgés

6. ábra: A jelenidő pontozás bemutatása a 61-es jelenidő példáján keresztül. (Saját ábra)

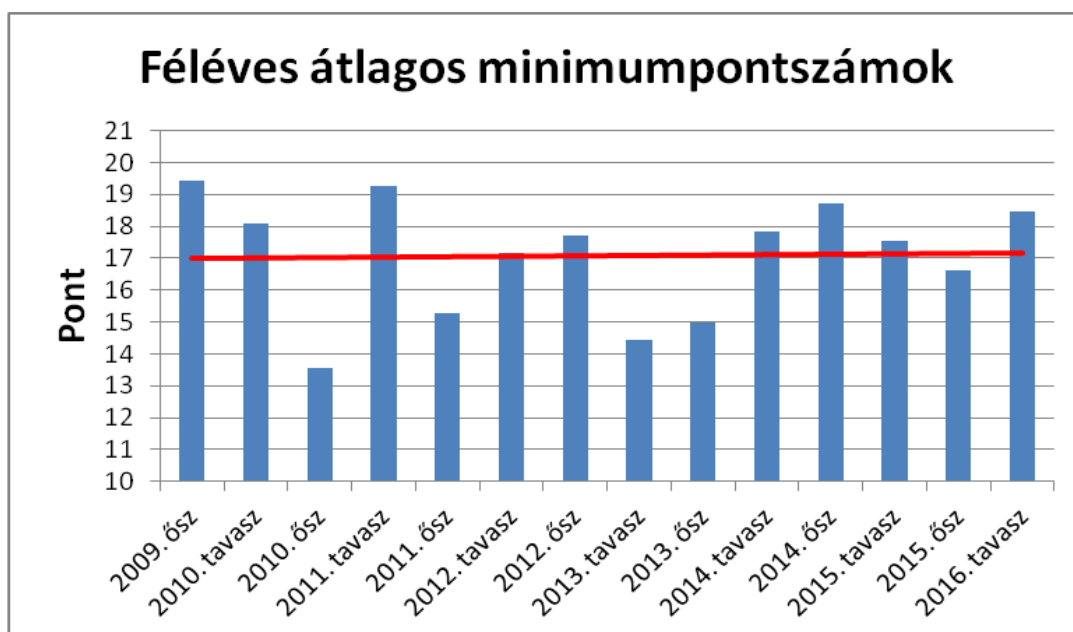
A 6. ábrán az látható, hogy 61-es észlelt jelenidő esetén, ami gyenge, folytonos eső jelent, milyen pontok adhatók az eltérő jelenidő kódokra. Maximális 6 pont értelemszerűen csak egy esetben adható, akkor, ha valaki 61-es jelenidőt jelzett előre. Abban az esetben, ha a versenyző csak a csapadék intenzitásában téved, még 5 pontot szerezhet. Ha a csapadék típusában tér el valaki, például szítálást vagy záport jelez előre a gyenge eső helyett, ez

esetben 4 pontot tud szerezni. Halmazállapotbeli tévedés esetén még kevesebb pont adható, ha pedig valaki nem vár jelenidőt, de mégis lett, akkor azért már nem jár pont.

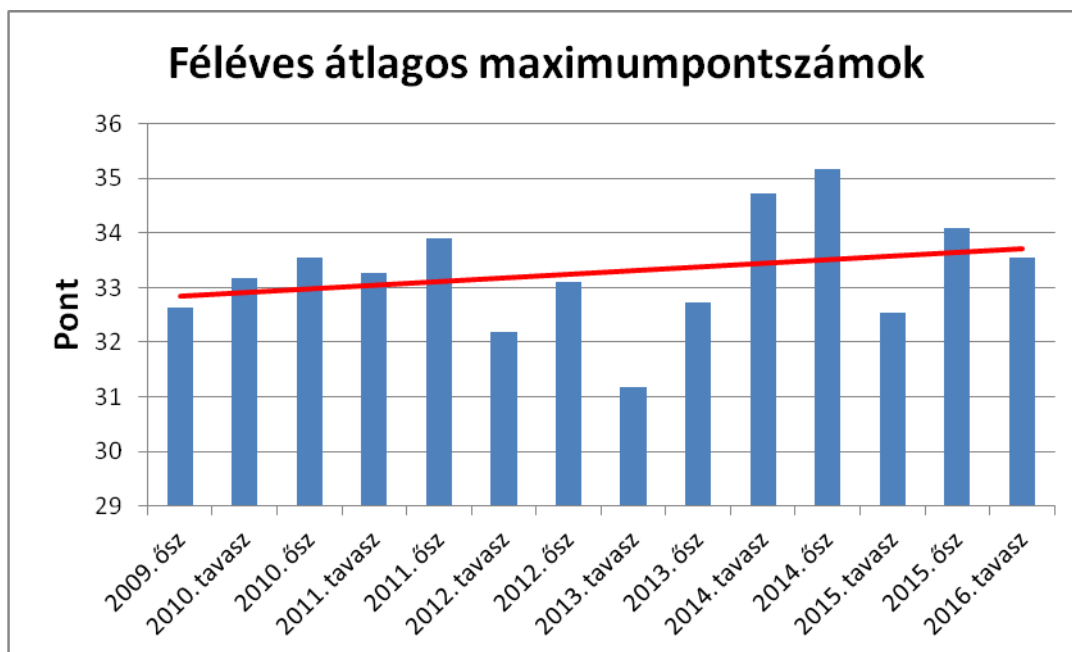
Végül a jelenidő egzisztencia eltalálása 3 pontot ér, tévedés esetén 0 pont jár [1 - nimbus.elte.hu/fcrace].

Így tehát abban az esetben, ha van széllokés és jelenidő is, akkor maximálisan 48 pontot lehet elérni. Széllokés és jelenidő nélküli forduló esetén 44 az elérhető maximális pontszám. Ha van széllokés, de nincs jelenidő, akkor a maximálisan elérhető pontszám 45 pont. Fordított esetben, ha jelenidőt észlelnek, de széllokés nincs, akkor maximum 47 pont szerezhető.

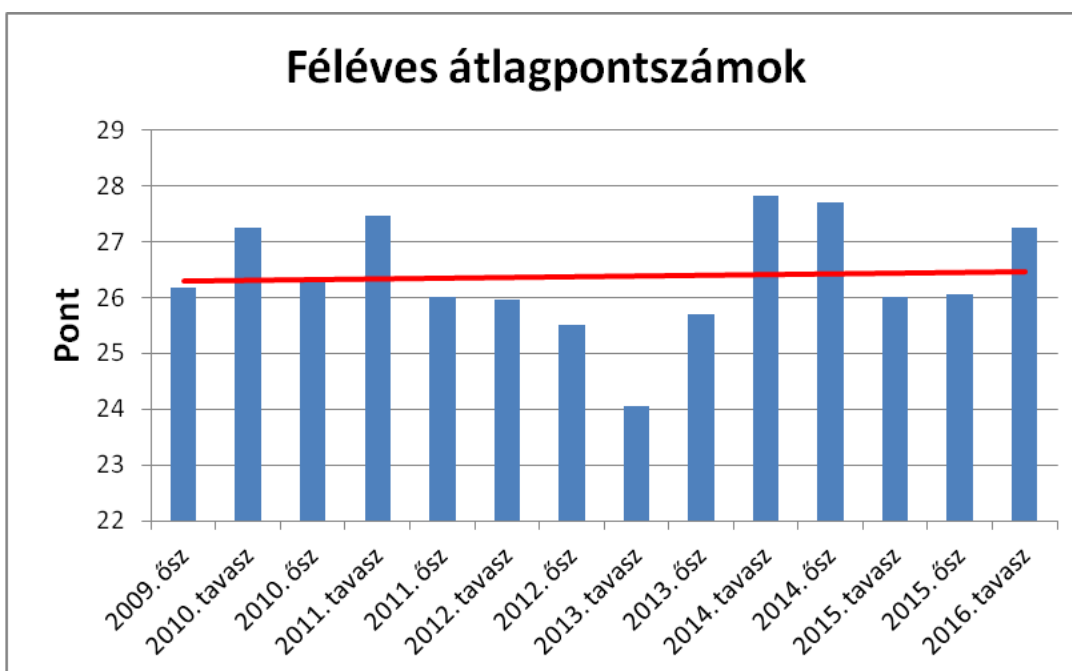
Mindezek ismeretében érdemes megvizsgálni a versenyben résztvevő személyek félévenkénti átlagpontszámait. A következő három ábra az átlagos minimum, maximum és átlagpontszámokat mutatja be féléves bontásban a 2009-es őszi félévtől a 2016-os tavaszi félévig. Azért ezt az időszakot választottam, mert ebben az időszakban egységesen 14 volt az előrejelzendő paraméterek száma, és nem nőtt a maximálisan elérhető pontszám sem. A féléves pontszámokat az adott félév 11 fordulójának átlagpontszámaiból határoztam meg.



7. ábra: Féléves átlagos minimumpontszámok 2009 és 2016 között (Saját ábra).



8. ábra: Féléves átlagos maximumpontszámok 2009 és 2016 között (Saját ábra).



9. ábra: Féléves átlagpontszámok 2009 és 2016 között (Saját ábra).

A 7-9. ábrák alapján látható, hogy a vizsgált időszakban a legmagasabb minimumok a 2009-es őszi félév során (átlag: 19,45 pont), a legmagasabb maximumok a 2014-es őszi félévben (átlag: 35,18 pont) fordultak elő. Az átlagpontszámok alapján a 2014-es tavaszi félév volt a legkiemelkedőbb 27,82 ponttal. Az egyes félévek közötti számottevő különbségeket a vetélkedő-sorozatok során előforduló időjárási helyzetek könnyebb vagy nehezebb előrejelezhetősége indokolja. Az ábrákra trendvonalakat illesztettem, ami a



minimumpontszámok esetében nem mutat számottevő változást. A maximumpontszámok és az átlagpontszámok esetében azonban emelkedő trend jelenik meg az idő előrehaladtával, előbbi esetén nagyobb mértékben. Ezek alapján kijelenthető, hogy az első helyezettek egyre magasabb pontszámokat értek el, és az átlagpontszámok alapján is valamelyest javultak az Előrejelzési Vetélkedőben résztvevő személyek által készített előrejelzések, ami köszönhető többek között az oktatásnak és az egyre nagyobb számban rendelkezésre álló időjárás-előrejelzési produktumoknak is.

### 3.3.3. Internetes tartalom

A 2009-től bekövetkezett változások között szerepel, hogy az Előrejelzési Vetélkedőnek internetes valamint Facebook-oldala is lett. Az internetes oldal létrehozatala Tordai János és Deme Mihály egykori szervezők nevéhez fűződik, majd 2016 márciusában Szentés Olivér jelenlegi szervezőtársam munkája által újult meg az oldal, ami sokkal felhasználóbarátabb, modernebb megjelenítést kapott.

A főoldalra belépve információkat olvashatunk a helyszínekről, időpontokról, a tippelés és kiértékelés menetéről, illetve a versenyzők által várt időjárás helyzetről. Emellett az oldalon részletesen olvashatunk a szabályzatokról, segédleteket és linkgyűjteményt találunk az előrejelzés elkészítéséhez, megtekinthetjük a leadott tippeket illetve az elért eredményeket a korábbi évekre visszamenőleg is, továbbá rendelkezésünkre áll a verseny összesített állása, valamint az örökranglista is.



10. ábra: Az Előrejelzési Vetélkedő internetes oldalának főoldala. Forrás: [1 - [nimbus.elte.hu/fcrace](http://nimbus.elte.hu/fcrace)]

A közösségi média térhódításával a vetélkedő szervezőinek is lépést kellett tartaniuk, hogy minél több felületen elérjék a hallgatókat. Ezért 2011 augusztusában Tordai János

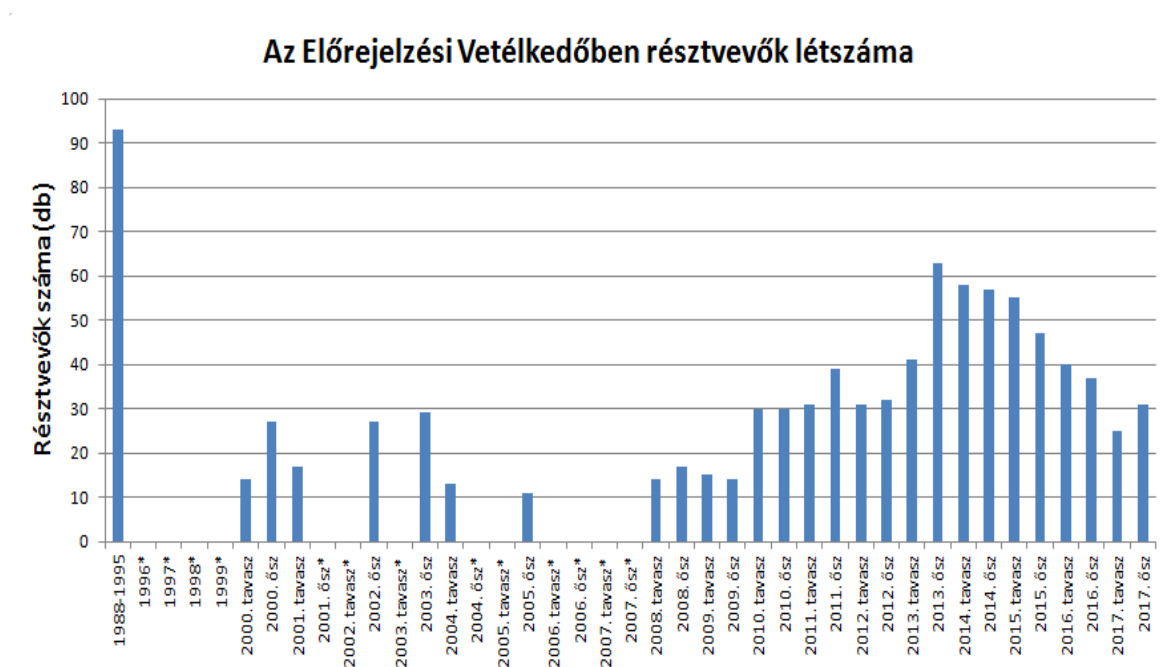
létrehozta az Előrejelzési Vetélkedő Facebook-oldalát. Ezen a felületen kötetlenebb, olykor viccesebb formában tájékoztatjuk a versenyzőket a várt időjárási helyzetről, az előrejelzések beválásáról illetve az elért helyezésekről. Ezen kívül az egyéb változásokról, eseményekről is könnyen és gyorsan értesíteni tudjuk a vetélkedő résztvevőit.



**11. ábra: Az Előrejelzési Vetélkedő Facebook-oldalának kezdőlapja. Forrás: [2 - facebook.com]**

Természetesen ezen oldalak működtetése, folyamatos friss információkkal való ellátása és adminisztrálása további feladatokat jelent a szervezők számára.

### 3.3.4. A vetélkedőben résztvevők létszáma és aránya

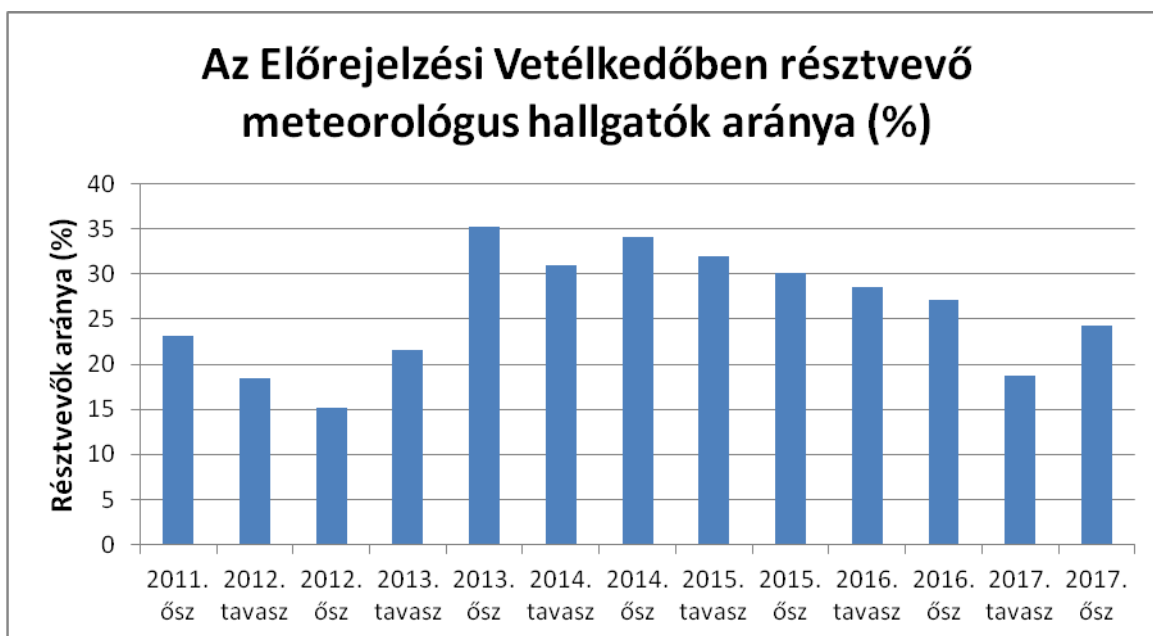


**12. ábra: Az Előrejelzési Vetélkedőben résztvevők számának alakulása 1988-tól 2017-ig (Saját ábra)**



A 12. ábra az Előrejelzési Vetélkedőben résztvevők számát mutatja a kezdetektől napjainkig. A vetélkedő legkorábbi időszakáról nem állnak rendelkezésre féléves adatok, de annyi tudható, hogy 1988 és 1995 között 93-an vettek részt az előrejelzési versenyben. Az ábráról az is szembetűnik, hogy a vetélkedő nem minden évben, illetve félévben került megrendezésre, ezeket csillaggal jelöltem. A 2000-től kezdődő időszakban már féléves adatok láthatóak, a tavasz és az őszi szavak az egyetemi tavaszi valamint őszi félévre utalnak. 2008 tavasza óta az Előrejelzési Vetélkedő már minden félévben megrendezésre került. Eddig a legtöbben a 2013-as őszi fordulóban vettek részt, szám szerint 63-an. Néhány félévben az időjárás-előrejelző modellek is megmérettetésre kerültek, hogy hogyan szerepelnek a hallgatók, oktatók előrejelzéseikhez képest. Természetesen a modelleket nem számoltam bele a résztvevők létszámaiba, csak a természetes személyeket.

Az Előrejelzési Vetélkedőben jellemzően a II. évfolyamos BSc-s hallgatóktól a doktorandusz hallgatókig terjed a résztvevők eloszlása. Egy-egy félévben a résztvevők létszámát alapvetően meghatározza az adott évfolyamok létszáma. Ha kevesebb hallgató jelentkezik például földtudományi alapképzésre majd később meteorológus mesterképzésre, akkor ez maga után vonja a vetélkedőben résztvevők létszámának csökkenését is. Az utóbbi években ez a tendencia volt jellemző, ezzel is magyarázható az utóbbi időszakban bekövetkezett létszámcsökkenés.



**13. ábra: Az Előrejelzési Vetélkedőben résztvevő meteorológus hallgatók aránya 2011-2017 között (Saját ábra)**

A 13. ábra a vetélkedőben résztvevő meteorológus hallgatók arányát mutatja be 2011 és 2017 között az évfolyamok összlétszámához viszonyítva. Az ábra elkészítésénél

csak a meteorológia szakirányos II., III. illetve III.+ évfolyamos BSc-s, és az I., II. évfolyamos meteorológus MSc-s hallgatók létszámát vettem figyelembe. A vetélkedőben az adott félévben résztvevő versenyzők számát (oktatók, doktoranduszok, végzett vagy más szakirányos hallgatók nélkül) elosztottam az adott tanév említett évfolyamainak összlétszámával. Az így kapott eredmények alapján jellemzően 20-30 %-os a hallgatók részvételi aránya, ami hasonló menetet mutat a résztvevők létszámával. A legmagasabb, 35,2 %-os részvétel a 2013-as őszi félév során volt, amikor a legtöbben vettek részt az Előrejelzési Vetélkedőben. Ehhez képest 2017 őszére a résztvevők létszáma több mint a felére esett vissza, ugyanakkor a hallgatói részvétel csak 24,2 %-ra csökkent. Tehát a féléves különbségek arányaiban kisebbek, mint a létszámbeli eltérések.

A vetélkedő szervezői az őszi félévek elején egy ismertető előadást tartanak az új, alapszakos évfolyam hallgatóinak, hogy ezzel is motiválják, buzdítsák őket a vetélkedőben való részvételre. Mindig fontosnak tartjuk hangsúlyozni, hogy nem kell megrettenni a feladattól, nem az a fontos, hogy ki hányadik helyezést ér el egy adott fordulóban, hanem a tapasztalatszerzés, a különböző időjárási helyzetek előrejelzésének gyakorlása, mivel ilyen módon is nagyon sokat lehet tanulni. Továbbá a Szinoptikus meteorológia kurzusok értékelésénél többletpontot lehet kapni a vetélkedőn való részvételért. Ez egyrészt további motivációt jelenthet a hallgatóknak, másrészt pedig ezzel az oktatók is elismerik azt, hogy a vetélkedő egy fontos tapasztalatszerzési, tanulási lehetőség, ami jól kiegészíti a tantermi oktatást. Ez nagyon hasznos lehetőség lehet különösen annak, aki előrejelzéssel kíván későbbi munkája során foglalkozni.

### **3.3.5. A szervezők feladatai**

A szervezők munkássága egy kialakult menetrendet követ. Hétfőn emailben emlékeztetjük a résztvevőket, hogy másnap, azaz kedden 12 UTC-kor van az előrejelzések leadásának határideje.

Kedd délelőttig kihelyezzük a nyomtatott tippleadó szelvényeket az Előrejelzési Vetélkedő Meteorológiai Tanszéken található hirdetőtábláján. Természetesen az előrejelzéseket elektronikusan, emailben vagy online felületen is el lehet küldeni. Ugyancsak kedd délelőtt a szervezők lementik a különböző időjárás-előrejelző modellek által a forduló időpontjára várt értékeket, hogy azokat felhasználhassák a hetente megrendezésre kerülő vetélkedő megbeszéléseken.

Kedd délután kerül sor a tippfelvitelre, amikor a beérkezett előrejelzéseket felvisszük a vetélkedő honlapjára, valamint excelben is rögzítjük azokat. Ha hibás tippsort találunk,

akkor az adott személyt külön emailben értesítjük, hogy javítsa ki előrejelzését. Hibás tipp sor alatt azt értjük, ha valakinek nem konzisztens az előrejelzése. Például ha valaki 5 km alatti látástávolságot vár, akkor ezzel párhuzamosan muszáj valamilyen jelenidőt - párásságot vagy csapadékot - előre jeleznie, ami ezt indokolja. Gyakran előfordul az is, hogy a maximális széllelésre adott előrejelzés nem konzisztens az átlagszélre adott értékkel. Ha valaki úgy gondolja, hogy a maximális széllelés és az átlagszél különbsége eléri a 4 m/s-ot, akkor már magának a maximális széllelésnek a kódját kell megadnia. Azaz, ha például valaki 5 m/s-os átlagszelet vár és a különbség eléri a 4 m/s-ot, akkor a maximális széllelés legalább 9 m/s, ami már a 2-es, élénk kódnak felel meg.

Ezek után kiszámoljuk az előrejelzések átlagát, amit humorosan Átlag Béla tipp sorának szoktunk nevezni. A vetélkedő internetes oldalán megírjuk a várható időjárási helyzetet, valamint, hogy mi okozhat nehézséget az adott fordulóban, illetve, hogy a mezőny milyen időt vár az adott időpontra. Ugyanezt megteesszük az Előrejelzési Vetélkedő Facebook-oldalán is kissé kötetlenebb, humorosabb formában, továbbá az Átlag Béla tipp sora alapján egy virtuális eredményt is közlünk.

Kedden felvisszük még a honlapra a perzisztencia prognózis értékeit, valamint szerdán az adott fordulóra vonatkozó észlelés nagy részét. Az észlelés csütörtök reggel válik teljessé, amikor kiderül az előző napra vonatkozó 24 órás csapadékösszeg mennyisége és a jelenidő-egzisztencia. Ezután derülnek ki az adott fordulóban elért eredmények, amelyek a honlapon jelennek meg.

Csütörtök délután újabb szövegben és posztban tesszük közzé honlapunkon és Facebook-oldalunkon az adott fordulóban elért eredményeket, az összesített állást, továbbá, hogy mi volt a szinoptikus helyzet Európában, és milyen idő volt az adott forduló helyszínén.

Az adott forduló lezajlása után a hallgatók órarendjétől függően még egy kiértékelő vetélkedő megbeszélést tartunk, ahol a szervezők egy kiselőadás formájában vetik össze a modellek előrejelzéseit az időjárás tényleges alakulásával. Itt lehetőség nyílik a tapasztalatok megosztására, szakmai vitára is, egy-egy érdekes helyzetben a nagyobb tapasztalatokkal rendelkező hallgatók, oktatók sok hasznos információval járulnak hozzá a hallgatók ismereteihez a kialakult időjárási helyzet hátterével kapcsolatban. Így a megbeszéléseken résztvevők nagyon sokat tanulhatnak, tapasztalatot nyerhetnek a modellek viselkedéséről, az egyes időjárási helyzetek előrejelezhetőségéről, valamint a meteorológiai állomások sajátos viszonyait is megismerhetik. Fény derül arra is, hogy mi miért alakult eltérően az előrejelzethez képest.

Minden félév végén, a gálaforduló utáni héten a szervezők egy záró alkalmat tartanak, ahol megtörténik a verseny hivatalos eredményhirdetése. Ezen az alkalmon a szervezők emléklapokat adnak át mindazoknak, akik legalább öt fordulóban részt vettek, valamint az első három helyezett oklevélben részesül. Ezen kívül az Országos Meteorológiai Szolgálat és a Meteorológiai Tanszék jóvoltából könyvjutalmak átadására is sor kerül jellemzően az első öt-hat helyezett számára.

A szervezők ezeken a feladatokon kívül még további programokat is szerveztek a Meteorológiai Tanszéken. Célul tűztük ki, hogy a meteorológia és az időjárás-előrejelzés iránti érdeklődés növelése érdekében a televízióból is ismert, közkezdvelt és híres meteorológusokat hívjunk meg az egyetemre. 2016. december 1-én Reisz András, míg 2017. december 5-én Németh Lajos fogadta el meghívásunkat. Mindkét alkalom hosszas előkészületeket, szervezést igényelt, úgy, mint kapcsolatfelvétel és időpont egyeztetés a meghívott vendégekkel, teremfoglalás, a hallgatók, oktatók meghívása, invitálása az alkalmakra. A meghívott vendégek érdekes, közvetlen előadást tartottak az időjárás-előrejelzés múltjáról és jelenéről, a meteorológia oktatásáról, saját életútjukról, valamint személyes történeteket is megosztottak velünk. Örömmel mondhatjuk, hogy mindkét alkalom nagyon jól sikerült, nagy népszerűségnek örvendett, sokan jöttek el rá.



**14. ábra: Az Előrejelzési Vetélkedő szervezői Németh Lajossal 2017. december 5-én. (Forrás: Saját fotó)**

A fenti képen az Előrejelzési Vetélkedő szervezői láthatók a meghívott Németh Lajossal 2017. december 5-én. A fotón balról jobbra haladva látható személyek: Vaszkó András Imre, Németh Lajos, Szentes Olivér és Szekeres Levente.

## 4. Az időjárás-előrejelző modellek és szerepük az Előrejelzési Vetélkedőben

### 4.1. Az időjárás-előrejelző modellek kialakulásának története

Az időjárás számszerű előrejelzésének gondolata az 1900-as évek elején merült fel. Wilhelm Bjerknes, a Bergeni Iskola megalapítója lehetségesnek gondolta az időjárás előrejelzését a légköri folyamatokat leíró fizikai törvények alkalmazása által. Ezek a fizikai törvények magukba foglalják a Newton-féle mozgásegyenleteket, a termodinamikai, kontinuitási, nedvességszállítási és állapotegyenletet, melyek együtt alkotják a légköri hidro-termodinamikai egyenletrendszer, amit Bjerknes 1904-ben határozott meg. Ezzel Bjerknes kijelölte a numerikus időjárás-előrejelzés fejlődésének útját (*André et al.*, 2013; *Horányi*, 2002).

A hidro-termodinamikai egyenletrendszer általános alakja:

$$\frac{du}{dt} = \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + fv - lw + F_{sx} \quad (1)$$

$$\frac{dv}{dt} = \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} - fu + F_{sy} \quad (2)$$

$$\frac{dw}{dt} = \frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} = - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} - g + lu + F_{sz} \quad (3)$$

$$\frac{d\rho}{dt} = - \rho \nabla \mathbf{V} \quad (4)$$

$$\frac{dQ}{dt} = c_p \frac{dT}{dt} - \alpha \frac{dp}{dt} \quad (5)$$

$$\frac{dq}{dt} = - \frac{1}{\rho} M \quad (6)$$

$$p\alpha = RT \quad (7)$$

Az (1), (2), (3) egyenletek a mozgásegyenletek, melyeket Navier–Stokes egyenleteknek is nevezünk, (4) a kontinuitási egyenlet, (5) a termodinamikai egyenlet, (6) a nedvességszállítási egyenlet és (7) az állapotegyenlet.

Az egyenletekben  $u$ ,  $v$ ,  $w$  az  $x$ ,  $y$  és  $z$  irányú sebességkomponensek,  $t$  az idő,  $p$  a légnyomás,  $\rho$  a nedves levegő sűrűsége,  $g$  a nehézségi gyorsulás,  $f$  a Coriolis-paraméter ( $f = 2\Omega \sin\varphi$ ),  $l$  a Coriolis-erő kiszámításánál használt paraméter ( $l = 2\Omega \cos\varphi$ ), (ahol  $\Omega$  a Föld szögsebessége,  $\varphi$  a földrajzi szélesség),  $F_{sx}$ ,  $F_{sy}$  és  $F_{sz}$  a súrlódási erő három komponense.  $\mathbf{V}$  a sebességvektor ( $\mathbf{V} = (u, v, w)$ ),  $Q$  a térfogati hőáram,  $c_p$  az állandó nyomáson vett

fajhő,  $T$  a levegő hőmérséklete,  $\alpha$  a specifikus térfogat,  $q$  a specifikus nedvesség,  $M$  az egységnyi idő alatt fázisátalakuláson átesett vízgőz tömege és  $R$  a specifikus gázállandó (André et al., 2013).

A légköri hidro-termodinamikai egyenletrendszer egy parciális differenciál egyenletrendszer, ami kifejezi az előrejelzési feladatot. Ennek megoldása által – kezdeti és határfeltételek megadása mellett – a rendszer jövőbeli állapota meghatározható. Ezek az egyenletek szolgálnak a numerikus modellek alapjául (Horányi, 2002). Az egyenletrendszer analitikusan nem megoldható, ahhoz numerikus módszerekre van szükség. A hidro-termodinamikai egyenletrendszer térben és időben mindenhol teljesül, ugyanakkor a modellekben térbeli és időbeli átlagértékek szerepelnek, ezekre írják fel az egyenleteket (André et al., 2013).

A differenciálegyenletek közelítő megoldásának számszerűsítése rendkívül számításgépes feladat. Az egyenletrendszer megoldása csak a nagyteljesítményű számítógépek megjelenésével vált lehetségessé. Az első ilyen számítógépet, az ENIAC-ot (angolul: **E**lectronic **N**umerical **I**ntegrator **A**nd **C**omputer, magyarul: Elektronikus Numerikus Integrátor és Számítógép) az amerikai hadsereg megrendelésére 1945-ben készítették el. Egyik megalkotója Neumann János, magyar származású matematikus volt. A világon a legnagyobb teljesítményű számítógépek közül több napjainkban is a meteorológia szolgálatában áll. Az 1950-es évek óta mind a számítástechnika, mind a numerikus időjárás-előrejelzés nagy fejlődésen ment keresztül, mivel a számítógépek teljesítményének növekedése által a modellek tér- és időbeli felbontása is egyre nagyobbá vált (André et al., 2013; Sándor és Wantuch, 2005).

Manapság a numerikus modellek már kulcsszerepet játszanak a gyakorlati előrejelzésben, hiszen az előrejelzések jelentős mértékben az ezen modellek által szolgáltatott információkon alapulnak. A pontos előrejelzések elkészítéséhez ma már nélkülözhetetlenek ezek a modellek, azonban mindig szem előtt kell tartanunk, hogy olykor a modell előrejelzések is hibákkal terheltek (Horányi, 2002).

## **4.2. Az ensemble előrejelzések**

A számszerű időjárás-előrejelzési modellek kiindulási állapotait nem lehet teljesen pontosan meghatározni. A hibás mérések, a közelítések, kerekítések és az adathiányok, valamint, hogy sokkal több a rácsponti értékek száma, mint a felhasználható információké,

már nagy bizonytalansággal terhelik meg a kiindulási mezőket, aminek következtében az előrejelzésekben is jelentős hibák léphetnek fel. Ennek megakadályozására terjedtek el az ún. ensemble előrejelzések, ami előrejelzések együttesét jelenti (*Sándor és Wantuch, 2005*). Ezek az előrejelzések a beválásuk valószínűségéről is információt adnak. A modellek bizonytalanságait figyelembe véve nemcsak egy, hanem több, a kezdeti feltételekben kismértékben különböző előrejelzést készítenek. Az idő előrehaladtával általában az egyes előrejelzések közötti eltérések is egyre nagyobbak lesznek. Minél nagyobb az ensemble tagok közötti szórás, annál nagyobb az előrejelzés bizonytalansága, sőt a tagok olyannyira eltávolodhatnak egymástól, hogy a rendszerből eltűnhet az előrejelzési információ. Amennyiben a futások között kicsi marad az eltérés, abban az esetben az előrejelzés megbízhatósága is nagyobb. Értelemszerűen az időjárási helyzet nagymértékben befolyásolja az előrejelzések megbízhatóságát. Például egy anticiklonális helyzet jóval kisebb bizonytalanságot hordoz magában, mint a konvekcióhoz kapcsolódó lokális zivatarok előrejelzése. Az ensemble tagok számának növelése hozzájárul az előrejelzés bizonytalanságának minél pontosabb megítéléséhez, azonban a számítógépek kapacitása ennek is határt szab, így jelenleg az ensemble előrejelzések tagjainak száma 10 és 50 között alakul (*André et al., 2013; Götz, 2002*).

Az ensemble előrejelzések megjelenítéséhez újfajta ábrázolási módszerek szükségesek, mivel egyszerre több előrejelzés adatát kell bemutatni. A legelterjedtebbek a bélyeg diagram, a valószínűségi térképek, a spagetti diagram és a fáklya diagram.

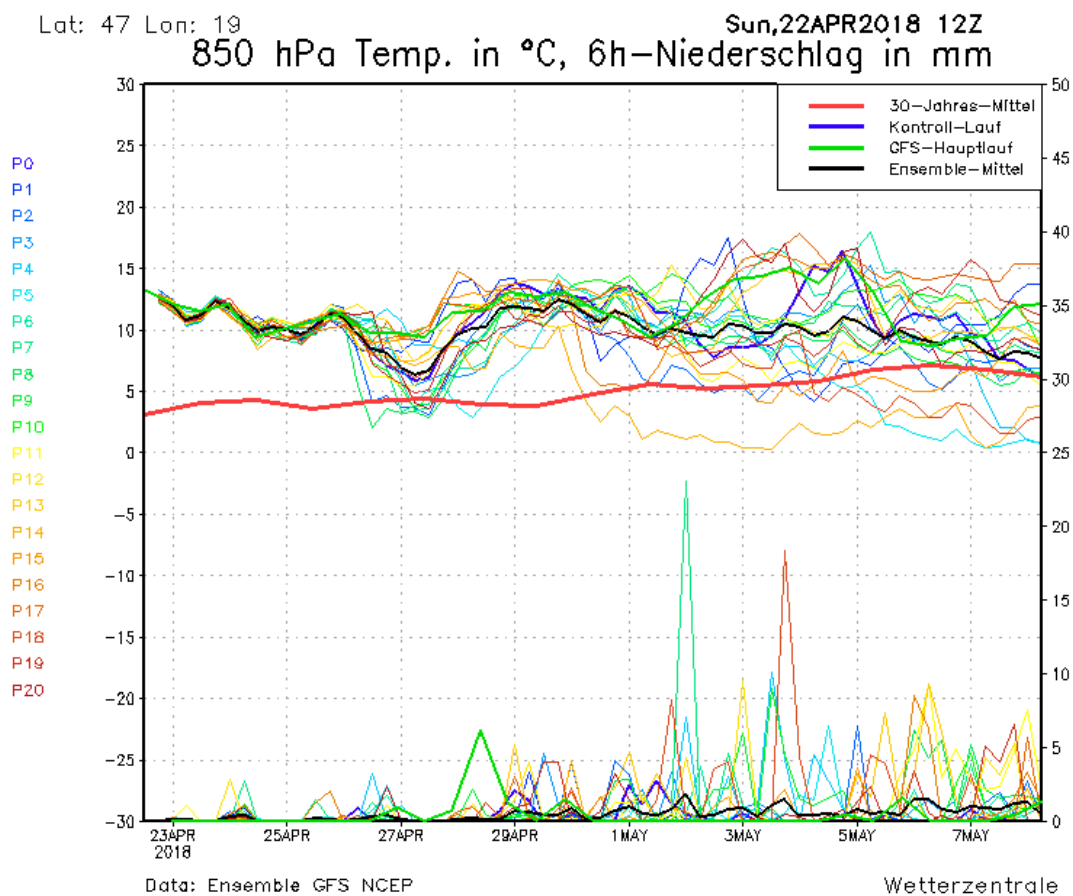
A bélyeg diagram esetében az összes tagot egymás mellett, kis méretben ábrázoljuk, ezáltal az előforduló különbségek könnyen felismerhetők, de kis mérete miatt a részletek áttekintésére nem alkalmas.

A valószínűségi térképek egy adott időjárási esemény bekövetkezésének valószínűségét ábrázolják, ami főleg a veszélyes időjárási események esetében lehet hasznos.

A spagetti diagramok egy adott időpontban az előrejelzések területi megbízhatóságáról nyújtanak információt. Itt egy kiválasztott elem egy adott izovonalát ábrázoljuk az összes ensemble tagra vonatkozóan. Ha az összes tag eredménye közel helyezkedik el egymáshoz, akkor nagy az előrejelzés megbízhatósága.

A fáklya diagram egy adott földrajzi helyre vonatkozóan mutatja be valamely nyomási szinten egy kiválasztott meteorológiai elem időbeli alakulását. Leolvasható róla, hogy az adott helyen hogyan változik az adott paraméter előrejelezhetősége és ezzel együtt az előrejelzés bizonytalansága. Minél inkább eltávolodnak egymástól az ensemble tagok

trajektóriái, annál inkább nő az előrejelzés bizonytalansága (André et al., 2013; Sándor és Wantuch, 2005).



**15. ábra: 2018. április 22-én 12 UTC-kor Budapestre készített fáklya diagram (Forrás: [3 - [wetterzentrale.de](http://wetterzentrale.de)]).**

A 15. ábrán a GFS (angolul: **Global Forecast System**, magyarul: Globális Előrejelző Rendszer) globális modell Budapestre készített ensemble előrejelzése látható fáklya diagramon megjelenítve. Az ábra felső részén a 850 hPa-os (körülbelül 1500 m magasságú) nyomási szint hőmérsékletének előrejelzése, míg az ábra alján a csapadékmennyiség előrejelzése látható. A hőmérsékleti tagok esetében jól megfigyelhető, hogy az időszak elején a tagok szorosan együtt haladnak, majd az idő múlásával egyre inkább széttartanak, jelezvén az egyre növekvő bizonytalanságot. A csapadék tekintetében már a korai időszakban is látható némi bizonytalanság, ami az idővel jelentősen megnő. Ez is alátámasztja azt a tényt, hogy a csapadékmennyiség az egyik legnehezebben előrejelezhető paraméter, mivel nagyon érzékeny a kiindulási feltételekre.



### 4.3. A modellek csoportosítása

A modelleket alapvetően két csoportba lehet sorolni. Megkülönböztetünk az egész Földre vonatkozó, úgynevezett globális, illetve regionális vagy korlátos tartományú modelleket, amelyek egy kiválasztott kisebb területre készítenek előrejelzést. A két modelltípus leginkább a térbeli felbontásban különbözik egymástól.

A globális modellek térbeli felbontása kisebb, azaz nagyobb horizontális ráctávolsággal rendelkeznek, de cserébe a teljes Földet lefedik. A korlátos tartományú modellek ugyanakkor finomabb térbeli felbontásúak, vagyis kisebb ráctávolsággal fedik le az általuk használt területet. A globális és korlátos tartományú modelleknél meg kell adnunk kezdeti, valamint alsó és felső határfeltételeket, de a korlátos tartományú modellek esetében ezeken kívül még oldalsó peremfeltételek megadása is szükséges. Ezeket az oldalsó határfeltételeket jellemzően a globális modellek előrejelzéseiből lehet megadni (*André et al.*, 2013; *Sándor és Wantuch*, 2005).

A modelldinamika szempontjából megkülönböztetünk hidrosztatikus és nem hidrosztatikus modelleket. A hidrosztatikus közelítés azt jelenti, hogy a modellben a számítások során elhanyagolják a légkörben zajló vertikális gyorsulásokat, azaz  $dw/dt = 0$ , míg a nem hidrosztatikus modellekben ezt figyelembe veszik. 2-5 km-es ráctávolság alatt jellemzően a nem hidrosztatikus közelítést szokták alkalmazni, mivel ezen a térskálán már a vertikális gyorsulások hasonló nagyságrendűek lehetnek a horizontális gyorsulásokkal. Például az Országos Meteorológiai Szolgálatnál alkalmazott ALADIN (franciául: **A**ire **L**imitée **A**daptation **D**ynamique **D**éveloppement **I**nternational) modellt hidrosztatikus, míg az AROME (angolul: **A**pplications of **R**esearch to **O**perations at **M**esoscale) modellt nem hidrosztatikus közelítéssel használják (*André et al.*, 2013; [4 - *met.hu*]).

A helyes előrejelzésekhez szükség van a légkör szinoptikus skálájú folyamatainak, valamint az adott előrejelzési területre jellemző meteorológiai viszonyok ismeretére. Az aktuális szinoptikus helyzet meghatározásához a globális modellek járulnak hozzá, míg a kisebb skálájú folyamatokat a nagyobb felbontású korlátos tartományú modellek tudják jobban előrejelezni (*Horányi*, 2002).

Természetesen egy eredményes előrejelzés elkészítésében nagy szerepe van az előrejelzési modellek információi mellett az előrejelző szakemberek tudásának és tapasztalatainak is, mivel előfordulhat, hogy a szinoptikus szakembernek felül kell bírálnia a modellt a helyes előrejelzés érdekében (*Sándor és Wantuch*, 2005).

#### 4.4. Az előrejelzési modellek használata az Előrejelzési Vetélkedőben

Az Előrejelzési Vetélkedő az előbb említett tapasztalatszerzést szolgálja leginkább. Az évek során a résztvevőknek lehetőségük van a különböző globális és regionális modellek viselkedésének megismerésére, azaz, hogy bizonyos időjárási helyzetekben a különböző modellek az egyes paramétereket hogyan jelzik előre, például mi az, amit rendszeresen alul- vagy felülbecsülnek. Az előrejelzések elkészítése során nagy arányban támaszkodunk a modellek által szolgáltatott információkra, ugyanakkor fontos hangsúlyozni, hogy ez nem merül ki abban, hogy egy az egyben csak a modellek által előrejelzett értékeket írjuk le az előrejelzéseinkben. Vannak olyan paraméterek, mint például a légnyomás, amelyet a modellek jól és megbízhatóan jeleznek előre, de a legtöbb meteorológiai elem esetében több szempont együttes megvizsgálása szükséges, és a modellek értékei leginkább útmutató jellegűek. Az is gyakran előfordul, hogy a már korábban említett, modellek által nem ismert lokális hatásokat is figyelembe kell vennünk az előrejelzésekben, amelyek ismeretéhez szintén sok gyakorlatra és tapasztalatra van szükség.

Napjainkban egyre nagyobb hangsúly helyeződik az időjárás észlelési, előrejelzési feladatok automatizálására, az előrejelzés modellekre bízására, megszüntetve az emberi közreműködést. Néhány sorozat alkalmával az előrejelzési modellek is megmérettetésre kerültek az Előrejelzési Vetélkedőben. Ugyan egy-két esetben előfordult, hogy a modellek előkelő helyezést értek el egy-egy fordulóban, de a tapasztalat azt mutatta, hogy az esetek többségében a résztvevők jelentős része jobb helyezést ért el a modelleknél, különösen azokon az állomásokon, ahol gyakran a lokális hatások dominálnak. Ezt mutatja be a 16. ábra. Ez alátámasztja, hogy továbbra is szükség van az emberi előrejelzésre, nem lehet ezt a feladatot csak és kizárólag a modellekre bízni.

A 2. fordulón elért helyezések 2013.09.25. 14 HLT, Siófok				
Helyezés	Név	Évfolyam (szak)	P	B
1.	Kohlmann Márk	Doktorandusz	32	1.103
	Kuntár Roland	I. Meteorológus MSc	32	1.103
3.	André Karolina	II. Meteorológus MSc	30	1.034
	Garamszegi Balázs	I. Meteorológus MSc	30	1.034
	Hermann Edina	I. Meteorológus MSc	30	1.034
	Kovács Tamás	III. Földtudományi BSc	30	1.034
	Pusztai László	III. Földtudományi BSc	30	1.034
	Rusznák Renáta	II. Meteorológus MSc	30	1.034
	Skarbit Nóra	II. Meteorológus MSc	30	1.034
	Szentes Olivér	III. Földtudományi BSc	30	1.034
11.	Sebestyén Anna	III. Földtudományi BSc	29	1.000
	Steierlein Ákos	II. Meteorológus MSc	29	1.000
	Szekeres Levente	II. Földtudományi BSc	29	1.000
	Szűcs Krisztina	I. Meteorológus MSc	29	1.000
15.	Farkas Judit	I. Meteorológus MSc	28	0.966
	Fekete Dénes	II. Meteorológus MSc	28	0.966
	Höz Barbara	III. Földtudományi BSc	28	0.966
	Lupták Dóra	I. Meteorológus MSc	28	0.966
	Merics Attila	Meteorológus	28	0.966
	Molnár Gergely	I. Meteorológus MSc	28	0.966
	Nagy Roland	II. Meteorológus MSc	28	0.966
	Sürge Evelin	II. Földtudományi BSc	28	0.966
23.	Bájhóber Eszter	II. Meteorológus MSc	27	0.931
	Deme Mihály	III. Földtudomány BSc	27	0.931
	Göndöcs Júlia	I. Meteorológus MSc	27	0.931
	Leelőssy Ádám	Doktorandusz	27	0.931
	Ludányi Erika	I. Meteorológus MSc	27	0.931
	Szabó Zsennett	II. Meteorológus MSc	27	0.931
29.	Balázs Tamás	I. Földtudományi BSc	26	0.897
	Brunner Máté	I. Meteorológus MSc	26	0.897
	Geál Nikolett	II. Meteorológus MSc	26	0.897
	Héver Annamária	II. Meteorológus MSc	26	0.897
	Molnár Csilla	I. Meteorológus MSc	26	0.897
	Sábitz Judit	Doktorandusz	26	0.897
	Szabó Zoltán	II. Meteorológus MSc	26	0.897
	Szobonya Nikolett	I. Meteorológus MSc	26	0.897
37.	Allaga Tamás	I. Meteorológus MSc	25	0.862
	Hegedüs Adrienn	III. Földtudományi BSc	25	0.862
	Piblinger Brigitta	III. Környezettan BSc	25	0.862
40.	*ECMWF	Hidrosztatikus globális modell (OMSZ)	24	0.828
	Kelemen Tibor	I. Meteorológus MSc	24	0.828
42.	Jávor Csongor	III. Földtudomány BSc	23	0.793
	Varga Sándor	I. Meteorológus MSc	23	0.793
	Zsilinszki Anna	II. Meteorológus MSc	23	0.793
45.	Domonkos Gréta	III. Földtudományi BSc	22	0.759
	Veszkó András	II. Földtudományi BSc	22	0.759
47.	Iván Márk	I. Meteorológus MSc	18	0.621
	Kóti Dániel	II. Fizika BSc	18	0.621
49.	*GFS	Hidrosztatikus globális modell	15	0.517

16. ábra: A 2013. szeptember 25-i, siófoki fordulón elért helyezések (Forrás: [5-nimbus.elte.hu/face]).

A fenti eredménylistán látható, hogy a hidrosztatikus globális modellek meglehetősen rosszul szerepeltek a siófoki fordulón (ECMWF: (angolul: European Centre of Medium-Range Weather Forecasts, magyarul: Középtávú Időjárás-előrejelzések Európai Központja) 40. hely, GFS: 49. hely), ahol nagyon nagy szerepe van a lokális hatásoknak és az emberi tapasztalatnak.

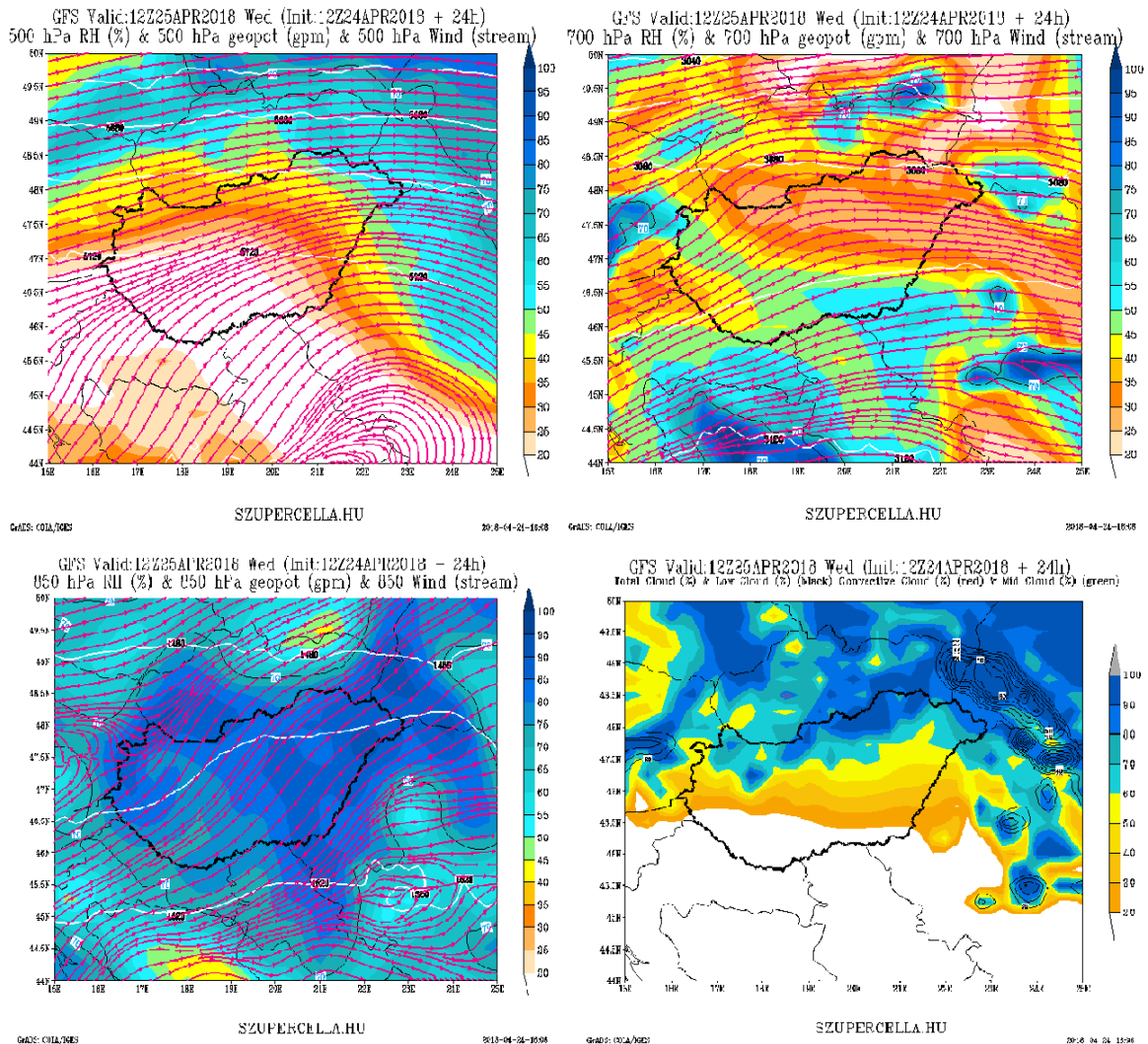
2013. szeptember 25-én az Atlanti-óceán felett és Kelet-Európa térségében is egy-egy markáns ciklon volt található. A két ciklon között egy hullámzó frontzóna húzódtott,

amelynek hidegfronti szakasza a Kárpát-medencét is érintette. Európa déli területei felett ugyanakkor egy nagy kiterjedésű anticiklon helyezkedett el, errefelé több órás napsütés és csapadékmentes időjárás volt a jellemző. Magyarország időjárását az északi, északkeleti tájakon az említett frontzóna, míg az ország többi részén az anticiklon alakította. A versenyzők előrejelzéseiben a legnagyobb szórás a felhőzet mennyiségében és a szélirányban mutatkozott. Végül Siófokon nem volt szignifikáns időjárási jelenség, gyengén felhős égbolt mellett gyenge északi szél fújt az észlelés időpontjában, ami a parti cirkulációnak volt tulajdonítható [5 – nimbus.elte.hu/fcrace]

A hőmérsékleti értékek előrejelzése során sem csak a modellek által 2 méterre előrejelzett értékeket vesszük figyelembe, hanem mindazokat a tényezőket, amelyek befolyásolják a hőmérséklet alakulását. Így például a 850 hPa-os (~ 1500 m) és a 925 hPa-os (~ 750 m) nyomási szintek hőmérsékletét, a felhőzet mennyiségét, a szelet, télen az esetleges hótakarót, valamint az állomás elhelyezkedését is (belváros, vízpart).

A légnyomás értékét, mint már említettem, döntően jól látják a modellek, hasonlóan a légnyomás változás tendenciájához is, amit a nagytérségű folyamatok határoznak meg. Például közeledő ciklon esetében csökkenő a légnyomás. Ezeknél a paramétereknél jellemzően a modellekre hagyatkozunk. Ugyanakkor a Balatonnál kialakuló parti cirkuláció a siófoki állomáson befolyásolhatja a légnyomás értékét, mivel nappal a szárazföld feletti feláramlás hatására a felszín közelében tömeghiány lép fel, ami alacsonyabb légnyomást eredményezhet.

A felhőzet mennyiségének előrejelzésében szintén nemcsak a teljes felhőborítottság mező használata javasolt, hanem célszerű megvizsgálni a különböző nyomási szintek nedvességviszonyait is. Az 500, 700 és 850, valamint még a 925 hPa-os nyomási szintek relatív nedvességtartalma a magas, közepes és alacsony szintű felhőzet előrejelzésében nyújtanak segítséget. Előfordulhat, hogy még egy modellen belül is különbséget fedezhetünk fel ezen szintek vizsgálata által a felhőzet előrejelzésében, ahogy azt a következő ábra szemlélteti.



17. ábra: A GFS modell által az 500, 700 és 850 hPa-os szintre előrejelzett relatív nedvesség értékek, illetve az előrejelzett teljes felhőborítottság (Forrás: [6 - szupercella.hu]).

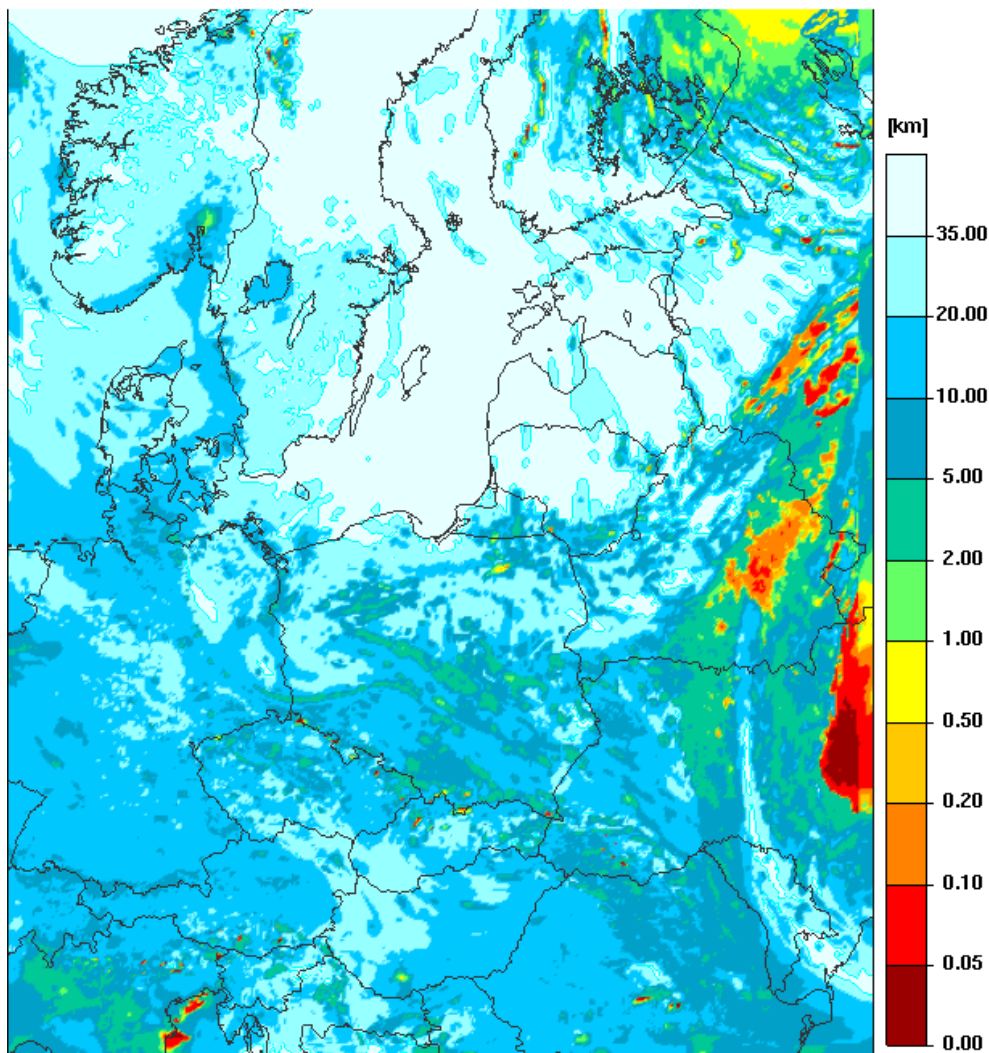
A 17. ábrán a 2018. április 25. 12 UTC-re előrejelzett relatív nedvesség értékek láthatók az 500, 700 (felső két térkép) és a 850 hPa-os (bal alsó térkép) nyomási szintekre, valamint az előrejelzett felhőborítottság (jobb alsó térkép). Látható, hogy a modell csak a 850 hPa-os szintre vár említésre méltó nedvességet, ami a felhőalap szempontjából alacsonyabb szintű gomolyfelhők képződésére enged következtetni. A délnyugati területek kivételével körülbelül 70 – 80 %-os relatív nedvességgel számol az ország többi részén, ugyanakkor csak az északi országrészre vár számottevő felhőzetet, azonban a 850 hPa-os szint relatív nedvessége alapján Szeged – Makó térségében is számítani lehet 3 – 4 oktányi gomolyfelhőzetre. Egy szegedi forduló alkalmával ez több pont sorsát is befolyásolhatná az előrejelzési versenyben.

A látástávolság esetében sem támaszkodhatunk a modellekre. Néhány modell ugyan rendelkezik térképes látástávolság előrejelzéssel, például a lengyel UM (angolul: Unified

Model, magyarul: Egységes Modell) modell, de ezek általában nem szokták tükrözni a valóságot, ahogy az a 18. ábrán is látható. A látástávolságot is leginkább a nagytérségű folyamatok határozzák meg. Például egy átvonult hidegfront mögötti hidegadvekción a feltámadó északi, északnyugati szél kitisztítja felettünk a levegőt, és a látástávolság jelentősen megnő. Ugyanakkor egy ciklon előoldalán a délies áramlással érkező melegadvekción jellemzően romlanak a látási viszonyok, vagy egy hosszabb ideig fennálló anticiklon során is napról-napra kisebb lehet a látástávolság a levegőben felhalmozódó szennyezőanyagok hatására.

**SYNOPSIS from 12982, Szeged (Hungary)**

SM	14/03/2018 18:00->	AAXX 14181	12982 11984	73104 10088 20034 30002 40103 53008 60002 70222 81048	333 10131 31///=
----	--------------------	------------	-------------	---	------------------



**18. ábra: Az UM modell által 2018. március 14. 18 UTC-re előrejelzett látástávolság és az adott időpont észlelésének szinop kódja (Forrás: [7 - meteo.pl]; [8 - ogimet.com]).**

A 18. ábra színezése alapján látható, hogy az UM modell Szeged térségére 10 – 20 km közötti látástávolságot jelzett előre, ugyanakkor az észlelésben 84-es látástávolság kód



szerepel, ami 50 km-nek felel meg, tehát a modell jelentősen alulbecsülte ezt a paramétert.

A szélirány, szélesebb és szellőkés esetében újra jobban hagyatkozhatunk a modellekre, hiszen a légnyomás mellett ezekben a paraméterekben is megbízhatónak bizonyulnak. Itt az állomás elhelyezkedése lehet még befolyásoló tényező, például a már korábban említett Siófok vagy Miskolc esetében.

Végül a csapadék esetében sokszor eltérőek a különböző modellek, ez is jelzi, hogy a csapadék az egyik legnehezebben előrejelezhető paraméter, nagy bizonytalansággal terhelt. Különösen záporok, zivatarok esetében embert próbáló feladat a csapadék helyének, időpontjának és mennyiségének pontos előrejelzése. Könnyítésképpen az Előrejelzési Vetélkedőben a 24 órás csapadékösszeget nem milliméterre pontosan, hanem – más paraméterekhez hasonlóan – kategóriákban kell megadni. Ebben az esetben is fontos a szinoptikus skálájú folyamatokkal tisztában lenni, ami megkönnyítheti a döntés meghozatalát, hiszen a mezoskálájú csapadékrendszerek pontos elhelyezkedése, intenzitása 24 órával a bekövetkezésük előtt általában még nem előrejelezhető, csak a kialakulásuknak kedvező szinoptikus környezet.

A vetélkedőben résztvevők körében népszerű modellek a két hidrosztatikus globális modell, az ECMWF és a GFS, amelyek nagy előnye, hogy például rendelkeznek 850 és 925 hPa-os hőmérséklet előrejelzéssel, ami nagy segítséget jelent a maximum hőmérsékletek meghatározásában, valamint hosszabb időtávra ellátnak korlátos tartományú társaiknál. Ugyanakkor gyengeségeik közé tartozik, hogy kis térbeli felbontásuk miatt nehezen, pontatlanul jelzik előre a lokális konvektív csapadékgócokat.

A korlátos tartományú modellek közül a résztvevők előszeretettel használják az AROME, UM és WRF (angolul: **W**eather **R**esearch and **F**orecasting, magyarul: Időjárás Kutatás és Előrejelzés) modelleket. Az AROME modell hőmérséklet és szélirány előrejelzése a legtöbbször megbízhatónak bizonyult, kivéve a parti cirkuláció esetében, amit viszont a WRF modell képes jól előrejelezni. Mivel a WRF modellnek külön balatoni kivágata is elérhető az Országos Meteorológiai Szolgálat honlapján, a körültekintő előrejelzők ennek alapján is tudták vizsgálni e lokális jelenség kialakulásának lehetőségét. A lengyel UM modell pedig a csapadék térbeli és időbeli előrejelzésében tűnt sok esetben megbízhatónak, valamint a harmatpont előrejelzésében is, de például a korábban említett horizontális látástávolságot alulbecsli.

E modellek előrejelzései számos hazai és külföldi internetes oldalon megtalálhatók, bár vannak olyan modellek illetve paraméterek, melyek csupán egy-egy (esetleg kevésbé ismert) oldalon lelhetők fel. Hogy a hallgatók könnyebben tudjanak tájékozódni ezen a

területen, többféle modellt megismerjenek, azokat használni tudják előrejelzéseik elkészítésénél, az Előrejelzési Vetélkedő internetes oldalán a korábbi szervezők létrehoztak egy linkgyűjteményt, amit folyamatosan aktualizálunk az újonnan induló és esetlegesen megszűnő weboldalak elérhetőségének megadásával. A linkgyűjteményen keresztül gyors elérést biztosítunk az aktuális és archív szinop (szárazföldi) és TEMP (magaslégekőri) táviratokhoz, valamint különféle ismeretterjesztő segédanyagokhoz is, ezzel is segítve a versenyzők sikeres előrejelzését.

A modell előrejelzések megbízhatóságának kitapasztalásához hosszú időre és sok előrejelzés elkészítésére van szükség.



## 5. Esettanulmányok

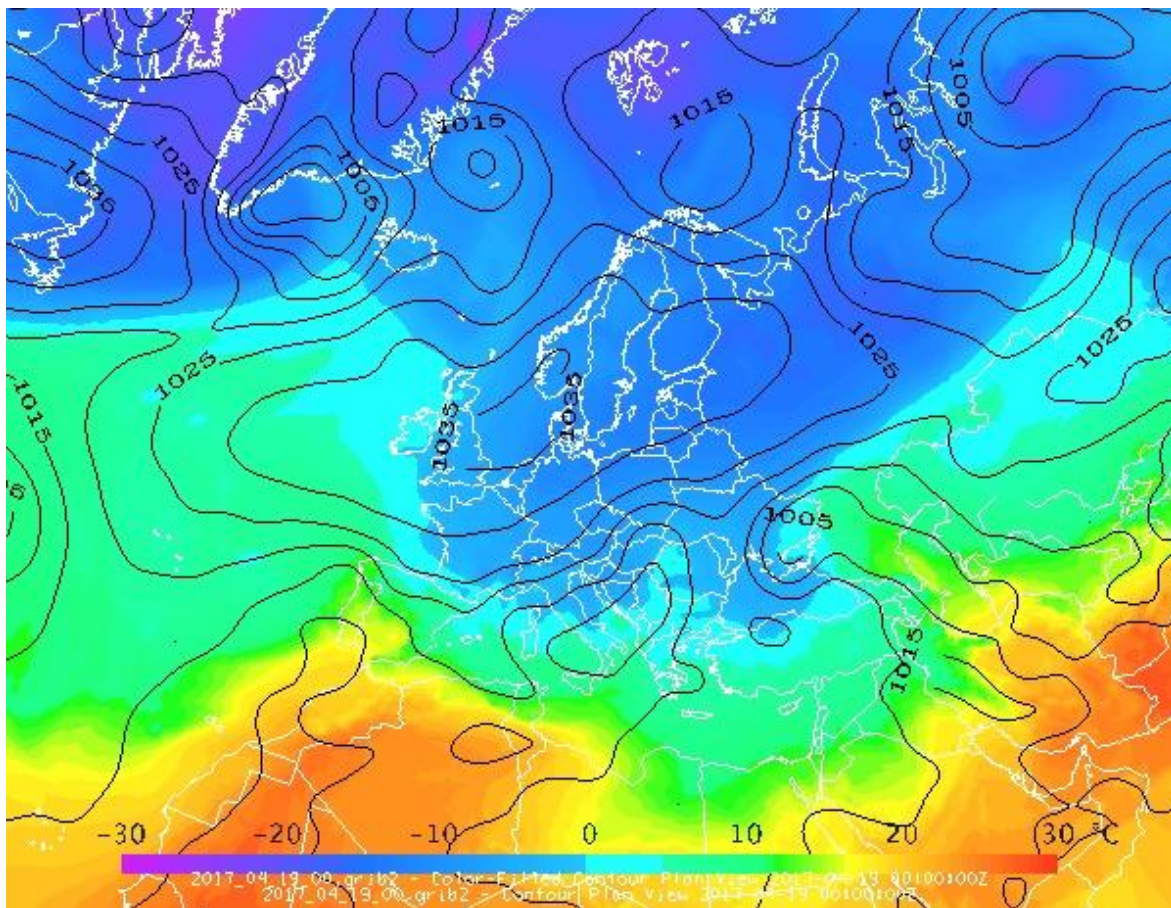
Ebben a fejezetben két időjárási helyzetelemzéssel mutatom be az Előrejelzési Vetélkedő eddigi legjobban és legrosszabbul sikerült fordulóját. A legjobb, 2017. április 19-i forduló koránt sem volt eseménymentes, hiszen az északról érkező hideg légtömegek és egy tőlünk délre kialakuló ciklon hatására visszatért a tél az országba. Azonban a télies fordulat nem érte váratlanul a versenyzőket, a győztes előrejelzés 44 pontot ért. Ezzel szemben a legkevésbé jól sikerült forduló a 2013. december 4-i budapesti gálaforduló volt, amikor a köd tartós megmaradása alaposan keresztülhúzta a mezőny versenyzőinek számításait. Itt az első helyezett mindössze 24 pontot szerzett.

Az itt bemutatott ábrákat a McIDAS-V program segítségével állítottam elő archív GFS előrejelzett (forecast) modelladatok alapján.

### 5.1. A 2017. április 19-i időjárási helyzet

2017. április 19-én szokatlan, rendkívülinek mondható időjárási helyzet alakult ki a Kárpát-medencében, ami éppen az előrejelzési vetélkedő paksi fordulójának idejére esett.

Az Atlanti-óceántól a Brit-szigeteken és a skandináv országok déli részén keresztül egészen a Kelet-európai-síkságig egy anticiklon húzódott, melynek területén kevés volt a felhő. Ugyanakkor Izland, a Kárpát-medence és a Fekete-tenger térségében ciklonok okoztak változékony, csapadékos időjárást (16. ábra). Mindezek mellett a kontinens legnagyobb részén jóval hűvösebb volt az ilyenkor szokásosnál. Már napokkal korábban jelentős mennyiségű sarkvidéki-eredetű levegő halmozódott fel Észak-Európában, amely dél felé indulva elárasztotta Európa legnagyobb részét. Ez a 19. ábra színezésén is nagyon jól kivehető, amely a 850 hPa-os (kb. 1500 méter) nyomási szint hőmérsékletét és a tengerszinti légnyomást ábrázolja. Ennek eredményeként április második feléhez képest szokatlanul zord, téli időjárás alakult ki az ország több részén.

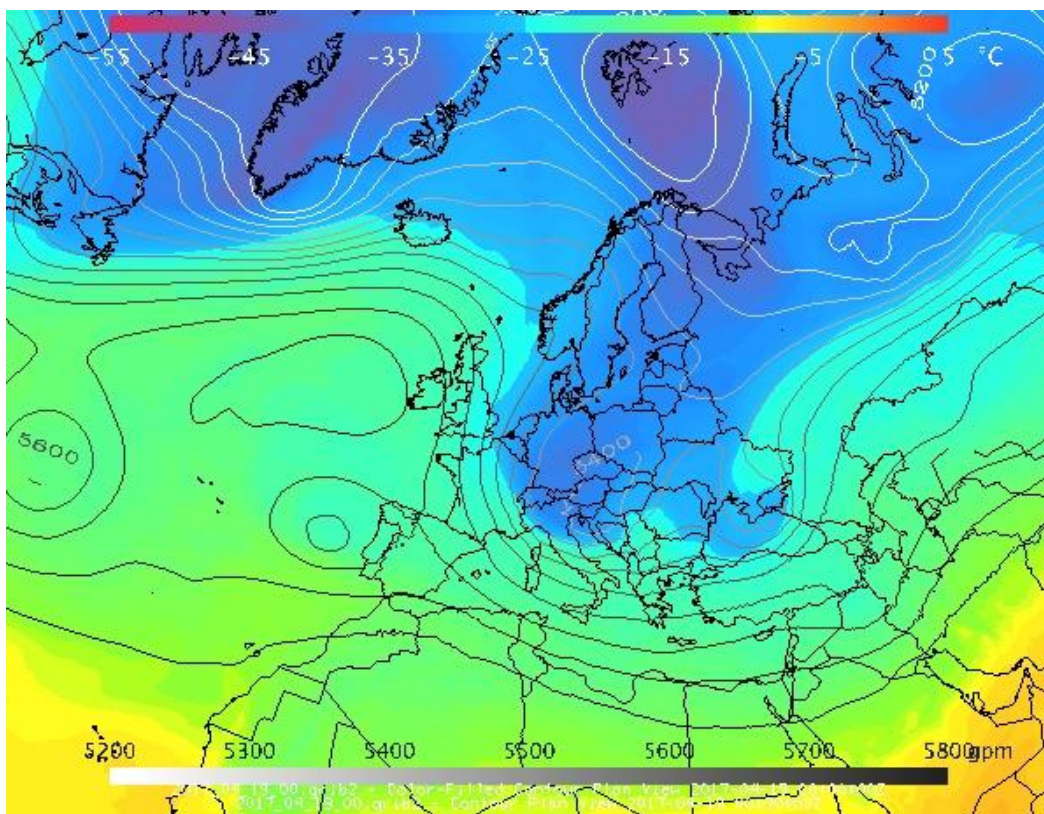


**19. ábra: A színezett területek a 850 hPa-os nyomási szint hőmérsékletét, a folytonos vonalak a tengerszintre átszámított légnyomást mutatják 2017. április 19-én 00 UTC-kor (Saját ábra).**

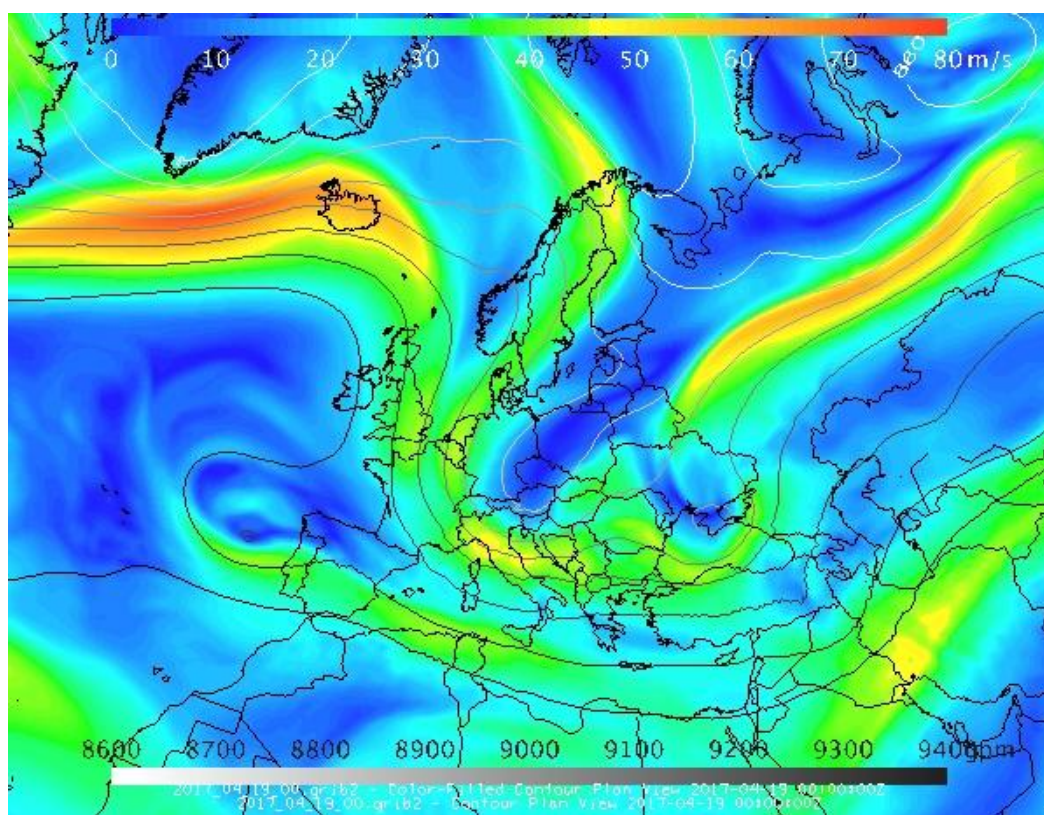
Az Európára leszakadó sarkvidéki-eredetű légtömeg a 20. ábrán az 500 hPa-os (kb. 5000 méter) hőmérsékleti mezőn is jól kirajzolódik, továbbá a térségünkben kialakult ciklon az 500 hPa-os geopotenciál mezőn is kivehető.

A 300 hPa-os szélesség térképen (21. ábra) szintén megfigyelhető, ahogy a futóáramlás (jet stream) körülöleli a térségünk felett kialakult, illetve a Fekete-tenger felett lévő alacsony nyomású légköri képződményt, sebessége az 50 m/s-ot is elérte.



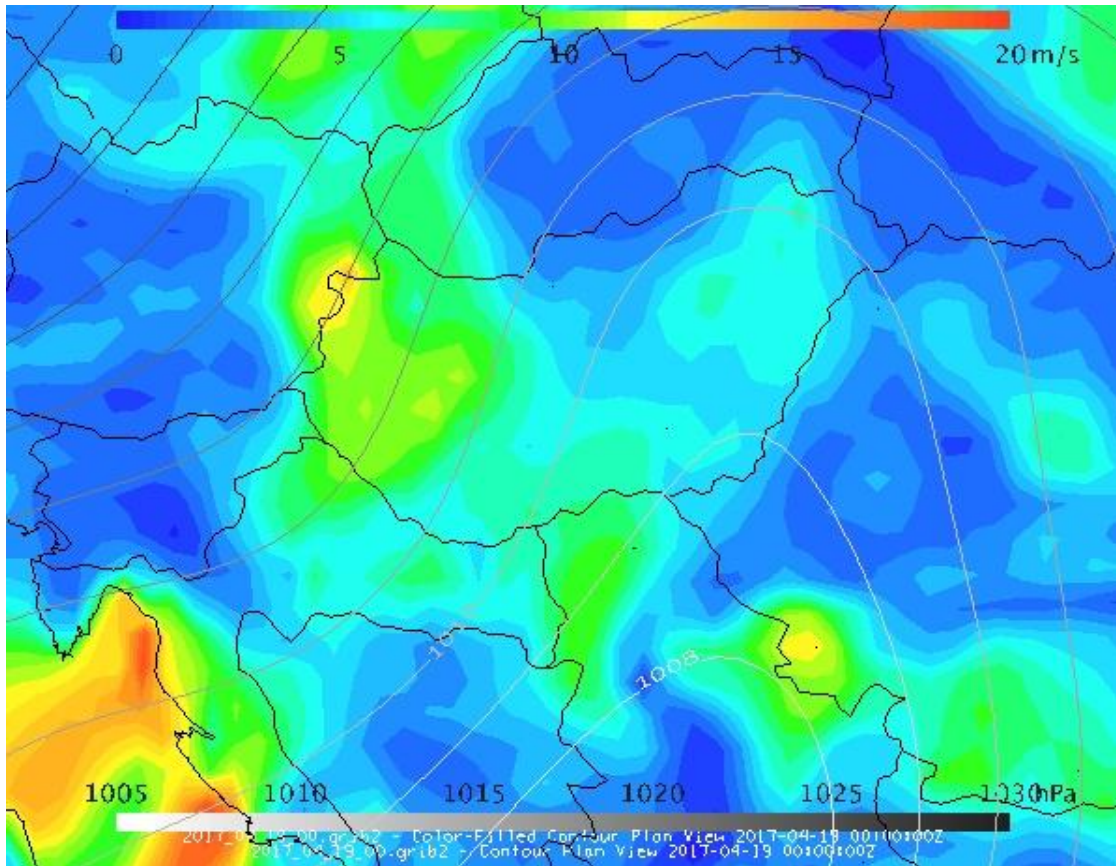


20. ábra: A színezett területek az 500 hPa-os nyomási szint hőmérsékletét, a folytonos vonalak az 500 hPa-os geopotenciált mutatják 2017. április 19-én 00 UTC-kor (Saját ábra).



21. ábra: A színezett területek az 300 hPa-on uralkodó szélsébséget, a folytonos vonalak a 300 hPa-os geopotenciált ábrázolják 2017. április 19-én 00 UTC-kor (Saját ábra).

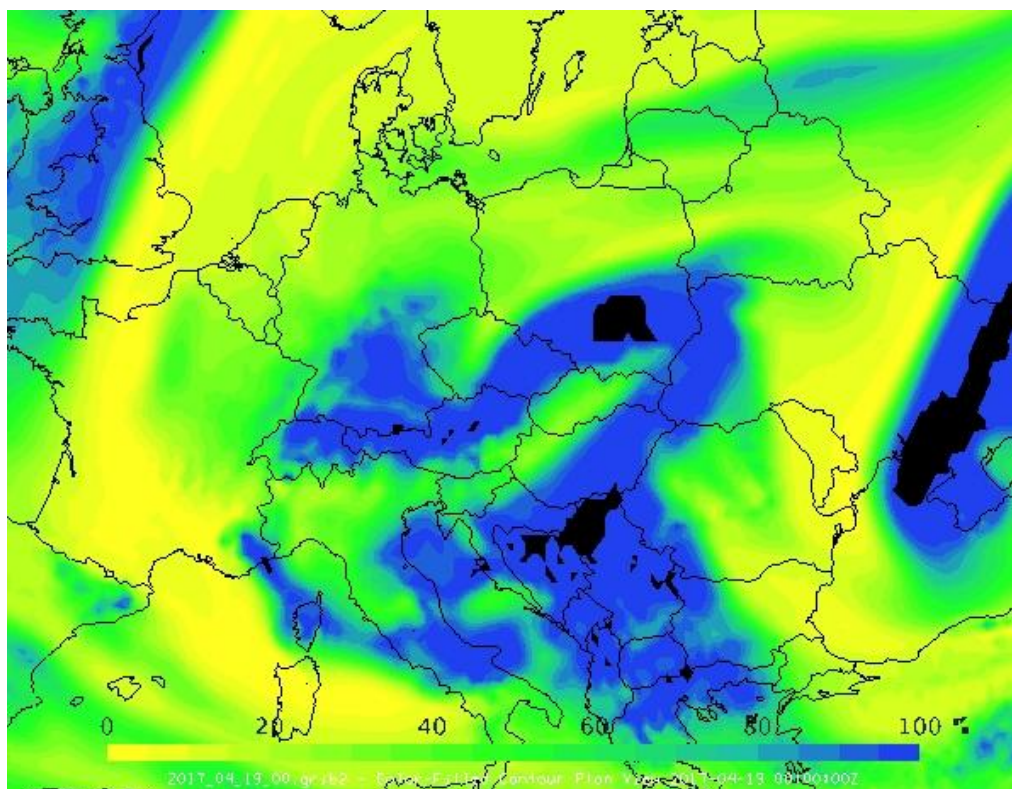
A térségünkben kialakult ciklon, illetve a tőlünk északnyugatra elhelyezkedett anticiklon közös áramlási rendszerében a felszín közelében is megerősödött, majd több helyen viharossá is fokozódott az északi, északnyugati irányú szél (22. ábra).



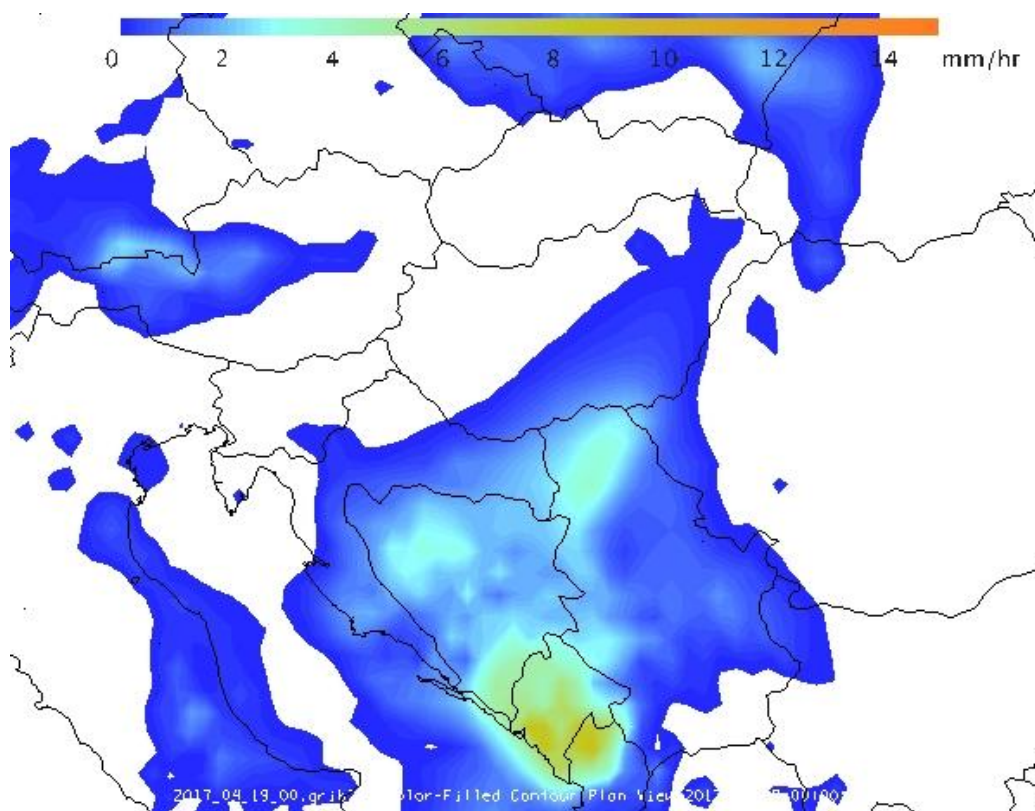
**22. ábra: A színezett területek az 1000 hPa-os, felszínközeli szélsőséget, a folytonos vonalak a tengerszinti légnyomást mutatják 2017. április 19-én 00 UTC-kor (Saját ábra).**

Ahogy az a következő, 23. ábrán látható, a kialakult ciklon területén nedvességből sem volt hiány, hiszen a 700 hPa-os szinten a relatív nedvesség értéke a 80 %-ot is meghaladta a Balkán-félszigeten és hazánk legnagyobb részén, ami alapján kiadós csapadéokra lehetett számítani. A csapadékhullás már április 19-e éjfélkor megkezdődött (24. ábra) és déli irányból fokozatosan kiterjedt az egész ország területére.



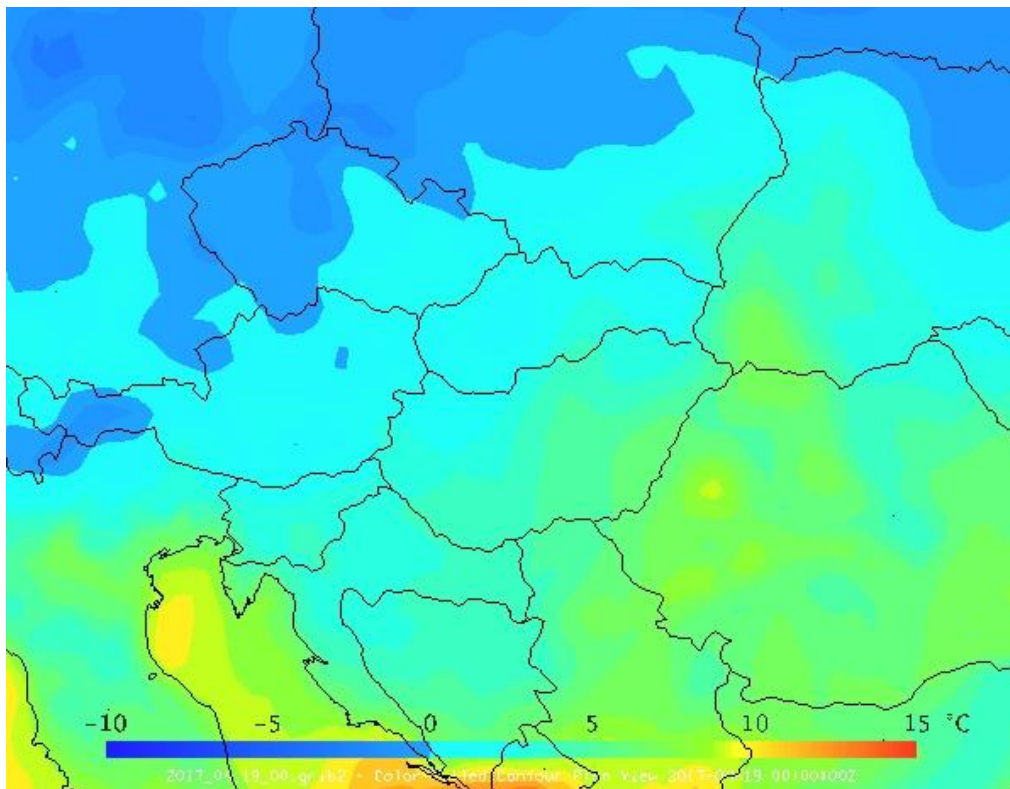


23. ábra: A 700 hPa-os nyomási szint relatív nedvességtartalma 2017. április 19-én 00 UTC-kor (Saját ábra).

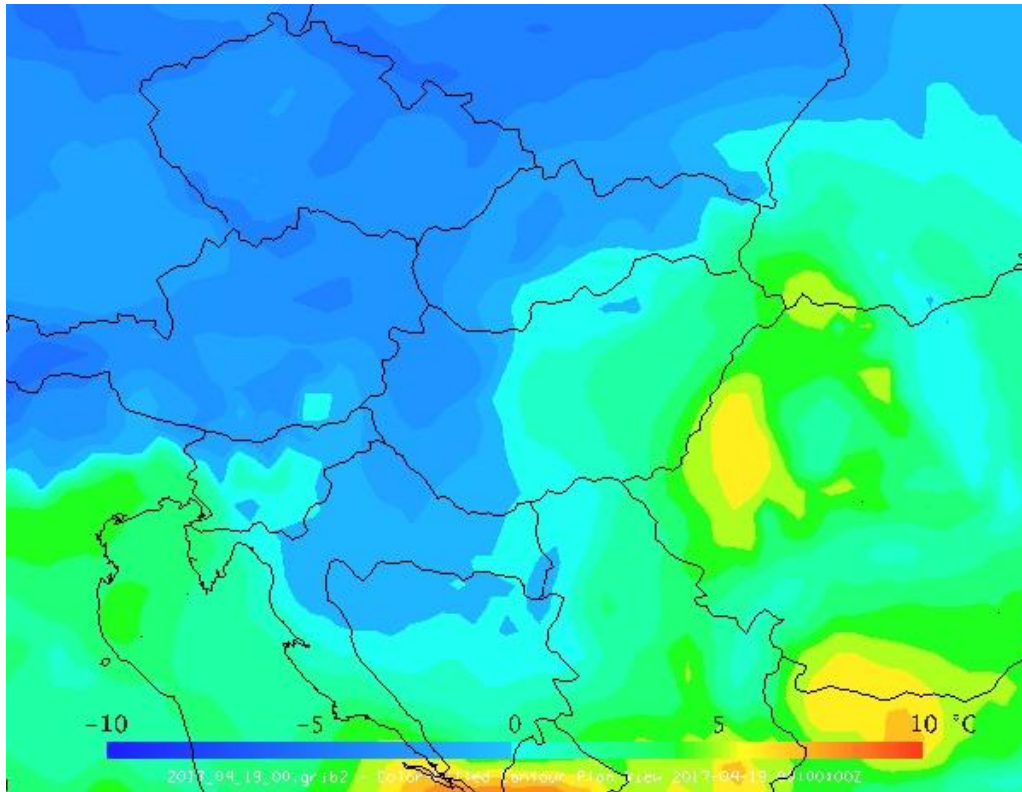


24. ábra: Csapadékintenzitás mértéke 2017. április 19-én 00 UTC-kor (Saját ábra).

Az áprilisi hidegbetörés hatására nemcsak a magasban, hanem a felszín közelében is alaposan lehűlt a levegő. Ugyan az 1000 hPa-os, felszínközeli hőmérséklet kevéssel 0 °C felett alakult, délkeleten eleinte még 5 °C felett (25. ábra), de a ciklon hátoldalán már a 925 hPa-os szinten (kb. 750 méter) egyre nagyobb területen 0 °C alá csökkent (26. ábra). Ennek hatására a hegyekben végig havazott, de síkvidéken is több helyen váltotta fel az esőt havas eső, havazás, sőt még síkvidéken is ki tudott alakulni összefüggő hótakaró, például a Duna-Tisza-közén és a Dunántúl északi területein. A hegyekben jelentős hótakaró képződött, Kékestetőn április 20-ára a hóvastagság elérte a 45 cm-t.



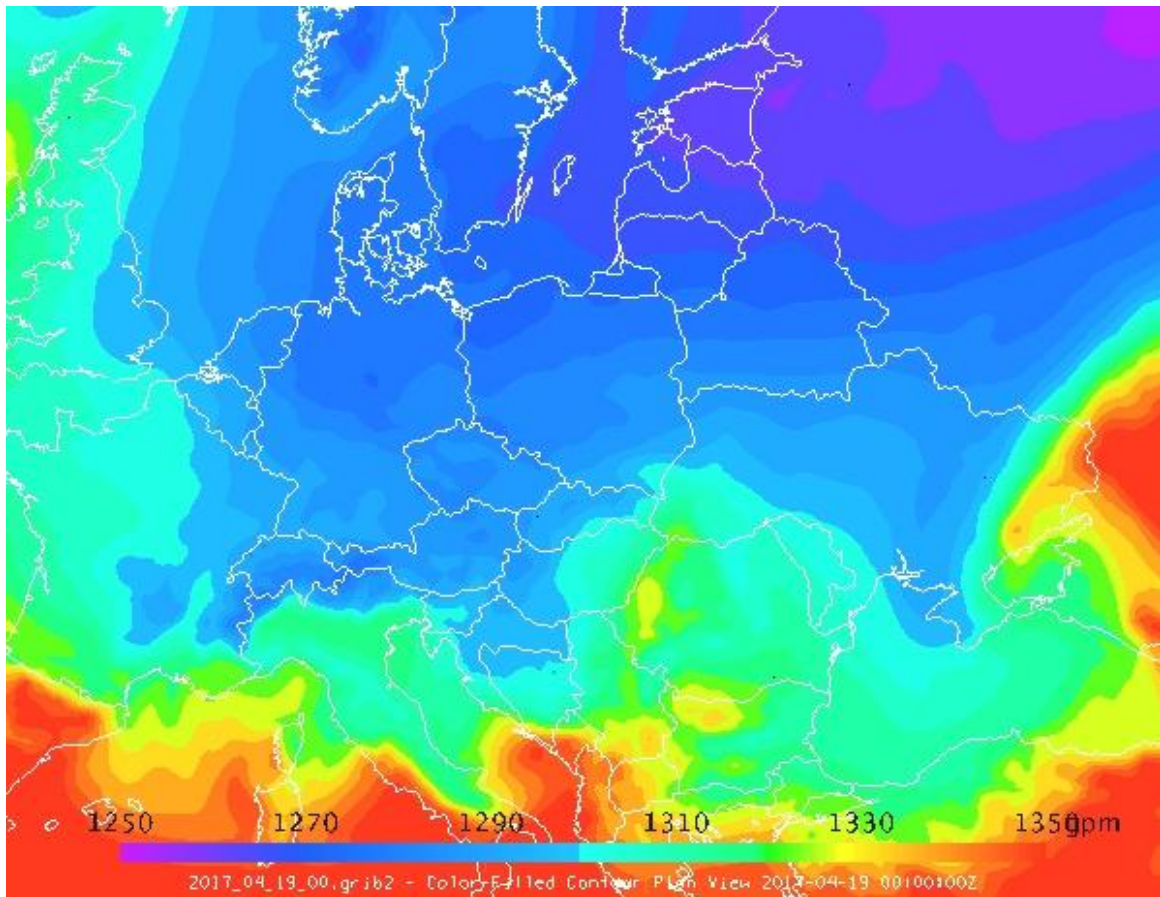
**25. ábra: Az 1000 hPa-os, felszínközeli hőmérséklet 2017. április 19-én 00 UTC-kor (Saját ábra).**



**26. ábra: A 925 hPa-os nyomási szint hőmérséklete 2017. április 19-én 00 UTC-kor (Saját ábra).**

A 27. ábrán a 850 és 1000 hPa-os nyomási szintek relatív topográfia térképe látható, amelyről a csapadék halmazállapotára lehet következtetni. A 850 és 1000 hPa-os relatív topográfia 1300-as értéke elválasztja a folyékony és szilárd halmazállapotú csapadékot, 1300 gpm-es érték alatt havazásra lehet számítani. A térképen a sötétkékes árnyalatok jelzik az 1300 alatti értékeket. Európa legnagyobb részén ilyen értékek rajzolódtak ki, ami április második felében meglehetősen ritka jelenség. Magyarország területén is jól kivehető, ahogy a kialakult ciklon áramlási rendszerének megfelelően a ciklon hátoldalán a dunántúli területek fölött sötétkékbe megy át a színezés, tehát ott már az éjfél óráktól adottak voltak a havazás feltételei.





**27. ábra: 850/1000 relatív topográfia térkép 2017. április 19-én 00 UTC-kor (Saját ábra).**

A későn visszatérő téli időjárás jelentős károkat okozott a természetben és az infrastruktúrában is. A fagypont körüli hőmérsékletben a lehulló hó jellemzően nedves, tapadó hó volt, ami az ekkorra már levélbe borult fák ágain sokkal nagyobb felületen tudott megtapadni. Ennek és az ehhez társuló erős, olykor viharos szélnek köszönhetően többfelé fák dőltek ki (28. ábra) és elektromos vezetékek szakadtak le, aminek következtében több hegyi út is járhatatlanná vált, illetve számos helyen áramszünet is volt. A ciklon elvonultával pedig a hajnali fagyok okoztak jelentős károkat a mezőgazdaságban.





**28. ábra: A vizes hó súlyától földig meghajolt fa a budapesti Normafán (477 méter) 2017. április 19-én (Saját fotó).**

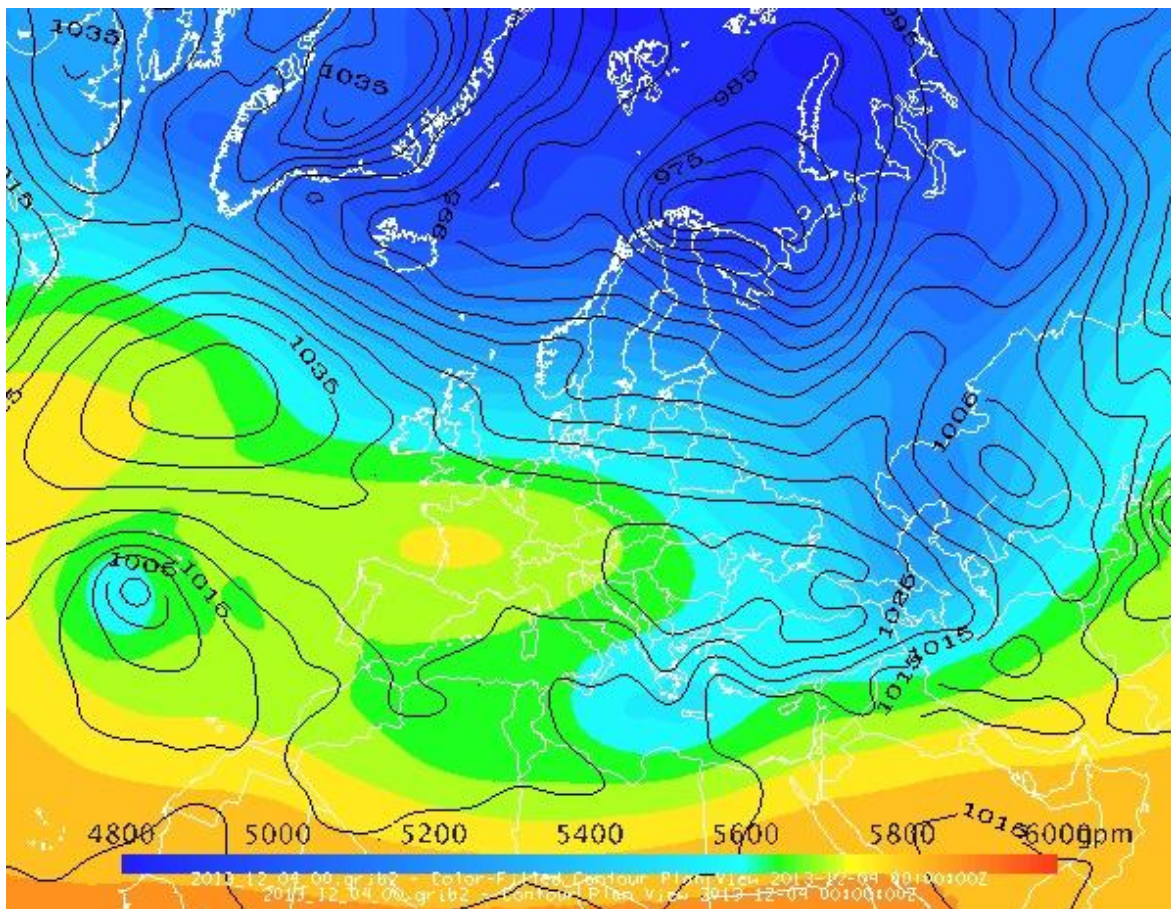
Ez a rendkívüli időjárási helyzet ugyanakkor nem hordozott magában sok bizonytalanságot, mivel nagytérségű folyamatokhoz kapcsolódott. A lehülést és a csapadékot már napokkal korábban előrejelezték a modellek. Az Előrejelzési Vetélkedő versenyzői számára is egyértelműek voltak az alacsony hőmérsékletek, a borult ég, a jelentős csapadék és a szeles időjárás. Ennek is volt köszönhető, hogy ez a nem mindennapi időjárási helyzet hozta meg a vetélkedő eddigi legmagasabb pontszámú fordulógyőzelmét, amit Hérincs Dávid ért el 44 ponttal. Ugyanakkor nem csak az első helyezett ért el magas pontszámot, hanem a mezőny többi tagja is, mivel ennek a fordulónak az átlagpontszáma 35,5 pont lett, tehát nem arról volt szó, hogy az első helyezettnek szerencséje volt és a többiek jóval lemaradva követték őt.

## **5.2. A 2013. december 4-i időjárási helyzet**

Az Előrejelzési Vetélkedő eddigi legkisebb átlagpontszámú fordulója (16,7 pont) a 2013. december 4-i Budapest-lőrinci gálaforduló volt, ami sikertelensége ellenére komoly előrejelzési tapasztalatot jelentett a résztvevők számára.

Észak-Európa időjárását egy ciklon határozta meg, aminek a területén többfelé volt felhős, változékony, csapadékos az időjárás. Ugyanakkor a kontinens déli, délkeleti területei fölött egy nagy kiterjedésű magasnyomású légköri képződmény helyezkedett el, melynek területén a reggeli pára- és ködfoltok feloszlását követően sokat sütött a nap,

csapadék nem alakult ki, kisebb körzetekben ugyanakkor előfordultak tartósan ködös, borult területek. Magyarország időjárását is ez az anticiklon határozta meg (29. ábra).

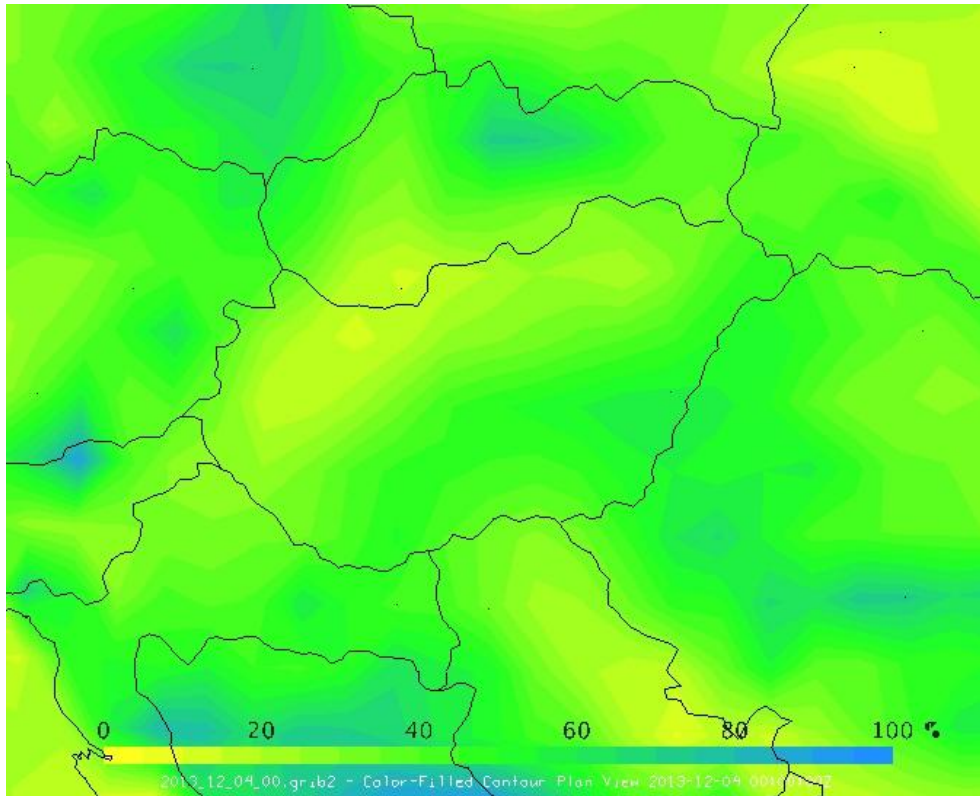


**29. ábra: A folytonos vonalak a tengerszinti légnyomást, a színezett területek az 500 hPa-os geopotenciált ábrázolják 2013. december 4-én 00 UTC-kor (Saját ábra).**

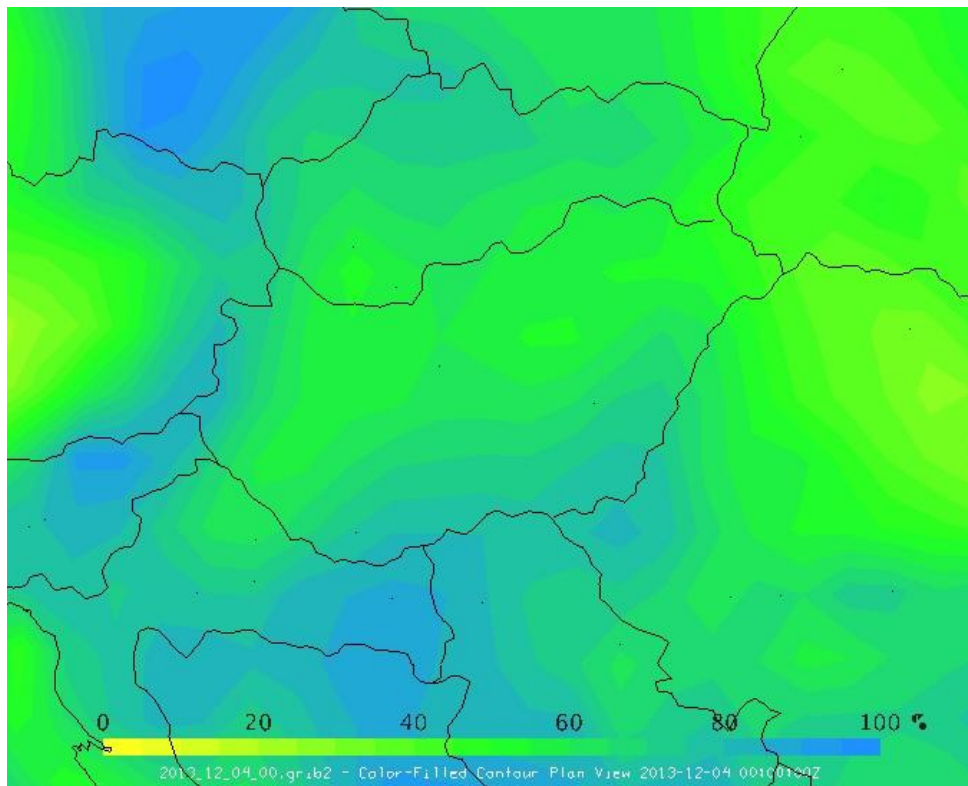
Az őszi és téli anticiklonok meghatározó jellemzője a köd és az ebből képződő alacsonyszintű rétegfelhőzet (Stratus). Az egyre hosszabb éjszakákon a levegőnek több ideje van lehűlni egészen a harmatpontig. Az éjjeli és reggeli órákban kialakult ködöt az alacsony napállás miatti gyenge besugárzás már egyre nehezebben, vagy egyáltalán nem képes megszüntetni, ahhoz jellemzően megerősödő légmozgás szükséges. Ezáltal hőmérsékleti inverzió alakul ki, vagyis a hőmérséklet az alsó légrétegekben nem csökken a magassággal. A köd feloszlásának pontos időbeli és térbeli meghatározása sokszor embert próbáló feladat az előrejelzők számára.

Míg a relatív nedvességtartalom a 925 hPa-os (kb. 750 méter) magasságban nem volt túl nagy, jellemzően 40-50% körül alakult, a Kisalföldön 10-20% körül (30. ábra), addig a felszín közelében, 1000 hPa-on már jóval több nedvesség volt a levegőben, főleg a Dél-Alföldön alakult 80% körül a levegő relatív nedvességtartalma (31. ábra).



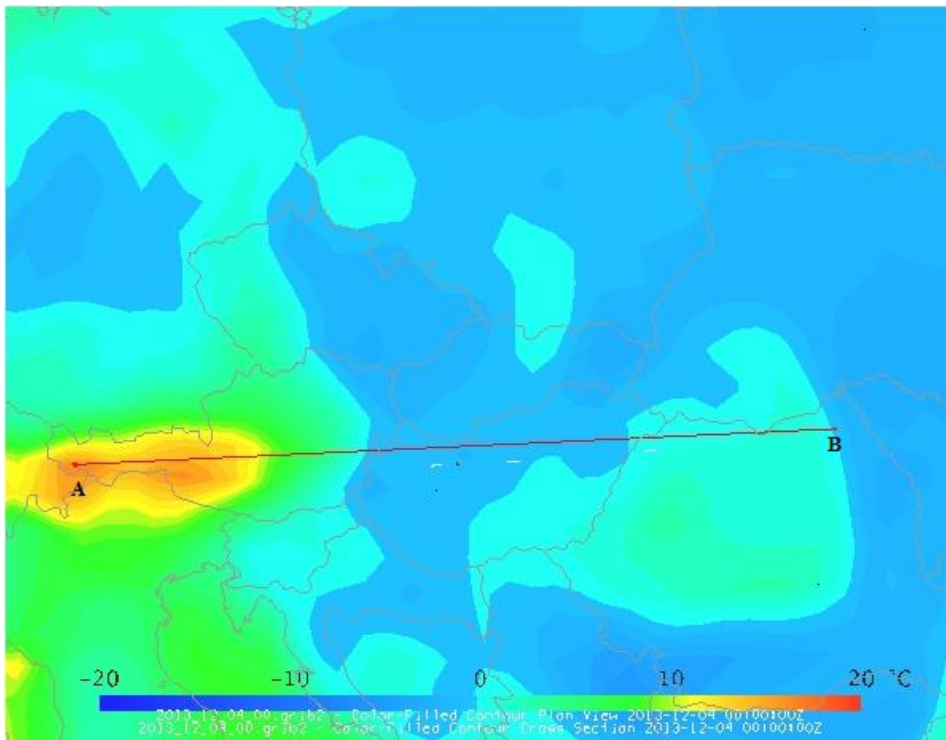


**30. ábra: A 925 hPa-os nyomási szint relatív nedvességtartalma 2013. december 4-én 00 UTC-kor (Saját ábra).**

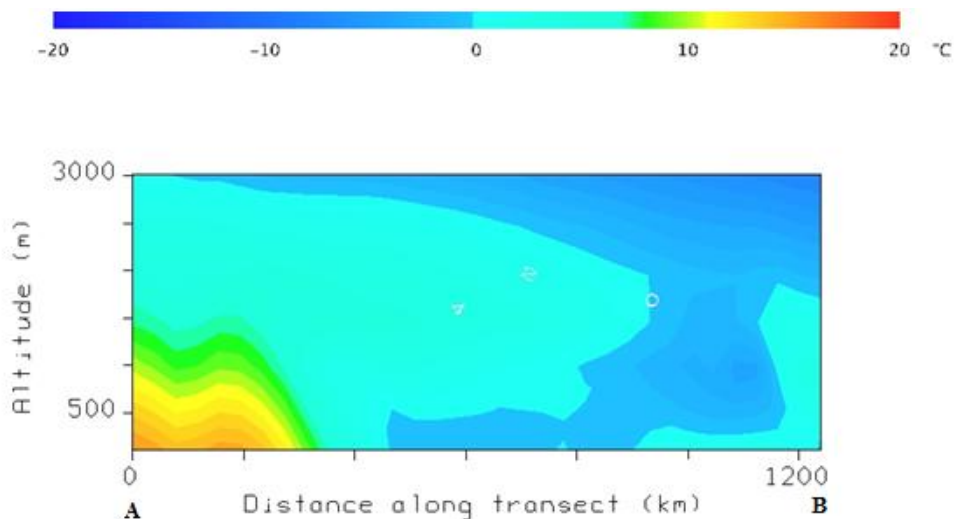


**31. ábra: Az 1000 hPa-os nyomási szint relatív nedvességtartalma 2013. december 4-én 00 UTC-kor (Saját ábra).**

A hőmérsékletet illetően a már korábban említett, ősszel és télen gyakran előforduló inverziós rétegződés volt megfigyelhető. A 32. ábra hőmérsékleti színezésén jól kirajzolódik, hogy míg az Alpok térségében 10 °C felett alakult a hőmérséklet, addig Magyarország legnagyobb területén fagypont alá süllyedt. Az ábrán látható vonal mentén vertikális metszetet készítettem, amit a 33. ábra mutat be. A vertikális metszeten jól kivehető hazánk területén az alsó, körülbelül 500 méteres réteget kitöltő 0 °C alatti hőmérsékletű levegő, míg az 500 és 2500 méteres magasság között fagypont felett, 0-4 °C között alakult a hőmérséklet.

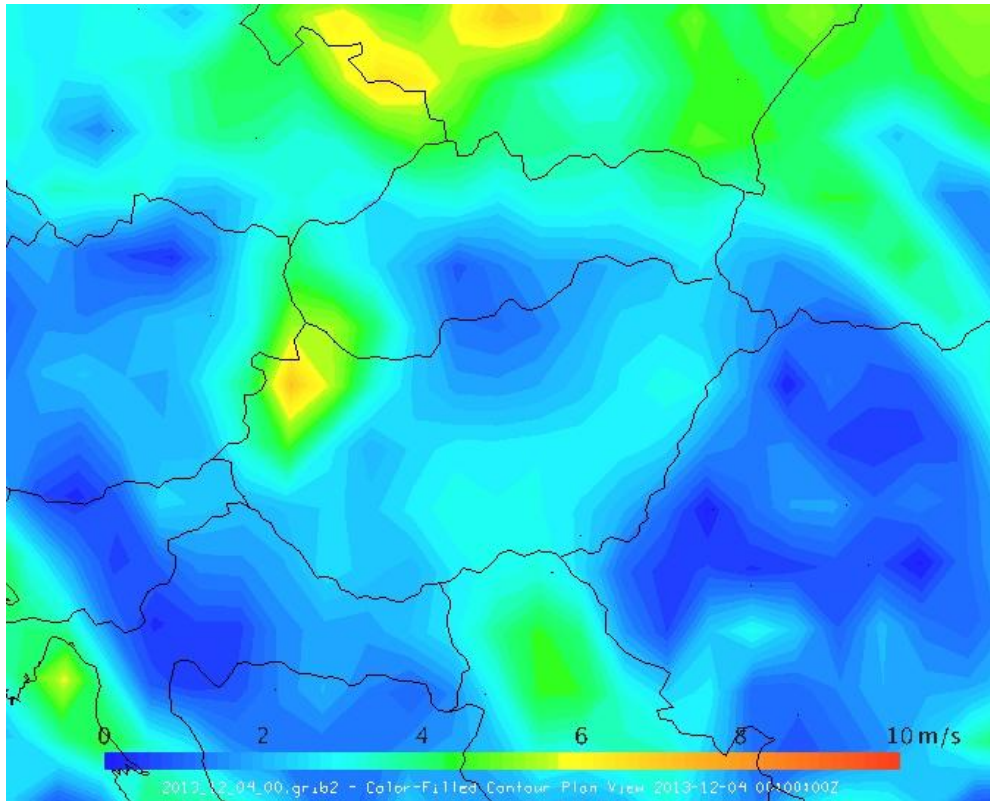


**32. ábra: Az 1000 hPa-os, felszínközeli hőmérséklet alakulása 2013. december 4-én 00 UTC-kor (Saját ábra).**



**33. ábra: A hőmérséklet vertikális rétegződése az A és B pontok között 2013. december 4-én 00 UTC-kor (Saját ábra).**

A ködképződés szempontjából fontos tényező még a szélesebbesség, mivel szélcsendes, vagy gyengén szeles időben nem jellemző az alsó légréteg átkeveredése, így jobban tud érvényesülni a felszíni kisugárzás és a hőmérséklet kellőképpen le tud csökkenni. A 34. ábra a felszínközeli szélesebbesség alakulását mutatja be. Megfigyelhető, hogy az északnyugati országrészben mérsékeltén szeles volt az idő, a szélesebbesség 5-7 m/s körül alakult. Ezzel szemben az ország más részein jóval gyengébb volt a légmozgás (0-3 m/s), különösen a főváros környékén és az Északi-középhegység térségében.



**34. ábra: Az 1000 hPa-os, felszínközeli szélesség alakulása 2013. december 4-én 00 UTC-kor (Saját ábra).**

Mindezek alapján az északnyugati országrész kivételével számítani lehetett köd kialakulására, ami a hajnali, reggeli órákra meg is történt. Nem is ez érte váratlanul a versenyzőket, hanem az, hogy a forduló helyszínéül szolgáló főváros térségében a köd egész nap makacsul tartotta magát, és nem oszlott fel az előző napokhoz hasonlóan. Ezt elősegíthette a nagyon gyenge légmozgás, hiszen Budapesten 2013. december 4-én a szélesség mindössze 0 és 2 m/s között váltakozott [8 – ogimet.com]. Ennek következtében számos paraméter teljesen eltérően alakult az előrejelzethez képest, például a hőmérséklet egész nap fagypont alatt maradt. A felhőalap (ami köd esetén nem meghatározható) és a látástávolság előrejelzéséért senki sem kapott pontot, valamint a jelenidő és a maximum hőmérséklet esetében egy-egy személy kivételével szintén senki sem szerzett pontot. Így ez a forduló rendkívül alacsony átlagpontszámúra sikeredett, az első helyhez 24 pont is elég volt [5 – nimbus.elte.hu/fcrace]. Ebben a fordulóban a köd tartós megmaradásának előrejelzése jelentett igazi kihívást a versenyben résztvevőknek és az előrejelző modelleknek egyaránt.

Összességében megállapítható, hogy a nagytérségű folyamatokkal összefüggő időjárási helyzetek előrejelzésében az előrejelző modellek megbízhatónak bizonyulnak, de a kisebb skálájú folyamatok esetében (köd kialakulásának és feloszlásának, vagy lokális

zapor, zivatar kialakulásának helye, ideje) már sokkal kevésbé lehet rájuk támaszkodni. Ezekben az esetekben inkább azoknak az országrészeknek a meghatározása reális, ahol a legnagyobb esély van az adott időjárási jelenség előfordulására, de számolni kell azzal, hogy kisebb körzetekben is jelentős különbségek fordulhatnak elő az időjárásban.

## 6. Összefoglalás

Dolgozatomban szakirodalmi áttekintést végeztem a kompetencia alapú oktatásról, megvizsgáltam a kompetencia alapú oktatás szerepét a természettudományokban, valamint a STEM területek oktatásának fontosságát. Kitértem a természettudományokon belül a meteorológia oktatására, az iskolai tantervekben való elhelyezésének problémáira, továbbá külföldi példákat mutattam be a meteorológia gyakorlati oktatására. Az egyik ilyen példa a drónok felhasználását mutatta be a meteorológia tanításában. Véleményem szerint egy ilyen innovatív és látványos gyakorlat megteremtésével egyetemünkön is népszerűbbé lehetne tenni a meteorológia választását a szakirányválasztás előtt álló, alapszakos hallgatók körében. Végül bemutattam az időjárás-előrejelzés oktatását az ELTE Meteorológiai Tanszékén, megemlítve az Előrejelzési Vetélkedőt, mint a STEM területeken alkalmazott jó gyakorlatot.

A következő fejezetben leírtam az Előrejelzési Vetélkedő történetét a kezdetektől napjainkig. Összegyűjtöttem a vetélkedő eddigi szervezői névsorát, bemutattam, hogy milyen változások mentek végbe a kezdetekhez képest az előrejelzendő paraméterekben, a vetélkedő fordulói során érintett állomásokban, a pontozásban és az internetes tartalmakban. Bemutattam a versenyzők által elért féléves átlagpontoszámokat, megvizsgáltam a kezdetektől fogva az Előrejelzési Vetélkedőben résztvevők létszámát, valamint, hogy a meteorológia szakirányos alapszakos és meteorológus mesterszakos hallgatók milyen arányban vesznek részt az előrejelzési versenyben. Ezen kívül kitértem az Előrejelzési Vetélkedő szervezőinek egész féléven át tartó, heti feladatainak bemutatására is.

A 4. fejezetben bemutattam az időjárás-előrejelző modellek kialakulásának történetét, a modellek csoportosítását és az ensemble előrejelzéseket, valamint az előrejelző modellek használatát az Előrejelzési Vetélkedőben és ezen modellek jellemzőit.

Végül az utolsó fejezetben saját térképek készítésével két esettanulmány keretében mutattam be az Előrejelzési Vetélkedő eddigi legjobban és legrosszabbul sikerült fordulóját 2017 áprilisából, illetve 2013 decemberéből.

Dolgozatom figyelemfelhívó és hiánypótló célokat szolgál. Bízom benne, hogy hozzá tud járulni az Előrejelzési Vetélkedő pozitív megítéléséhez, és még hosszú évtizedeken keresztüli megrendezéséhez, hiszen vitathatatlan előnyökre, gyakorlatra és tapasztalatra tehetnek szert azok, akik részt vesznek benne.



## **Köszönetnyilvánítás**

Szeretném megköszönni témavezetőmnek, Soósné Dr. Dezső Zsuzsannának a diplomamunka megírása során nyújtott segítségét. Köszönöm, hogy hasznos tanácsaival, észrevételeivel és ötleteivel segítette a munkámat és, hogy sok teendője mellett bármikor fordulhattam hozzá személyesen és emailben egyaránt. Nélküle ez a dolgozat nem jöhetett volna létre.

Szeretnék köszönetet mondani a tanszék munkatársainak is, Breuer Hajnalkának és Leelőssy Ádámnak a dolgozathoz szükséges adatok biztosításáért, valamint Kristóf Erzsébetnek a programozásban nyújtott segítségéért.

Végül, de nem utolsó sorban nagyon köszönöm családomnak és barátaimnak a támogatásukat, biztatásukat, hogy mellettem álltak a nehezebb időszakokban is, és, hogy hittek bennem. Édesanyámnak külön köszönöm az értem megtett nagyon sok munkáját és áldozatát.

## Irodalomjegyzék

André, K., Balogh, M., Baranka, Gy., Bozó, L., Bölöni, G., Grosz, B., Gyöngyösi, A. Z., Horányi, A., Lagzi, I. L., Leelőssy, Á., Mészáros, R., Mile, M., Szépszó, G., Szűcs, M., Tasnádi, P., Weidinger, T., 2013: Alkalmazott számszerű előrejelzés: numerikus időjárás és csatolt modellek a gyakorlatban. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest. 247 p.

Barrett, S. B., Moran, L. A., Woods, E. J., 2014: Meteorology meets engineering: an interdisciplinary STEM module for middle and early secondary school students. *International Journal of STEM Education* 2014, 1:6.

Breiner, M. J., Johnson, C. C., Harkness, S. S., Koehler, M. C., 2012: What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships. *School Science and Mathematics*, 112 (1), 3-11.

Brown, J., 2012: The Current Status of STEM Education Research. *Journal of STEM Education*, 13, 7-11.

Chen, X., Weko, T., 2009: Students Who Study Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) in Postsecondary Education. U. S. Department of Education NCES 2009-161, 1-25.

Davies, T., and Gilbert, J., 2003: Modelling: Promoting creativity while forging links between science education and design and technology education. *Canadian Journal of Math, Science & Technology Education*, 3:1, 67-82, DOI: 10.1080/14926150309556552

European Commission/EACEA/Eurydice, 2012: Developing Key Competences at School in Europe: Challenges and Opportunities for Policy. Eurydice Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 68 p. ISBN 978-92-9201-292-2 doi:10.2797/93204

Foskett R., and Foskett, H. N., 1981: The teaching of meteorology and climatology in secondary schools: problems and developments. *Weather*, 36, 74-78.

Götz, G., 2002: Determinisztikus valószínűségi előrejelzések: az ensemble prognosztika. In: Egyetemi Meteorológiai Füzetek, No. 17. (szerk: Bartholy, J., Dezső, Zs., Mészáros, R., Pintér, K., Weidinger, T.). ELTE Meteorológiai Tanszék, Budapest. 34-42.

Gyuró, Gy., 2002: Előrejelzési vetélkedő a Meteorológiai Tanszéken. In: Egyetemi Meteorológiai Füzetek, No. 17. (szerk: Bartholy, J., Dezső, Zs., Mészáros, R., Pintér, K., Weidinger, T.). ELTE Meteorológiai Tanszék, Budapest. 101-108.

Havas, P., 2009: A természettudományi kompetenciákról és a természettudományi oktatás kompetencia alapú fejlesztéséről. Oktatókutató és Fejlesztő Intézet, Budapest. <https://www.ofi.hu/tudastar/hazai-fejlesztési/havas-peter>

Horányi, A., 2002: Numerikus modellek alkalmazása a meteorológiában. . In: Egyetemi Meteorológiai Füzetek, No. 17. (szerk: Bartholy, J., Dezső, Zs., Mészáros, R., Pintér, K., Weidinger, T.). ELTE Meteorológiai Tanszék, Budapest. 48-52.

Király, K., 2014: Tanulási eredményeken alapuló programfejlesztés a felsőoktatásban. In: BeleSTEM - Felsőoktatási jó gyakorlatok a tudomány, a technológia, a műszaki tudományok és a matematika szolgálatában (szerk: Révai, N.). Tempus Közalapítvány, Budapest, 15-25.

Könczey, R., 2014: A fenntarthatóságra nevelés évtizede. *Új Köznevelés*, 70, 44.

Kuenzi, J. J., 2008: Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: Background, Federal Policy, and Legislative Action. *Congressional Research Service Reports*, 35, 1-35.

Lin, K-Y., Hu, T-C., Tsai, H-C., 2010: Teaching mathematics, science and technology concepts through designing hands-on and reflective activity. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 8, 97-100.

- Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., Roberts, K., 2013: STEM: Country comparisons. Report for the Australian Council of Learned Academies, Melbourne, 181 p.
- Murphy, P., O'Neill, A., Brown, A., 2016: Droning on about the weather – meteorological science on a school friendly scale. *School Science Review*, 98 (362), 106-109.
- Országos Meteorológiai Szolgálat., 2013: Az Országos Meteorológiai Szolgálat szöveges indoklása a 2013. évi költségvetési beszámolóhoz. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest, 19 p.
- Perez, C., and James, A., 2013: Problem-Based Learning Approaches in Meteorology. *Journal of Geoscience Education*, 61, 12-19.
- Roebber, J. P., and Bosart, F. L., 1996: The Contributions of Education and Experience to Forecast Skill. *American Meteorological Society*, 11, 21-40.
- Sándor, V., Wantuch, F., 2005: Repülésmeteorológia. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest. 272 p.
- Schróth, Á., 2008: A természettudományi kulcskompetencia fejlesztésének lehetőségei a környezeti nevelés területén. Oktatókutató és Fejlesztő Intézet, TÁMOP 3.1.1 – 08/1-2008-002, Budapest, 22 p.
- Songer, B. N., Lee, S-H., Kam, R., 2002: Technology-Rich Inquiry Science in Urban Classrooms: What are the Barriers to Inquiry Pedagogy? *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 128-150.
- Soósné, Dr. D. Zs., Merics, A., 2014: Milyen idő lesz holnap? – Időjárás-előrejelzés az ELTE-n. In: *BeleSTEM - Felsőoktatási jó gyakorlatok a tudomány, a technológia, a műszaki tudományok és a matematika szolgálatában* (szerk: Révai, N.). Tempus Közalapítvány, Budapest, 31-35.
- Szegedi, E., 2014: Miért került világszerte fókuszba a STEM területek oktatása? In: *BeleSTEM - Felsőoktatási jó gyakorlatok a tudomány, a technológia, a műszaki tudományok és a matematika szolgálatában* (szerk: Révai, N.). Tempus Közalapítvány, Budapest, 9-14.
- Társadalmi Megújulás Operatív Program., 2009: A kompetencia alapú oktatás lényege. Oktatásfejlesztés Baja Város Önkormányzata által fenntartott intézményekben, TÁMOP 3.1.4/08/2. - 2009-0094, Baja, 3 p.
- Tempus Közalapítvány., 2014: STEM Díj Felhívás: a felsőoktatási jó gyakorlatok kiválasztásának szempontjai és a tapasztalatok összegzése. In: *BeleSTEM - Felsőoktatási jó gyakorlatok a tudomány, a technológia, a műszaki tudományok és a matematika szolgálatában* (szerk: Révai, N.). Tempus Közalapítvány, Budapest, 26-30.
- Wang, X., 2013: Why Students Choose STEM Majors: Motivation, High School Learning, and Postsecondary Context of Support. *American Educational Research Journal*, 50, 1081-1121.
- Yarger, N. D., Jr. Gallus, A. W., Taber, M., Boysen, P. J., Castleberry, P., 2000: A Forecasting Activity for a Large Introductory Meteorology Course. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 81, 31-40.

## Internetes hivatkozások

[1 – nimbus.elte.hu/fcrace]

<https://nimbus.elte.hu/fcrace/?page=>

[2 – facebook.com]

<https://www.facebook.com/eltefcrace/>

[3 – wetterzentrale.de]

[http://www.wetterzentrale.de/de/show\\_diagrams.php?geoid=55612&model=gfs&var=201&run=18&lid=ENS&bw=](http://www.wetterzentrale.de/de/show_diagrams.php?geoid=55612&model=gfs&var=201&run=18&lid=ENS&bw=)

[4 – met.hu]

<http://www.met.hu/omsz/tevekenysegek/idojarasmodellezes/modellek/>

[5 – nimbus.elte.hu/fcrace]

<https://nimbus.elte.hu/fcrace/?page=showall&a=history>

[6 – szupercella.hu]

<https://szupercella.hu/6panel/>

[7 – meteo.pl]

[http://www.meteo.pl/index\\_en.php](http://www.meteo.pl/index_en.php)

[8 – ogimet.com]

<http://www.ogimet.com/synops.phtml.en>