



Megfigyelt hazai éghajlati változások

## Az adatok eredete



1. ábra. OMSZ adatarchívum

A meteorológiai adatsorok elemzésével megismerhetjük, és folyamatosan nyomon követhetjük hazánk éghajlatának jellemzőit, tetten érhetjük az éghajlat hosszú távú megváltozásának jeleit.

Az OMSZ adatarchívumában tárolt, – korábban évkönyvekben, ma már digitálisan rendezett – adatok képezik a nemzeti éghajlati adatbázist, amely nemzeti kincs. Egyedüli hiteles alapja az ország éghajlatát vizsgáló tanulmányoknak, kutatásoknak, és nélkülvilágos információkat nyújt a környezeti állapot egyéb szempontú értékeléseire is.

## Reprezentatív éghajlati adatsorok előállítása

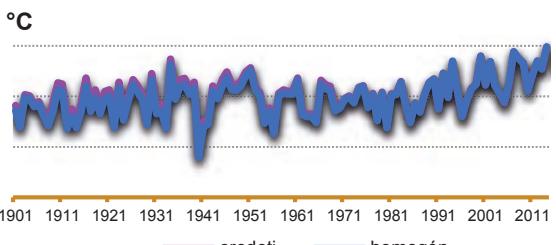
A szervezett meteorológiai mérések kezdete óta a műszerek, a mérési körülmények és a mérések időpontja is többször változott. Az éghajlati feldolgozásokhoz ugyanakkor jó minőségű, térben is kellő részletességgel ismert adatokra van



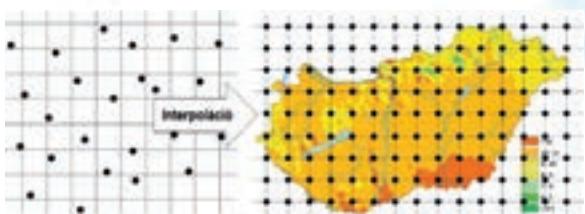
2. ábra. Az OMSZ központi épületének északnyugati része az 1950-es évek közepén és az épület tetőterasza, amely a mérések helye ma.

szükség. A változó mérési körülmények indokolatlan törést, inhomogenitást eredményezhetnek a mért adatsorokban. Az esetleges hibák és inhomogenitások téves következtetésekre vezethetnek a nyers adatsorokon alapuló éghajlati elemzések során. Az automatikus adatellenőrzéshez és az adathibák javításához, valamint az adathiányok pótlásához homogenizálási eljárás kell alkalmazni. Az OMSZ Éghajlati Osztályán kifejlesztett, matematikailag megalapozott, nemzetközileg is elismert és széles körben alkalmazott módszer a MASH (Multiple Analysis of Series for Homogenization, szerző: Szentimrey Tamás).

Az eljárás használata lehetővé teszi, hogy egy-egy állomás adatsorait úgy vizsgálhassuk, mintha a mérések mindenkorban a jelenlegi mérőhelyen, azonos körülmények között folytak volna.



3. ábra. Az eredeti és a homogenizált országos éves középhőmérsékletek alakulása 1901-től 2014-ig. A homogenizált sor trendje nagyobb összhangban van a globális tendenciákkal.



4. ábra. Az állomási adatok rácsra történő interpolációja biztosítja a kellő fedetséget

Az adatminőség mellett a mérőhálózatok fontos ismérve, hogy ezek adatainak felhasználásával milyen pontosan tudjuk reprodukálni a meteorológiai mezőket, azok térfelüli eloszlását. A mérőhálózat adatainak ismeretében, interpoláció alkalmazásával tetszőleges, méréssel nem rendelkező helyen a meteorológiai elemek értékére becslést adhatunk. Így az egész országra kiterjedő pontos térképeket készíthetünk. Az Éghajlati Osztályon kidolgozott, kifejezetten meteorológiai elemek interpolációjára készült eljárás a MISH (Meteorological Interpolation based on Surface Homogenized data bases, szerzők: Szentimrey Tamás és Bihari Zita). A Magyarország éghajlatára vonatkozó elemzésekhez a MISH és MASH eljárások alkalmazása garantálja a jó minőségű, térben és időben reprezentatív adatsorokat.

## Hőmérsékleti tendenciák

A több mint egy évszázadra kiterjesztett vizsgálatok azt mutatják, hogy a hazai változások a hőmérséklet tekintetében jól követik a globális tendenciákat. A múlt század

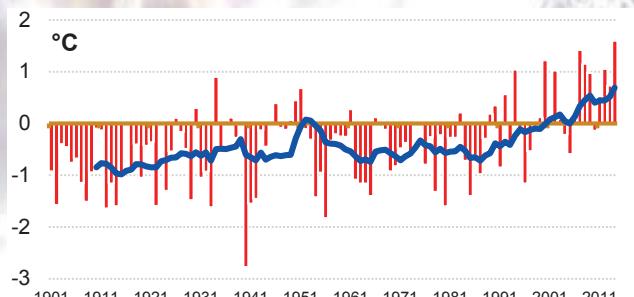
eleje óta tapasztalt  $1,2^{\circ}\text{C}$ -os országos emelkedés (5. ábra) meghaladja a globális változsás kb.  $0,9^{\circ}\text{C}$ -ra becsült mértékét. Az 1. táblázat tartalmazza az éves és évszakos változásokat a lineáris trendmodell szerint a rendelkezésre álló leghosszabb sorokon, valamint az utóbbi évtizedekre, 1981-től, ami a legutóbbi intenzív melegedés időszaka globálisan és régióinkban is.

**1. táblázat.** A becsült éves és évszakos hőmérsékleti változások ( $^{\circ}\text{C}$ ) két időszakra a 90%-os megbízhatósági intervallumokkal, melyek a „legalább” és a „legfeljebb” bekövetkezett változást jelentik. A szignifikáns változást kiemelés jelöli.

	év	tavasz	nyár	ősz	tél
1901-2014	<b>1,2</b>	<b>1,3</b>	<b>1,4</b>	<b>0,9</b>	<b>1</b>
	(0,8, 1,6)	(0,7, 1,9)	(1, 1, 1,9)	(0,3, 1,5)	(0, 2)
1981-2014	<b>1,5</b>	<b>1,6</b>	<b>1,9</b>	<b>1,2</b>	1,3
	(0,9, 2,1)	(0,6, 2,5)	(1,1, 2,7)	(0,3, 2)	(-0,4, 3)

Csak a téli változás nem éri el a statisztikailag szignifikáns mértéket a rövidebb soron, egyébként minden évszakos és az éves változás is egyértelmű minden időszakban.

A legutóbbi harminc évben igen erőteljes a hőmérséklet emelkedés, de a melegedés nem azonos mértékű az ország különböző területein (6. ábra). Ebben az intenzíven melegedő időszakban a keleti, északkeleti országrészben a legnagyobb a változás, több mint  $2,1^{\circ}\text{C}$ . Emellett az ország középső területein és a Mecsek térségében is az átlagosnál jobban emelkedett a hőmérséklet. Az évszakos változásokat tekintve a nyarak hőmérséklete emelkedett leginkább, országos átlagban mintegy  $1,9^{\circ}\text{C}$ -kal. Az északkeleti régiók több mint  $2,2^{\circ}\text{C}$ -os, a kelet- és délfalföldi területek, a szélesebb Dunamenti régió és a Mecsek környéke  $2^{\circ}\text{C}$ -t meghaladó mértékű melegedést mutatnak nyáron (7. ábra).



5. ábra. Az éves országos átlaghőmérsékletek eltérési görbülete 1901-től 2014-ig



6. ábra. Az éves átlaghőmérséklet ( $^{\circ}\text{C}$ ) változása 1981 és 2014 között

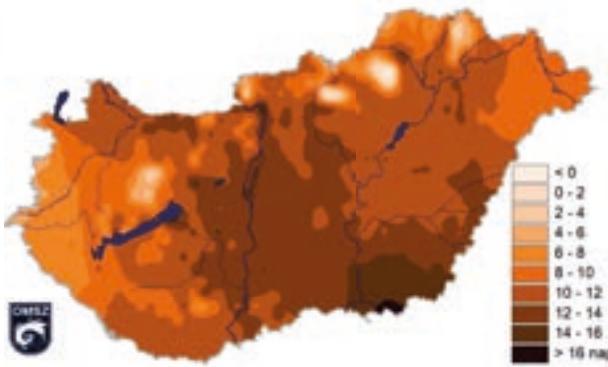
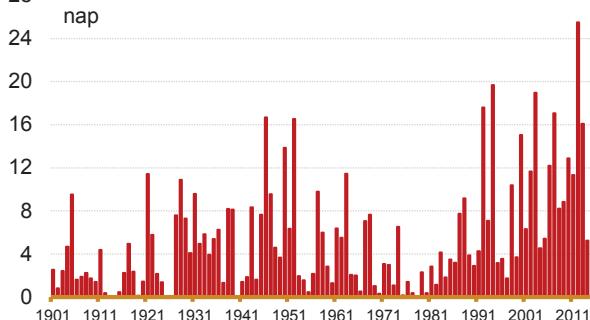


7. ábra. A nyári átlaghőmérséklet ( $^{\circ}\text{C}$ ) változása 1981 és 2014 között

## A hőmérsékleti szélsőségek alakulása

A szélsőséges hőmérsékletekben bekövetkezett változások arra utalnak, hogy az éghajlatváltozás a meleg szélsőségek növekedésével és a hideg szélsőségek csökkenésével jár régióinkban. A 20. század elejétől kezdve megnőtt a hőhullámos napok (napi középhőmérséklet  $> 25^{\circ}\text{C}$ , hőségiriadó I. fokozat) száma, átlagosan 7 nappal (8. ábra). 1981-től az ország középső és délfalföldi területein a legmarkánsabb a növekedés (9. ábra), kiterjedt területeken a két hetet is meghaladja.

Ezzel párhuzamosan kevesebb a fagyos nap (napi minimum fagypont alatti), mint a múlt század elején, jellemzően 13 nappal országos átlagban.



## Csapadéktendenciák

A csapadék térbeli és időbeli nagyon változékony, így az éghajlatváltozás hatására bekövetkező egyirányú változásokat nehezebb kimutatni, mint a hőmérséklet esetén. Míg Észak- és Nyugat-Európában a melegedési tendenciával együtt több csapadék hullik, addig nálunk, a Földközti-tenger térségéhez hasonlóan, éves szinten valamivel kevesebb.

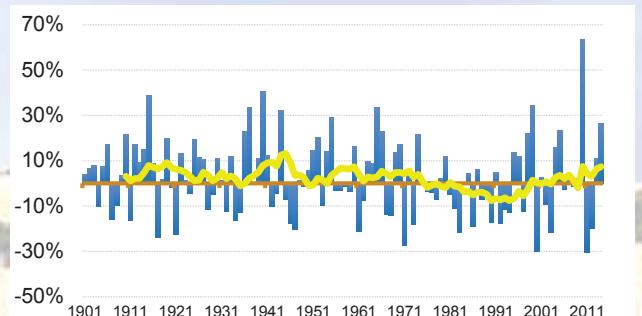
A csapadék éves összege 1901-től minden évben 5,6%-os csökkenést mutat (2. táblázat), de az éven belüli eloszlása megváltozott. Az átmeneti évszakok csapadékára 15% körül csökkenés adódik, az őszi másodmaximum eltűnőben van. A nyári növekedés meghaladja a 7%-ot, de ez a változás még nem éri el a statisztikailag szignifikáns mértéket.

Egyedül a tavaszi csökkenés állítható magas megbízhatósággal 1901-től. Az utóbbi évtizedekben a csapadékváltozások a növekedés irányába mutatnak, és emellett a szél-sűrűséges jelleg dominál.

2. táblázat. A becsült éves és évszakos csapadékváltozások (%) két időszakra a 90%-os megbízhatósági intervallumokkal, melyek a „legalább” és a „legfeljebb” bekövetkezett változást jelentik. A szignifikáns változást kiemelés jelöli.

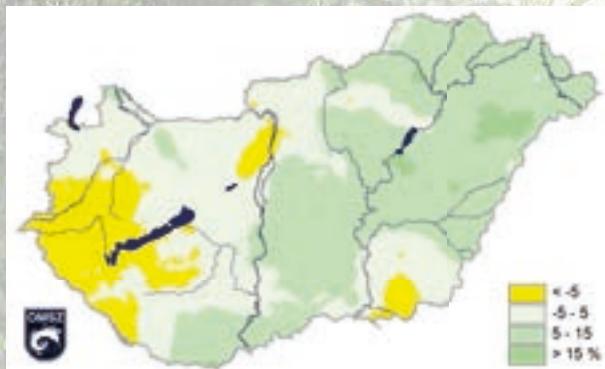
	év	tavasz	nyár	ősz	tél
1901–2014	-5,6	<b>-16,8</b>	7,2	-15,1	3,6
	(-13, 3)	(-28, -4)	(-8, 25)	(-31, 4)	(-14, 25)
1981–2014	16,9	10	16,7	19,9	26,6
	(-2, 40)	(-19, 49)	(-11, 52)	(-19, 77)	(-9, 75)

A legutóbbi három évtizedre növekedés jellemző, különösen nyáron. A nyári csapadék azonban egyre intenzívabbról, ezáltal kevésbé hasznosul, és sokszor heves események kísérik a csapadékhullást. Nagy kilengések tapasztalhatók az utóbbi években - aszályok és áradások egyaránt előfordultak – ugyanakkor megnőtt a rendkívül száraz évek fellépésének valószínűsége (10. ábra).



A nagy változékonyság miatt a trendterkép egy hosszabb, fél évszázados periódus alapján készült, de még ebben sem mutatkoznak egyértelmű tendenciák (11. ábra). A hatvanas évektől, 1961-2014 között, kismértékű, országos átlagban mintegy 4%-os, statisztikailag nem szignifikáns növekedést mutatnak a csapadéksorok. A Dunántúlon, a Marcal-medencében, a Zala mentén, a Somogyi dombvidégen,

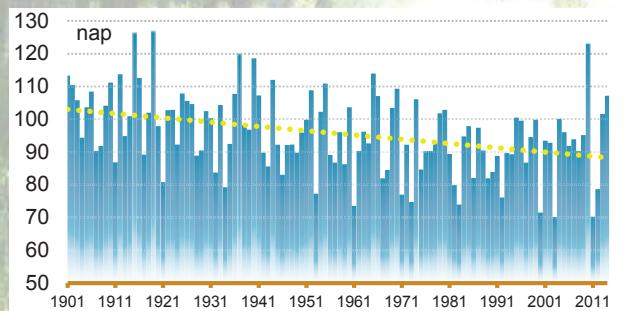
valamint a főváros térségében jelentkeznek kiterjedt, csökkenő csapadékú területek, ahol a csökkenés meghaladja az 5%-ot. A Nyírségen 15%-os csapadéknövekedés jelentkezik, de ez a változás még nem szignifikáns.



11. ábra. Az átlagos évi csapadékósszeg változása 1961–2014 között

## A csapadékszélsőségek alakulása

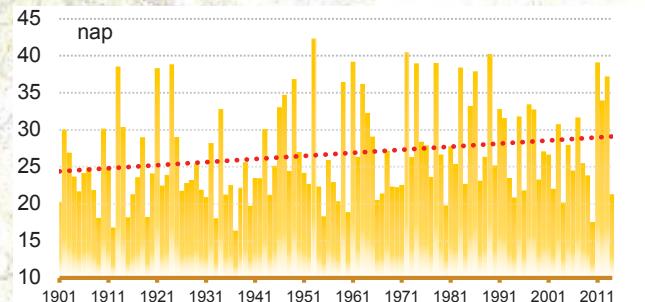
Kevesebb napon hullik csapadék a mérések szerint. A csapadékos napok (napi összeg > 1 mm) száma összességében csökkent 1901 óta, országos átlagban 15 nappal (12. ábra).



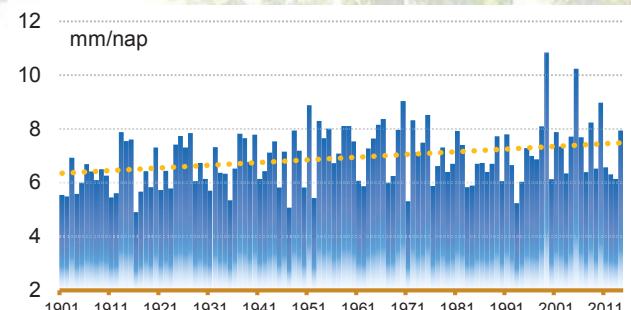
12. ábra. A csapadékos napok átlagos évi számának alakulása az 1901–2014 időszakban a trendvonallal

A napi 20 mm csapadékot meghaladó napok száma átlagosan több mint 2 nappal emelkedett a 20. század eleje óta, ugyanakkor a száraz időszakok maximális hossza jelentősen, átlagosan évi közel 5 nappal megnövekedett (13. ábra). A nyári napi csapadékintenzitás, vagy más néven átlagos csapadékosság (a lehullott időszakos összeg és a csapadékos napok számának hányadosa) országosan kb. 1 mm-rel nőtt 1901 óta, ami arra utal, hogy a

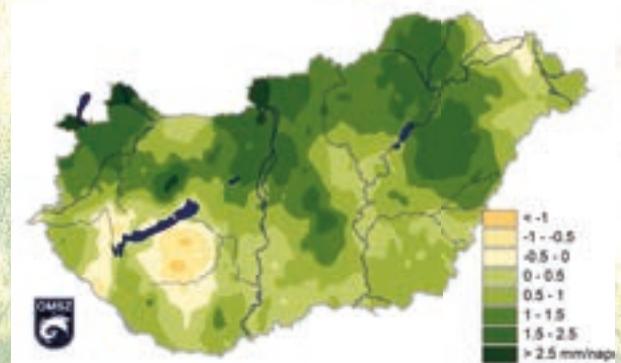
csapadék egyre inkább rövid ideig tartó, intenzív záporok, zivatarok során éri el a felszínt (14. ábra). Az utóbbi, mintegy fél évszázadban a nyári intenzitásváltozás az ország északi régiójában jellemzően növekvő, a legnagyobb növekedés 3 mm körüli (15. ábra). Közép- és Dél-Dunántúlon és a Szatmár-Tiszahát térségében csökkenő intenzitást figyelhetünk meg. Fontos megjegyezni, hogy a változások csak kisebb területeken érik el a statisztikailag szignifikáns mértéket.



13. ábra. A leghosszabb száraz időszakok alakulása az 1901–2014 időszakban a trendvonallal



14. ábra. A nyári átlagos napi csapadékosság alakulása 1901–2014 időszakban a trendvonallal



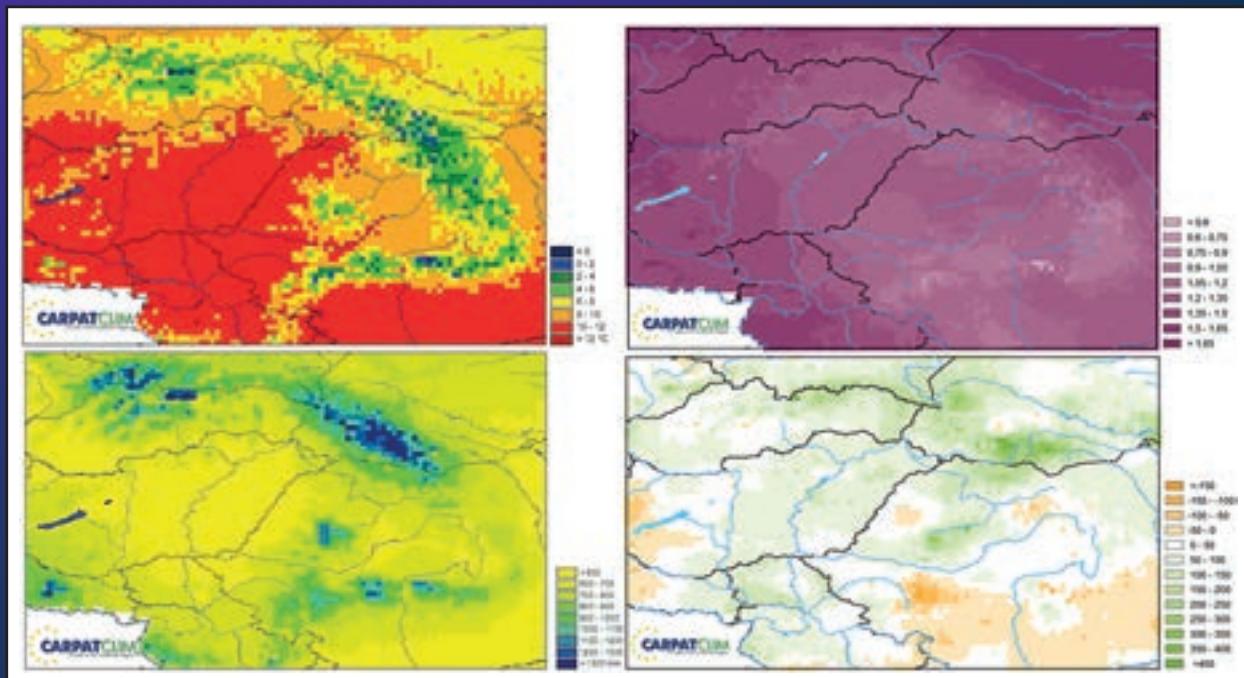
15. ábra. A nyári átlagos napi csapadékosság változásának térbeli jellemzői 1961–2014 között

# Éghajlati adatbázis a Kárpát-medencére: CARPATCLIM projekt

Az éghajlatváltozás várhatóan jelentős következményekkel jár a Kárpát-régióban a természetes ökoszisztemákra és az emberi tevékenységre nézve egyaránt. Emiatt különösen időszervű vált a változatos domborzati sajátosságokkal, természeti adottságokkal, eltérő kultúrákkal, politikai határokkal szabdalt térség éghajlati viszonyainak, ezen belül a szélsőségek alakulásának részletes leírása.

A CARPATCLIM projekt célja a Kárpát-régió részletes tér- és időbeli éghajlati vizsgálatának megalapozása volt. Az OMSZ vezette konzorcium tagjai, illetve a projekt résztvevői többségében a Kárpát-medence és a Kárpátok vonulata által érintett országok (Ausztria,

Csehország, Szlovákia, Ukrajna, Románia, Horvátor-szág, Szerbia és Lengyelország) meteorológiai és hidrológiai szolgálatai voltak. A megvalósítás az OMSZ-ban kifejlesztett MISH-MASH interpolációs és homogenizációs eljárásokon alapult. Az együttműködés során egységes módszerekkel, harmonizált adatbázis jött létre: 13 meteorológiai elem 0,1 fokos (kb. 10 km-es) harmonizált, rácsponti adatbázisa az 1961–2010-es időszakra. A napi adatokon kívül számos származtatott paraméter: aszályindexek és extrém klímaindikátorok értékei is előálltak, melyek a digitális klímaatlasszal együtt letölthetők a projekt honlapjáról ([www.carpatclim-eu.org](http://www.carpatclim-eu.org)).



A középhőmérséklet és változása (fenn), valamint az átlagos évi csapadékmennyiség és változása (lenn) az 1961–2010 időszakban a Kárpát-régióban



## Összefoglalás

- Az éves középhőmérséklet emelkedése
- 1901-től Magyarországon 1,2°C, ez meghaladja a globális átlagos 0,9°C-os értéket.
- A legutóbbi évtizedekben a nyarak melegedtek legjobban, 1981-től közel 2°C-kal.
- A meleg szélőségek gyakoribbá válásában mutatkoznak meg leginkább az éghajlatváltozás jelei. Az ország középső és délalföldi területein a hőhullámos napok száma több mint két hetes növekedést mutat 1981-től.
- A csapadékváltozások kevésbé egyértelműek. 1901-től az éves összeg kismértékben csökkent, a tavaszi és az őszi csapadékmennyiségek csökkenése 15% körüli. A legutóbbi évtizedekre viszont növekedés jellemző, de nem éri el a statisztikailag szignifikáns mértéket.
- Kevesebb napon hullik csapadék, a csökkenés 15 nap, a legszárazabb időszakok hosszabbak lettek, átlagosan 5 nappal, 1901-től.
- Nyáron 1 mm-rel megnőtt az átlagos napi csapadék, ami az intenzív események növekvő számát jelzi. 1961-től az ország északi felében a nyári intenzitás növekedése, míg Dél-Dunántúlon a csökkenése figyelhető meg.

Az utóbbi évtizedeket jellemző magas hőmérsékletek és az egymást követő évek szélőséges csapadék-viszonyai, illetőleg az árvíz és aszályhelyzetek súlyosbodása miatt is indokolt az éghajlati állapot kiterjedt mérésekre alapozott monitoringja.

## **Meteorológiai tájékoztatás:**

Éghajlati hatástanulmányok: [eghajlat@met.hu](mailto:eghajlat@met.hu)

Éghajlati adatszolgáltatások, feldolgozások:  
[klimaker@met.hu](mailto:klimaker@met.hu)

Előrejelzés és egyéb szolgáltatások:  
[service@met.hu](mailto:service@met.hu)

## **Meteorológiai élőszavas**

### **tájékoztatás emelt díjas hívószámon:**

Általános tájékoztatás, előrejelzés

Tel.: (90) 603-421

*Időjárás előrejelzés és viharjelzés  
a Balatonra és a Velencei-tóra:  
július 1-től augusztus 20-ig 0h-24h között,  
április 1-től június 30-ig, valamint  
augusztus 21-től október 31-ig 8h-20h között.  
Tel.: (90) 603-423*

## **Központi elérhetőségek**

**Országos Meteorológiai Szolgálat**  
1024 Budapest, Kitaibel Pál u. 1.

Tel.: (1) 346-4600

Fax: (1) 346-4669

e-mail: [omsz@met.hu](mailto:omsz@met.hu)

**Marczell György Főobszervatórium**  
1181 Budapest, Gilice tér 39.  
Tel.: (1) 346-4800  
Fax: (1) 346-4809

**Miskolci Veszélyjelző és Szolgáltató Iroda**  
3533 Miskolc, Kerpely Antal u. 12.  
Tel.: (46) 368-705  
e-mail: [miskolc@met.hu](mailto:miskolc@met.hu)

**Siófoki Viharjelző Obszervatórium**  
8600 Siófok, Vitorlás u. 17.  
Tel.: (84) 310-466  
e-mail: [siofok@met.hu](mailto:siofok@met.hu)

**Szegedi Magaslégi Obszervatórium**  
6728 Szeged, Bajai út 11.  
Tel.: (62) 624-042  
e-mail: [szeged@met.hu](mailto:szeged@met.hu)

**[www.met.hu](http://www.met.hu)**

Kiadta az Országos Meteorológiai Szolgálat

Kiadásért felel az OMSZ elnöke, 2015.