

# LÉGKÖR

68. ÉVFOLYAM 1. SZÁM



**A VÍZ KÖRFORGALMA ÉS AZ ASZÁLY  
SZÁRAZSÁG MAGYARORSZÁGON**

**AZ ASZÁLY AGROMETEOROLÓGIAI  
VONATKOZÁSAI**

**A NAP- ÉS SZÉLENERGIA HASZNOSÍTÁSA**

**MEGEMLÉKEZÉS TÄNCZER TIBOR  
MUNKÁSSÁGÁRÓL**

2023. JANUÁR

*Hullámfelhők Zala fölött.  
Harcz Endre, Becsehely, 2023. január 3.*



*Tajtékozó Balaton és tépett gomolyfelhők.  
Pintér István, Fonyód, 2023. február 4.  
A sarkvidéki levegőt hozó markáns hidegfront komoly szél okozta károkkal járt az országban.*



# LÉGKÖR

68. évfolyam 1. szám  
2023. január

AZ  
ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT  
ÉS A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG  
SZAKMAI TÁJÉKOZTATÓJA

Kiadja az  
ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT  
1024 Budapest, Kitaibel Pál u. 1.

A kiadásért felel:  
az OMSZ elnöke

Készült:  
PREMIER Nyomda

Felelős vezető:  
Király Attila

ISSN 0133-3666

Készült 600 példányban

Éves előfizetési díja: 3600 Ft  
A Magyar Meteorológiai Társaság  
tagjai számára ingyenes.  
Megrendelhető a legkor@met.hu címen.



Főszerkesztő: Fejes Edina

Főszerkesztő-helyettes: Tóth Róbert

## SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

ELNÖK:  
Dr. Haszpra László

TAGOK:  
Dr. Barcza Zoltán, Dr. Bartholy Judit,  
Bíróné Dr. Kircsi Andrea, Dr. Bonta Imre,  
Dr. Dobi Ildikó, Dr. Gál Tamás, Kolláth Kornél,  
Dr. Lakatos Mónika, Péliné Dr. Németh Csilla,  
Dr. Sarkadi Noémi, Dr. Somfalvi-Tóth Katalin,  
Dr. Szépszó Gabriella, Dr. Szintai Balázs,  
T. Puskás Márta

Olvasószerkesztő: Szabó Bernadett

Tervezszerkesztő, grafikus: Szabó Dorottya

## TARTALOM

<b>HORVÁTH ÁKOS, BREUER HAJNALKA:</b> A víz körforgalma a légkörben és a 2022-es rendkívüli aszály meteorológiai háttere <i>Water circulation in the atmosphere and drought in 2022</i>	2
<b>SZENTES OLIVÉR:</b> Szárazság Magyarországon 2022-ben és a múltban <i>Drought in Hungary in 2022 and the past</i>	9
<b>ERDŐDINÉ MOLNÁR ZSÓFIA, KOVÁCS ATTILA VIKTOR:</b> A 2022-es aszály agrometeorológiai elemzése <i>Agrometeorological analysis of the 2022 drought</i>	20
<b>DOBI ILDIKÓ, BÍRÓNÉ KIRCSI ANDREA, PÉLINÉ NÉMETH CSILLA:</b> Nap- és szélenergia hasznosítás helyzete 2020-ban és 2021-ben <i>Status of solar and wind energy utilization in 2020 and 2021</i>	28
<b>MAJOR GYÖRGY:</b> Tünczer Tibor szakmai életútjának adatai	40
<b>MARTON ANNAMÁRIA:</b> 2022 őszének időjárása	48
<b>KISLEXIKON</b>	53
<b>HÍREK</b>	54

**CÍMLAPON:** Márta Róbert: Jégcsillag (2019. január 22., Kecskemét)

## SZERZŐKNEK SZÁNT ÚTMUTATÓ

A LÉGKÖR meteorológiai tárgyú, a légkörtudományhoz kapcsolódó tudományos és ismeretterjesztő írásokat, szakmai beszámolókat és rövid ismertetőket, híreket közöl magyar nyelven. A kéziratokat anonim szaklektorok véleménye alapján a szerkesztőbizottság fogadja el. A közlésre szánt írások elektronikus formában nyújthatók be a [legkor@met.hu](mailto:legkor@met.hu) e-mail címen. A cikkekkel kapcsolatos formai elvárásokat a [www.met.hu/ismeret-tar/kiadvanyok/legkor/](http://www.met.hu/ismeret-tar/kiadvanyok/legkor/) oldalon részletezzük.



# A víz körforgalma a légkörben és a 2022-es rendkívüli aszály meteorológiai háttere

Horváth Ákos<sup>1</sup>, Breuer Hajnalka<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Országos Meteorológiai Szolgálat, horvath.a@met.hu

<sup>2</sup>ELTE TTK Meteorológia Tanszék

DOI: 10.56474/legkor.2023.1.1

A víz meghatározó szerepet játszik az időjárás alakításában. A légkörbe való bepárolgásától kezdve a halmazállapot-változáson keresztül a kihullásig erősen hat a légköri energia-forgalomra, és a légkör sugárzás-háztartására, végső soron az időjárás alakulására. A légköri vízforgalomban jelentkező zavar pedig szó szerint létkérdés lehet az élővilág, így az ember számára is. A víz légköri mozgása három körre bontható: a kisskálájú, vagy *konvektív ciklusra*, amely leginkább a gomolyfelhőkhöz, illetve zivatarfelhőkhöz, azaz a konvekcióhoz kapcsolható, a *ciklonok skáláján zajló* szinoptikus skálájú ciklusra, és az *éghajlati övek közötti makroskálájú* áramlásra, vagyis a hemiszférikus skálájú folyamatokra. Az egyes ciklusok szerepe térben és időben változik, azonban, ha bármelyik körben is valamilyen anomália lép fel, az szárazságot, vagy éppen árvizekkel terhelt időszakot hozhat magával. A 2022-es rendkívül erős, globális skálán jelentkező aszályos időszakban mindhárom skálán zavarok keletkeztek (Horváth et al., 2022). A tanulmány célja a három vízciklus sajátosságainak áttekintése és a szélsőséges aszály kialakulásában játszott szerepük bemutatása.

## Water circulation in the atmosphere and drought in 2022

Possible reasons of the drought of 2022 is presented in this paper. Local, synoptic and large scale atmospheric phenomena were all together responsible for the extreme dry and hot weather that hit especially Carpathian basin. It is shown that on local scale the dry soil and lack of convection, on synoptic scale the blocking anticyclones, and on large scale the La Niña effect played the main roles in generation of extreme atmospheric conditions.

### A légköri víz kis skálájú ciklusa: a konvekció

A lokális skálájú (légtömegben belüli) légkörzés során időben jellemzően órák nagyságrendű, térben pedig kb. 10 km karakterisztikus méretű

légkörzés zajlik, ez a légköri konvekció. Tipikus példái a gomolyfelhők, zivatarfelhők.

A légtömegben belüli konvektív folyamat energiájának jelentős részét a napsugárzásból kapja, amely felmelegíti a felszínt. A talajban keletkezett

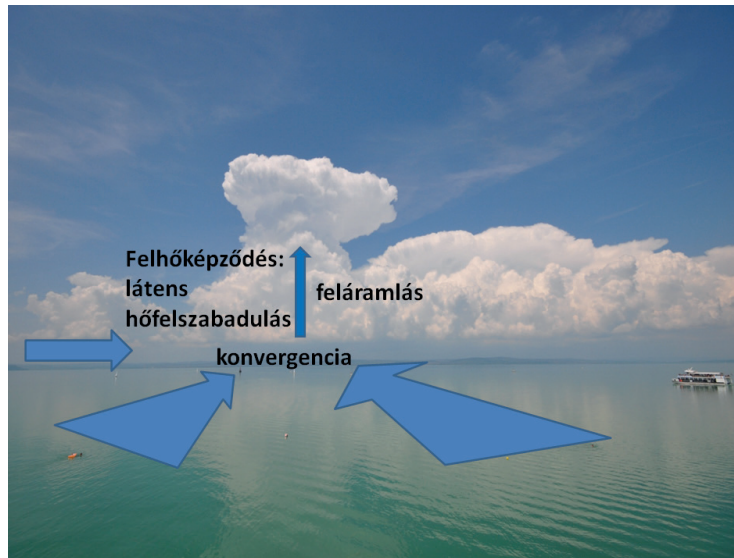
hőenergia két részre osztva jut vissza a légkörbe: a levegőt közvetlenül melegítő szenzibilis hő, illetve a felszínen lévő víz párologtatására fordított látens hő formájában. A két hőenergia-áram arányát Bowen arányként is nevezik a meteorológiában (Bowen, 1926).

Ha a *felszín száraz*, akkor a napsugárzás hatására a talajból jövő szenzibilis hő könnyen felmelegíti a levegőt, így gyorsan megindul a feláramlás. Azonban a száraz adiabata mentén hűlő légtestek hamarosan hidegebbek lesznek a környezetüknél, így a feláramlás lelassul, majd leáramlásba megy át (Rákóczi et al., 1981). Ez a száraz *termik* jelensége, amely így csak a légkör alsó 1–2 km-es rétegét képes átkeverni és nem jár felhőképződéssel. A jelenséget gyakran használják a madarak, illetve a vitorlázó repülők is emelkedésre, „termikelésre”.

Ha a felszín nedves, akkor a felszínre érő napsugárzás energiája eloszlik a levegőt közvetlenül melegítő szenzibilis, illetve a talajon lévő vizet elpárologtató látens hő között. Ilyenkor a konvekció lassabban indul, azonban a vízgőz jelentős mennyiségű látens hőenergiát szállít a magasba, amely a kondenzáció, vagyis a felhőképződés során a magasban szabadul fel.

A légtömegben belüli zápor, vagy zivatarcella energiájának jelentős részét éppen a talajközeli vízgőz biztosítja, hozzájárulva a légköri instabilitáshoz. A gomolyfelhőben hasonló folyamat zajlik, mint a hőlégballonban. Az emelkedő ballon hőmérséklete a környezeténél nagyobb mértékben csökken a magassággal (száraz adiabata mentén), ezért a léghajósok bekapcsolják a gázegőt, és így biztosítják a ballon környezeténél magasabb hőmérsékletét. Egy gomolyfelhőben a gázegő szerepét egy „gőzegő” játssza úgy, hogy az emelkedéssel lehűlő levegőben megindul a telítetté váló vízgőz kondenzációja (a felhőképződés), amely látens hő felszabadulással jár (Horváth, 2006). Az így felszabaduló hő melegíti az emelkedő légtestet, így annak sűrűsége a környezeténél kisebb lesz, ezáltal tovább tud emelkedni (1. ábra).

A fentebb leírt nedves konvekció tehát a száraz termikeknél jóval magasabbra jut a légkörbe, a nedvességet nagy magasságba képes emelni.



1. ábra. A fejlődő zivatarfelhő az alacsonyabb légrétegekben nagyobb távolságból is képes összegyűjteni a nedvességet. Minél több nedvesség jut a felhőbe, a feláramlás annál erősebb lesz, amely még erősebb összeáramlást kelt.

Minél intenzívebb egy gomolyfelhő kialakulása, annál távolabbról képes összegyűjteni a nedves levegőt. Minél több nedvességet gyűjt össze, annál erősebb lesz a fejlődése, vagyis egyfajta önerősítő folyamat (pozitív visszacsatolás) indul el (1. ábra).

A fenti, klasszikus értelemben vett konvekció a mérsékelt égövben főként a nyári félévben, magas napállásnál zajlik, míg a trópusokon az év legnagyobb részén megfigyelhető. A folyamat során többé-kevésbé zárt vízciklus megy végbe, a nedves felszínről elpárolgó víz a konvektív csapadék során visszatér a felszínre ([https://youtu.be/eTKdEJGOc\\_s](https://youtu.be/eTKdEJGOc_s)).

Nem mindegy, hogy a konvekció milyen hőmérsékleten zajlik le. Adott légnyomási szinten a melegebb levegő hatványozottan több nedvességet képes magában tartani, anélkül, hogy megindulna a kondenzáció, vagyis a felhőképződés (2. ábra). Más szóval: melegebb levegő esetén jóval több vízgőzre van szükség ahhoz, hogy a relatív nedvesség elérje a 100%-ot. Ugyanakkor a melegebb levegőben lezajló adott fokú hőmérséklet-csökkenés jóval erőteljesebb kondenzációt okoz, mint ugyanakkora hűlés hidegebb levegő esetén. A kondenzáció viszont látens hőfelszabadulással jár, a hőlégballon hasonlattal élve: magasabb lánggal ég a gázegő.

$e_s$ : telítési gőznyomás – adott hőmérsékleten ( $t$ ) ennyi lehet a maximális gőznyomás. A Magnus-Tetens formula írja le.

$$e_s = 6,108 \cdot 10^{\frac{7,54t}{235+t}}$$

$r_s$ : telítési keverési arány – adott nyomáson ( $p$ ) ennyi tömegű vízgőzt tartalmazhat 1 kg száraz levegő [kg/kg].

$$r_s = \frac{0,622 \cdot e_s(t)}{p}$$

→ A levegő által maximálisan befogadható vízgőz mennyisége adott nyomási szinten csak a hőmérséklet függvénye.

$$r_s = \frac{0,622 \cdot e_s(t)}{p} = \frac{0,622}{p} \cdot 6,108 \cdot 10^{\frac{7,54t}{235+t}}$$

2. ábra. A levegő által felvehető maximális nedvesség adott légnyomáson csak a hőmérséklet függvénye, amelyet hatványozottan függ. Melegebb léggör jóval több nedvességet képes tárolni anélkül, hogy csapadék képződne. A kapcsolatot a Tetens-formula írja le.

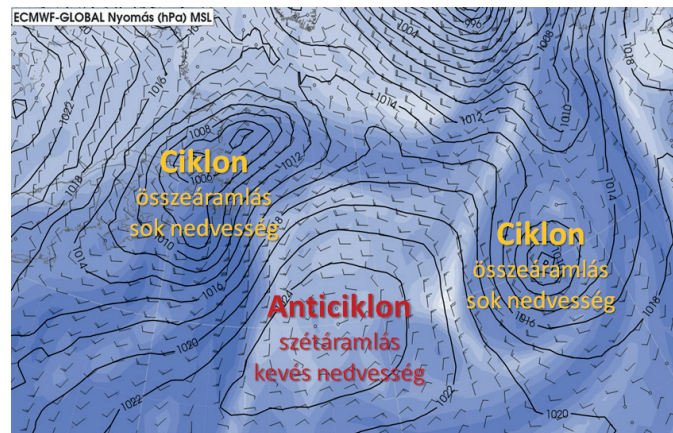
Vagyis melegebb léggör esetén nehezebben válik telítetté a levegő, így kevesebb, de annál intenzívebb zivatarcellák alakulnak ki.

**A léggöri víz nagy skálájú ciklusa: a szinoptikus skálájú folyamatok**

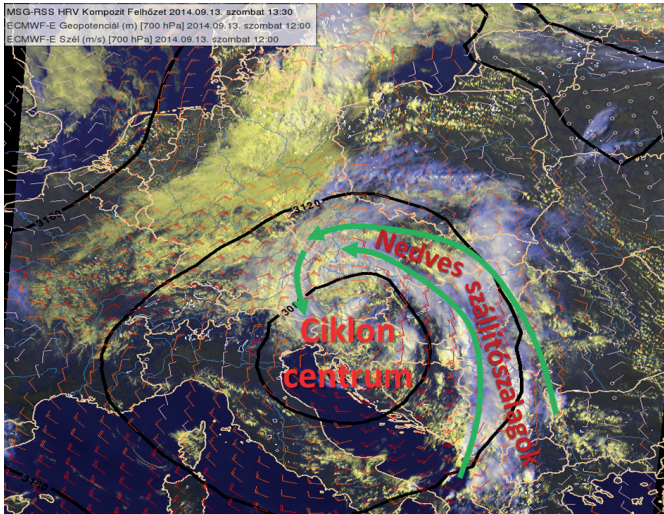
A mérsékelt égöv (vagy más néven nyugati szelek öve) változékony időjárását a ciklonok és anticiklonok láncolata alakítja. A ciklonokban az alsó szinteken összeáramlás, illetve feláramlás van, míg a felső szinteken a szétáramlás, majd a leáramlás jellemzi a légpályákat. Mivel a léggöri nedvesség túlnyomórészt az alsó szinteken található, így a ciklonok összegyűjtik a nedvességet. Minél hosszabb ideig marad fenn egy ciklon, annál nagyobb mennyiségű nedvességet képes összegyűjteni. Az anticiklonok esetén fordított folyamat játszódik le, így azok inkább “szétszórják” a léggöri nedvességet (3. ábra).

A nyugati szelek övében a léggörvények alapvetően az északi hideg és a déli meleg levegő közötti hőmérsékleti különbségből adódó belső energiát használva mélyülnek ki, tehát *nedvesség nélkül is létre tudnak jönni ciklonok* (Holton, 2004). Azonban, ha már egyszer létrejött egy ilyen léggör-

vény és van a léggörben vízgőz, akkor a ciklon azt összegyűjti, majd a kicsapódás során látens hő szabadul fel. A felhőképződés során felszabaduló hőenergia viszont tovább mélyíti a ciklont, és az hosszabb ideig tud fennmaradni, és még több nedvességet képes összeszedni, vagyis egy önerősítő folyamat indul meg (Ahmadi et al., 2004). Amennyiben nincs elég nedvesség, akkor a léggörvények gyengébbek lesznek.



3. ábra. A ciklonokat jellemző összeáramlás összegyűjti a nedvességet, az anticiklonok szétterítik. Az ábrán az alsó troposzféra nedvességeloszlását a színezett területek, a tengerszíni légnyomást a folytonos vonalak, a felszín közeli szelet a szélzászlók mutatják.



4. ábra. Erősen okkludált ciklonban a nedvesség szállítószalagokba rendeződik. A képen a fekete vonalak a 700 hPa magassági szintjét és szélviszonyait mutatják a látható tartományú műhold képre helyezve.

Az összegyűlt nedvesség a forgó ciklonban keskenyebb sávokba rendeződik (a kinematikából is ismert deformáció alapján), hasonlóan, mint ahogy a centrifugában egy egyenletesen elterített ruhadarab a forgatás után kötélformájúra csavarodik. Az idősebb légörvényekben így jönnek létre a nedves szállítószalagok, amelyek mentén a jelentősebb csapadékrendszerek is kialakulnak (4. ábra) (Payne et al., 2020). A nyári félévben ehhez hozzájön a légköri konvekció is, amikor a zivatarok a fentebb leírt módon tovább koncentrálnak a nedvességet és az intenzív csapadékhullás következtében akár villámárvizek is kialakulhatnak.

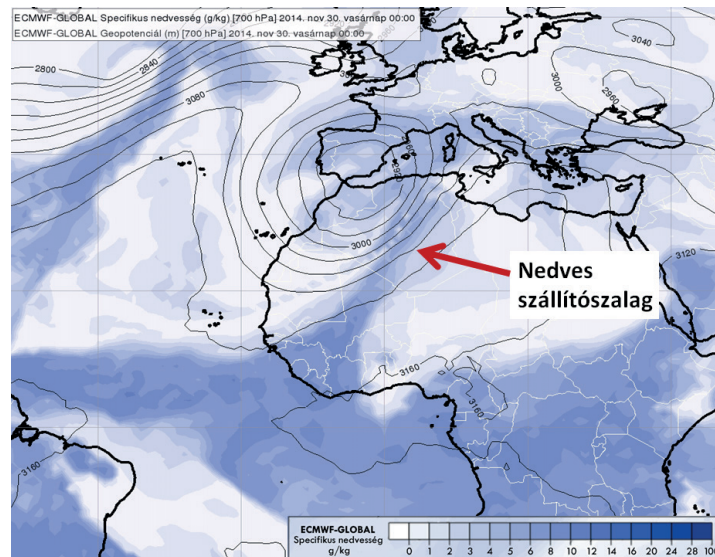
A zivatarcella legfeljebb pár órás élettartamával szemben a ciklon akár heteken át is fenn tud maradni. A legtöbbször nyugati irányból, tehát az Atlanti-óceán felől keletnek sodródó légörvények alkotják a nedvesség nagyskalájú, vagy szinoptikus skálájú ciklusát, amelynek során az óceán felől csapadék formájában a kontinensre jut a víz.

### A légköri víz hemiszférikus skálájú ciklusa (makroszinoptikus skálájú folyamatok)

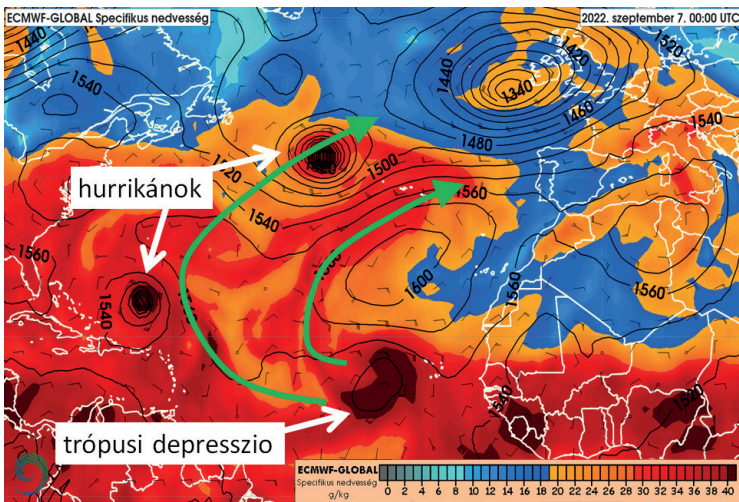
A légkör nedvességforrása a felszíni párolgás, amely nagyban függ a levegő és a párolgó felszín hőmérsékletétől, a levegő nedvességétől, a szél-től és a napsugárzástól. A mérsékelt, a sivatagi és

a trópusi éghajlati övek párolgási viszonyai között jelentős eltérés van. A mérsékelt öv erősen változó időjárási viszonyai miatt a légkör által felvett nedvesség ugyancsak erősen változik térben és időben. A hidegebb óceánfelszínről és a kontinensek felszínéről jövő visszafogottabb párolgás mértéke nem tudja fedezni a mérsékelt övben hulló csapadék mennyiségét, így a mérsékelt égöv nedvesség (konkrétan vízgőz) importra szorul. A mérsékelt égövtől délre, a sivatagi övben a szárazföldről minimális a párolgás. A sivatagi öv tengerfelszínéről viszont párolog a víz, azonban a térséget jellemző stabil légköri viszonyok (erős inverzió) miatt a vízgőz nem jut nagyobb magasságokba (González et al., 2016; Ramseyer et al., 2021). A sivatagi öv déli részein uralkodó, az Egyenlítő felé konvergáló passzát szél a nagyobb nedvességtartalmú, de telítetlen levegőt fokozatosan a trópusok irányába szállítja (Gimeno et al., 2021).

A trópusi övben a passzát szél miatti összeáramlás és a meleg tengerfelszín párolgása miatt a levegő telítetté válik és megindul a felhőképződés. A telítetté váláshoz hozzájárul, hogy a légkör alsó rétegei a trópusokon egy kicsit még hűvösebbek is, mint a sivatag felett, éppen a



5. ábra. Nedvesség transzport a sivatag felett. A nedves levegő telítetlen állapotban a sivatag felett áramolva jut a trópusi területekről a mérsékelt égövbe. A folytonos vonalak a 700 hPa szint magasságát, a színezett területek a specifikus nedvesség eloszlását mutatják.



6. ábra. Nedvesség transzport trópusi viharok által. Az egymást követő trópusi viharok telített nedves levegőt szállítanak a trópusok felől a mérsékelt égövbe. A színezett területek a troposzféra vertikális szintek szerint összegzett nedvességét mutatják, a folytonos vonalak a 850 hPa magassági szintjét, a szélvonalak ugyanezen szint szélviszonyait.

felhőzet megjelenése miatt. A trópusi légkör bőven rendelkezik telítéshez közeli vízgőzzel, a napi rendszerességgel magasba törő zivatarfelhők pedig a szabad légkörbe juttatják a nedvességet. A légköri víz cirkulációjának legnagyobb skálájú ciklusa során ez a trópusi eredetű nedvesség jut a mérsékelt égövbe, biztosítva a csapadékhoz szükséges nedvességet és nem kevés energiát szállítva látens hő formájában (Shaw et al., 2012).

A trópusi-mérsékelt övi nedvességáramnak két fő típusa van (Liu et al., 2020; Gimeno et al., 2020). Az egyik, amikor a mérsékelt övi ciklon áramlási rendszere annyira lenyúlik déli irányba, hogy képes áttörni a sivatagi záróvonalat. Ilyenkor a ciklon előoldalán a sivatagi öv felett átnyúló láthatatlan nedvesség-híd telítetlen állapotú nedves levegőt szállít a nyugati szelek övébe (Aemisegger et al., 2021). Ez a nedvesség hozzájárul a mérsékelt öv déli területein kifejlődő csapadék-rendszerekhez. Térségünkben elsősorban télen figyelhető meg a folyamat és a mediterrán ciklonok kialakulásához, a Kárpát-medencében pedig a téli nagy csapadékos helyzetek létrejöttéhez járul hozzá (5. ábra) (Bottyán et al., 2017).

A trópusokról a mérsékelt égövbe tartó nedvességáram másik formája, amikor trópusi, vagy szubtrópusi ciklonok szállítják a telített

vagy telítettség közeli nedves levegőt mérsékelt égövbe. Ennek tipikus példái a hurrikánok, vagy trópusi ciklonok (6. ábra). Főként a nyár végi, illetve kora őszi időszakban a trópusi eredetű légörvények által akár az 50. szélességi foktól északabbra is felvitt nedvesség az atlanti ciklonok kialakulása során játszik meghatározó szerepet, kihatva a Kárpát-medence csapadékviszonyaira is (Tuinenburg et al., 2020).

### A légköri vízciklusok anomáliái: a 2022-es rendkívüli aszály

A fentiekben leírt légköri vízciklusokban fellépő anomáliák árvizekhez vagy szárazságokhoz vezethetnek. Ha egyszerre több ciklus is eltér a szokásostól, akkor globális szinten is szélsőséges időjárási események következhetnek be, mint a 2022-es rendkívüli szárazság esetén is történt.

A **kis skálájú** konvektív folyamatok szintjén forráság esetén a felszínből a légkörbe jutó vízgőz telítetlen marad, nem fog kondenzálódni, a légköri áramlások pedig könnyen elviszik a telítetlen vízgőzt. Ennek következtében kevesebb lesz a felhő, elmaradnak a záporok, a felszín kiszárad, és a még telítetlenebbé váló levegő valósággal kiszívja a nedvességet a talajból, a tavakból. Ez a jelenség játszódott le az utóbbi években egyre gyakrabban a Kárpát-medencében. Túlságosan melegen indult a tavasz, és kevesebb volt a nedvesség a talajban. Mivel a cirkulációs helyzet sem változott lényegesen, ezért a csapadékos májusi-júniusi Medárd időszak helyett a fenti pozitív visszacsatolások miatt forró száraz idő kezdődött. Mindez hatással volt az egész nyárra, hiszen a légtömegben belüli helyi zivatarok csapadékforrását térségünkben nem kis részben a talajnedvesség jelenti (Ciric et al., 2016).

A **ciklonok skáláján** zajló folyamatok során, ha a nyugati szelek övében kevesebb nedvesség van, akkor a ciklonok is gyengébbek lesznek, illetve északabbra húzódnak. Helyüket átveszik az anticiklonok, mint az atlanti térségben található azori anticiklon. Az anticiklon dinamikus felhőoszlató hatására viszont nyáron még melegebb lesz a levegő, még több nedvességet képes magában tartani anélkül, hogy telítődne, hogy



megindulna a felhőképződés. A megerősödő anticiklonok ráadásul elzárják a trópusi eredetű légtömegek útját, így a mérsékelt égöv még melegebb és szárazabb lesz.

A **hemiszférikus ciklusban** – azaz a trópusoktól a mérsékelt öv felé irányuló transzport folyamat során – a meghatározó folyamat a víz szabad légkörbe kerülése, amely jórészt az óceánok felett zajlik. Ha az átlagosnál alacsonyabb a tengervíz hőmérséklete, akkor az kevésbé párolog. Az alacsonyabb hőmérsékletű vízfelszín stabilizálja a légkört is, kevesebb lesz a gomolyfelhőzet és a zivatar, amely a szabad légkörbe juttatná a nedvességet. Ez történik a Csendes-óceán legnagyobb

egyenlítői területein, a La Niña folyamat során (7. ábra). Alapvetően az egész nedvesség cirkulációs rendszer forrásánál jelentkezik az anomália, amely közvetlenül vagy áttételesen kihat mindhárom légköri-vízciklusra.

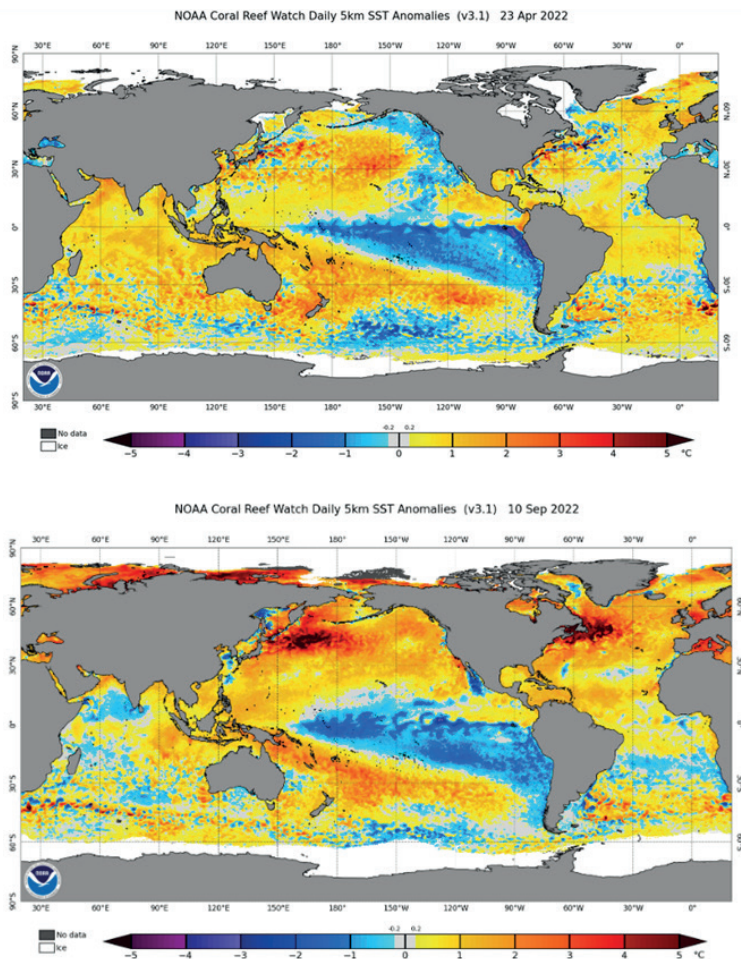
A La Niña folyamat közvetetten is befolyásolja az európai térség csapadékrendszerait a troposzféra felső részén húzódó jetre gyakorolt hatásán keresztül. La Niña idején nyáron az azori anticiklon megerősödik, illetve a dél-európai térségben növekszik az anticiklonok gyakorisága (López-Parages et al., 2016), télen pedig csökken a ciklonok gyakorisága a mediterrán térségben (Kamil et al., 2017). Tekintve, hogy télen a Kárpát-medence csapadékforrásának jelentős része a mediterrán térségből érkezik (Bottyán et al., 2017), a téli csapadékhiány a talajnedvességen keresztül, a nyári magasabb légnyomás pedig a konvekció elnyomásán keresztül kihat a nyári konvektív csapadékképződésre erősítve a száraz időszakok kialakulását.

A melegebb levegő jóval több vizet képes megtartani, ugyanakkor a magasabb hőmérsékleten lezajló kondenzáció során jóval több látens hő szabadul fel, ezáltal több energia jut a légkörbe. Ez elsősorban az első vízciklus esetén látszik, a konvektív folyamatok erősebbek, a zivatarok hevesebbek, nagyobb az esély a vilámárvizek kialakulására. A jelenség a szinoptikus skálán is megjelenik, főként az atlanti viharciklonok kialakulása során figyelhető meg: a ciklonok energiájuk egy részét a kondenzálódó, sokszor szubtrópusi eredetű meleg nedves levegőből kapják (Hirata et al., 2018).

A tanulmányban bemutatott három vízciklus külön-külön is jelentős szerepet játszik az időjárás, mindenekelőtt pedig

## Összefoglalás

A tanulmányban bemutatott három vízciklus külön-külön is jelentős szerepet játszik az időjárás, mindenekelőtt pedig



7. ábra. Globális vízfelszín hőmérséklet anomália térkép (forrás: NOAA). A Csendes-óceán keleti részéről kiinduló hűvösebb tengervíz a La Niña folyamat hatása.

a csapadékviszonyok alakulásában. Az egyes ciklusok kapcsolatban vannak egymással, a légköri konvekció körülményeit meghatározzák a szinoptikus skálájú folyamatok, azok alakulását pedig az egész hemiszférát átfogó makro-skálájú folyamatok. Az egyes skálakon jelentkező anomáliák visszavezethetőek az alapvető fizikai-meteorológiai törvényekre: a levegő vízmegtartó képességének nagyfokú hőmérséklet érzékenységre, a légköri cirkulációs rezsimek ugyancsak hőmérséklet érzékeny alakulására és a tengervíz párolgására. A tengervíz hőmérsékleti anomáliája (La Niña jelenség) önmagában valószínűleg nem okozott volna ennyire szélsőséges szárazságot, ha a mérsékelt égöv nem lett volna jóval melegebb az átlagosnál, amely viszont már feltehetően a globális felmelegedés számlájára írható.

### Irodalom

- Aemisegger, F., Vogel, R., Graf, P., Dahinden, F., Villiger, L., Jansen, F., Bony, S., Stevens, B. and Wernli, H.*, 2021: How Rossby wave breaking modulates the water cycle in the North Atlantic trade wind region. *Weather Climate Dyn.* 2, 281–309. <https://doi.org/10.5194/wcd-2-281-2021>
- Ahmadi-Givi, F., Graig, G. C., and Plant, R. S.*, 2004: The dynamics of a midlatitude cyclone with very strong latent-heat release. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.* 130, 10. <https://doi.org/10.1017/qj.02.226>, 295–323.
- Bottyán, E., Czuppon, G., Weidinger, T., Haszpra, L., and Kármán, K.*, 2017: Moisture source diagnostics and isotope characteristics for precipitation in East Hungary: Implications for their relationship. *Hydr. Sci. J.* 62, 2049–2060. <https://doi.org/10.1080/02626667.2017.1358450>
- Bowen, I.S.*, 1926: The ratio of heat losses by conduction and by evaporation from any water surface. *Phys. Rev.* 27, 779–787. <https://doi.org/10.1103/PhysRev.27.779>
- Ciric, D., Stojanovic, M., Drumond, A., Nieto, R. and Gimeno, L.*, 2016: Tracking the origin of moisture over the Danube river basin using a Lagrangian approach. *Atmosphere* 7(12), 162. <https://doi.org/10.3390/atmos7120162>
- Gimeno, L., Vázquez, M., Eiras-Barca, J., Sorí, R., Stojanovic, M., Algarra, I., Nieto, R., Ramos, A.M., Durán-Quesada, A.M., and Dominguez, F.*, 2020: Recent progress on the sources of continental precipitation as revealed by moisture transport analysis. *Earth-Sci. Rev.* 201, 103070. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.103070>
- González, Y., Schneider, M., Dyroff, C., Rodríguez, S., Christner, E., García, O.E., Cuevas, E., Bustos, J.J., Ramos, R., Guirado-Fuentes, C., and Barthlott, S.*, 2016: Detecting moisture transport pathways to the subtropical North Atlantic free troposphere using paired H 2 O-δD in situ measurements. *Atm. Chem. Phys.* 16, 4251–4269. <https://doi.org/10.5194/acp-16-4251-2016>
- Hirata, H., Kawamura, R., Nonaka, M. and Tsuboki, K.*, 2019: Significant impact of heat supply from the Gulf Stream on a “superbomb” cyclone in January 2018. *Geophys. Res. Lett.* 46, 7718–7725. <https://doi.org/10.1029/2019GL082995>
- Holton, J. R.*, 2004. An Introduction to Dynamic Meteorology. Elsevier. 228–268.
- Horváth Á. és Breuer, H.*, 2022: A 2022-es rendkívüli szárazság fizikai-meteorológiai háttere [https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek\\_tanulmanyok/index.php?id=3200&hir=A\\_2022-es\\_rendkivuli\\_szarazsag\\_fizikai-meteorologiai\\_hattere](https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3200&hir=A_2022-es_rendkivuli_szarazsag_fizikai-meteorologiai_hattere)
- Horváth, Á.*, 2006: A Légköri konvekció. OMSZ kiadvány.
- Kamil, S., Almazroui, M., Kucharski, F., and Kang, I.S.*, 2017: Multidecadal changes in the relationship of storm frequency over euro-mediterranean region and ENSO during boreal winter. *Earth Syst. and Env.*, 1, 1–10. <https://doi.org/10.1007/s41748-017-0011-0>
- Liu, B., Tan, X., Gan, T. Y., Chen, X., Lin, K., Lu, M., and Liu, Z.*, 2020: Global atmospheric moisture transport associated with precipitation extremes: Mechanisms and climate change impacts. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 7(2), e1412. <https://doi.org/10.1002/wat2.1412>
- López-Parages, J., Rodríguez-Fonseca, B., Dommenget, D., and Frauen, C.*, 2016: ENSO influence on the North Atlantic European climate: A non-linear and non-stationary approach. *Clim. Dyn.* 47, 2071–2084. <https://doi.org/10.1007/s00382-015-2951-0>
- Payne, A.E., Demory, M.E., Leung, L.R., Ramos, A.M., Shields, C.A., Rutz, J.J., Siler, N., Villarini, G., Hall, A., and Ralph, F.M.*, 2020: Responses and impacts of atmospheric rivers to climate change. *Nat. Rev. Earth Environ.*, 1(3), 143–157. <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0030-5>
- Ramseyer, C.A. and Miller, P.W.*, 2021: Historical trends in the trade wind inversion in the tropical North Atlantic Ocean and Caribbean. *Int. J. Climat.* 41, 5752–5765. <https://doi.org/10.1002/joc.7151>
- Rákóczi F. és Götz G.*, 1981: A dinamikus meteorológia alapjai. Tankönyvkiadó.
- Shaw, A.T. and Pauluis, O.*, 2012: Tropical and Subtropical Meridional Latent Heat Transports by Disturbances to the Zonal Mean and Their Role in the General Circulation. *J. Atmos. Sci.* 69, 1872–1889. <https://doi.org/10.1175/JAS-D-11-0236.1>
- Tuinenburg, O.A., Theeuwes, J.J., and Staal, A.*, 2020: High-resolution global atmospheric moisture connections from evaporation to precipitation. *Earth Syst. Sci. Data* 12, 3177–3188. <https://doi.org/10.5194/essd-12-3177-2020>



# Szárazság Magyarországon 2022-ben és a múltban

Szentes Olivér

Éghajlatváltozási Multidiszciplináris Nemzeti Laboratórium, Országos Meteorológiai Szolgálat, szentes.o@met.hu

DOI:10.56474/legkor.2023.1.2

A 2022-es évben Magyarországon és Európa jelentős részén rendkívüli szárazságot figyelhettünk meg. A tartósan csapadékszegény időjárás következtében sokfelé aszály alakult ki, ami nyáron tetőzött. A legsúlyosabb aszály Magyarországon az Alföld középső és tiszántúli részén volt. Ez a tanulmány a 2022-es év csapadékviszonyai mellett foglalkozik a csapadék térbeli és időbeli változékonyságával, a meteorológiai mérések kezdete óta tapasztalt száraz időszakokkal, valamint az elmúlt 500 évben feljegyzett extrém száraz évekkkel, időszakokkal.

## Drought in Hungary in 2022 and the past

In 2022, Hungary and much of Europe experienced extreme drought. As a result of the persistently low precipitation, severe drought developed in many areas, peaking in the summer. The most severe drought in Hungary was in the central part of the Great Hungarian Plain and in Trans-Tisza region. This study deals with the precipitation conditions in 2022, and the spatial and temporal variability of precipitation, the dry periods since the beginning of meteorological measurements, and the recorded extreme dry years and periods in the last 500 years.

### Bevezetés

A 2022-es év sok szempontból emlékezetes marad. Európa jelentős részét tartós szárazság sújtotta, sokfelé – a műszeres mérések időszakára kiterjedve – rekordalacsonyra apadtak a tavak, folyók, emellett pedig nagyon forró, Európa egyes részein rekordmeleg volt a nyár. Több hőhullám is kialakult, és az egyik Nyugat-Európát érintő hőhullám során az angol meteorológiai szolgálat (Met Office) történetében először, Angliában is meghaladta a hőmérséklet a 40 °C-ot. A nagyfokú szárazság, aszály kiterjedt Európa jelentős részére

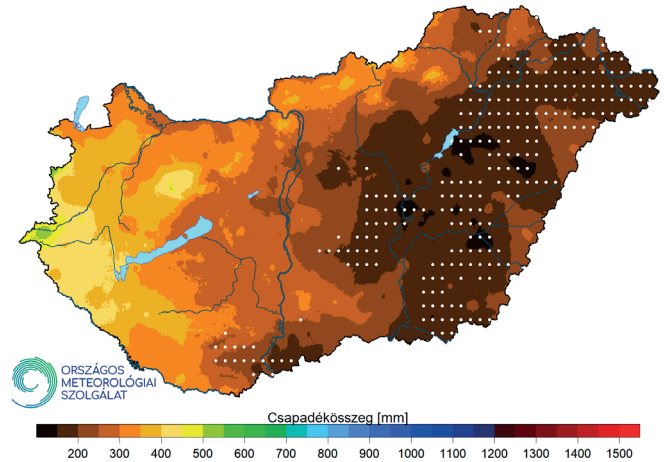
(Toreti et al., 2022), az átlagosnál csapadékosabb időjárás inkább csak Észak-Európában volt. A Kárpát-medencében, Magyarországon is nagy szárazság volt jellemző. Ebben a tanulmányban azt vizsgáljuk, éghajlati skálán mennyire tekinthető rendkívülinek a 2022-es szárazság, valamint milyen száraz időszakok fordultak elő korábban a műszeres megfigyelések időszakában, valamint a korábbi évszázadok feljegyzéseiben. A műszeres csapadékmérések időszaka több mint két évszázadra nyúlik vissza. Az éghajlat és az abban végbemenő változások pontosabb megismeréséhez jó minőségű, hosszú adatsorokra van szükség.

A mérési körülmények azonban gyakran változnak. Az állomásáthelyezések, műszercserék, a mérési időpontok, a környezet beépíttségének változása és még a méréseket végző észlelő váltása is mind olyan töréseket, ún. inhomogenitásokat okozhatnak az éghajlati adatsorokban, amik nem az éghajlat változásából származnak. A tényleges, az éghajlatváltozásnak tulajdonítható változások detektálásához ezért homogenizálásra van szükség. Az adatsorok általában ritkán teljeseek, ezért a hiányzó adatok pótlásával is foglalkozni kell. Az adatsorok homogenizálásánál, adatellenőrzésnél és a hiányzó adatok pótlásánál az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) Éghajlati Osztályán kifejlesztett MASH (Multiple Analysis of Series for Homogenization) (Szentimrey, 1999, 2008) eljárást alkalmazzuk, amelynek eredményeképpen homogenizált, ellenőrzött és pótolta napi adatsorokkal rendelkezünk. A rácsponthoz a MISH (Meteorological Interpolation based on Surface Homogenized Data Basis) (Szentimrey és Bihari, 2007) módszert alkalmazzuk (Izsák et al., 2022).

### Szárazság 2022-ben

A legnagyobb szárazsággal Magyarországnak inkább a keleti fele, főleg az Alföld volt érintett, amit az OMSZ csapadékmérései is alátámasztanak. Az aszály hónapról-hónapra egyre nagyobb mértéket öltött. A legrosszabb helyzet nyárra alakult ki, ami a csapadékszegény időjárás mellett országos átlagban a XX. század eleje óta legmelegebb lett, közel fél fokkal megelőzve az eddigi rekorder 2003-as nyarat. Szeptemberben érkeztek nagyobb és tartós esők, sokfelé mérséklődött, majd megszűnt az aszály, valamint feléledt, kizöldült a természet, ezért ez a tanulmány 2022 augusztusáig foglalkozik a csapadék alakulásával.

A Dunától keletre általában a 250 mm-t sem érte el augusztus végéig a nyolchavi csapadék (1. ábra), az Alföld középső és tiszántúli részén nagyobb területen 200, kisebb körzetekben 150 mm alatt maradt. Kicsit több csapadék a hegyvidékeken és a Dunántúl nyugati és délnyugati részén hullott, de csak kevés helyen érte el a 450 mm-t az augusztus végéig lehullott

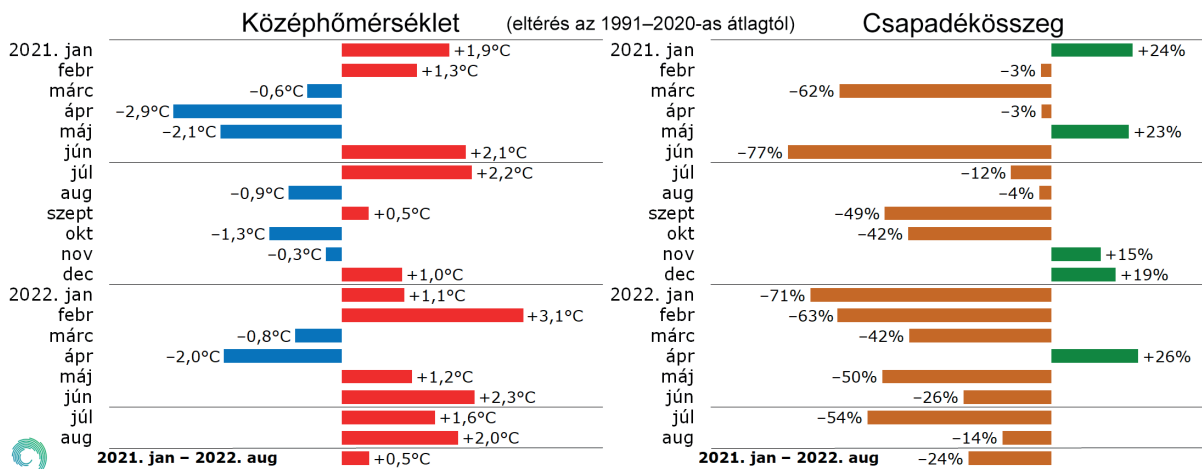


1. ábra. Csapadékösszeg Magyarországon a 2022. január–augusztus időszakban (fehér pontozás a rekordszáraz területeket jelöli).

csapadék mennyisége. Elsősorban az Alföldön és főleg a Tiszántúlon sokfelé a 2022. január–augusztus időszak a legszárazabb év első nyolc hónapja lett 1901 óta.

A 2022-ben tapasztalt súlyos aszály kialakulásához jelentősen hozzájárult, hogy már a 2021-es évet is általában a szárazság jellemezte. Ha kitekintünk a 2021-es évre is (2. ábra), megállapíthatjuk, hogy a tartósan száraz időszak az év júniusában kezdődött, de már a márciusi csapadék is jelentősen elmaradt az átlagtól. A hónapok többsége amellet, hogy száraz volt, általában több fokkal melegebb is az 1991–2020-as éghajlati normálnál. A szokásosnál több fokkal hűvösebb és egyben csapadékos hónap csupán kettő volt a vizsgált húsz hónapos időszakban, a 2021-es május és a 2022-es április. A 2022. augusztust megelőző egy évben hét hónap csapadéka országos átlagban is több mint 40%-kal elmaradt a normáltól, az aszályt pedig tovább súlyosbította, hogy 2022 májusától minden hónap jóval melegebb volt az átlagnál, és a 2022-es nyár pedig országos átlagban a legmelegebb lett 1901 óta. A 2021. januártól 2022. augusztusig tartó időszakban országos átlagban a szokásos csapadékmennyiség csupán mintegy háromnegyede hullott.

A 2021. szeptembertől 2022. augusztusig tartó egy éves időszakban 9 száraz és csak 3 átlagosnál csapadékosabb hónap volt. A csapadékösszeg országos átlaga ebben a 12 hónapban mindössze



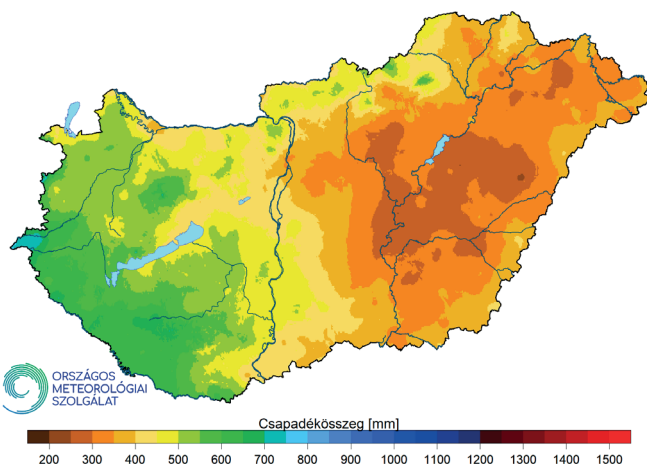
2. ábra. Havi középhőmérséklet (balra) és csapadékösszeg (jobbra) országos átlagának eltérése az 1991–2020-as átlagtól a 2021. január – 2022. augusztus időszakban.

433 mm-nek adódott, ami a harmadik legalacsonyabb érték a XX. század eleje óta. A legkisebb szeptember–augusztusi csapadékösszeg 1989/90-ben volt, 381 mm-rel. Országon belül jelentős különbségek alakultak ki a szárazabb és csapadékosabb országrészek között (3. ábra). A csapadékösszeg a Dunától keletre általában 400 mm alatt maradt, és elsősorban az Alföld középső részén a 300 mm-t sem érte el. Néhány állomáson 250 mm-nél is kevesebb csapadék hullott a vizsgált egy évben 2022. augusztus végéig (pl. Szolnok repülőtér 241,9 mm). Eközben a Dunántúl nagyobb részén és általában

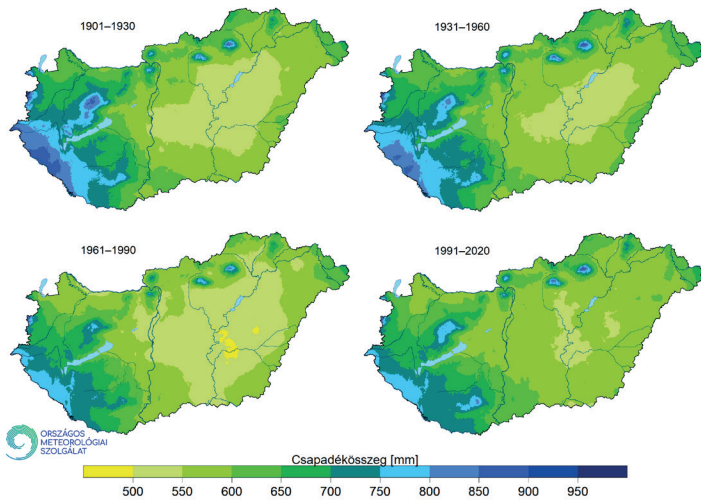
a hegyvidékeken a csapadék mennyisége elérte az 500 mm-t. A legcsapadékosabb a nyugati, délnyugati országrész volt, azon belül is az Órség térsége, ahol 700 mm-t meghaladó csapadékmennyiségek is előfordultak (pl. Felsőszölnök 729,0 mm), így arrafelé komoly aszály nem is alakult ki 2022-ben.

### A csapadék tér- és időbeli eloszlása

A 2021/22-es száraz időszak csapadékának térbeli eloszlásáról tehát elmondható, hogy a hegyvidéki területek és a nyugati, délnyugati országrész a csapadékosabb, míg az Alföld középső része a legszárazabb. Ez a térbeli eloszlás a csapadék esetén teljesen normális. Az évi csapadékösszeg 30 éves átlagait figyelve is hasonló képet kapunk, bármilyen éghajlati normál időszakot választunk (4. ábra). A legcsapadékosabb területei az országnak a hegyvidékek és a nyugati, délnyugati vármegyék. Ezek a tájakon 700–750 mm-t meghaladó átlagos éves csapadék is előfordul, míg a legszárazabb része az országnak az Alföld középső vidéke, ami a legtávolabb van a hegyvidékektől. Az Alföld közepén változó területi kiterjedéssel, de a legszárazabb tájakon minden klímanormál esetén az éves csapadékmennyiség átlagban 550 mm alatti. Országon belül tehát még sokéves átlagban is jelentős különbségek alakulnak ki.



3. ábra. Csapadékösszeg Magyarországon 2021. szeptembertől 2022. augusztusig.



4. ábra. Évi csapadékösszeg átlaga Magyarországon különböző éghajlati normál időszakokban.

A csapadék évi összegei alapján megállapítható, hogy a 2021. szeptember – 2022. augusztus közötti időszakban az ország egész területén, még a legcsapadékosabb területeken is elmaradt a csapadék a sokévi átlagtól. Az Alföld középső részén, ahol 500 és 550 mm közötti értéket vesz fel a klímanormál, a 2021/22-ben mért 250 mm körüli csapadékösszeg a szokásos mennyiség csak kb. fele volt, és Magyarország nagy részén több havi csapadék hiányzott a klímanormálhoz.

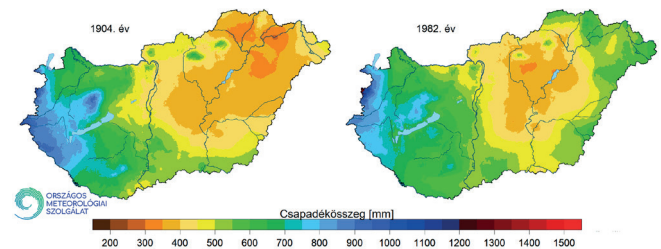
A 4. ábrán is jól látszik, melyek általában az ország szárazabb és csapadékosabb területei. Vizsgáljuk meg, hogy alakulnak az éves csapadékösszegek a csapadékosabb délnyugati és a szárazabb délkeleti országrészben. Ehhez tekintsük a két-két vármegyei átlagokat, délnyugaton Zala és Somogy vármegyéket, délkeleten Csongrád-Csanád és Békés vármegyéket (1. táblázat).

Klímanormál	Délnyugat	Délkelet
1901-1930	751,3 mm	558,7 mm
1931-1960	751,0 mm	574,0 mm
1961-1990	717,7 mm	541,6 mm
1991-2020	713,5 mm	567,5 mm

1. táblázat. Különböző éghajlati normálok esetén az évi csapadékösszeg átlagai Magyarország délnyugati és délkeleti részén.

Átlagosan 150–200 mm-rel csapadékosabb a délnyugati országrész, mint a délkeleti. Ritkán 300 mm-t meghaladó különbség is kialakul. 1937-ben 405,4 mm-rel volt átlagosan csapadékosabb Zala és Somogy vármegye, mint Csongrád-Csanád és Békés. Nagy időbeli változékonyság jelenik meg, mert a következő 1938-as évben átlagban csak 8,4 mm-rel volt csapadékosabb a két délnyugati vármegye. 1901 és 2021 között csupán három év volt, amikor a délkeleti országrész, ha minimálisan is, de csapadékosabb volt délnyugattal, ezek: 1978, 1999 és 2001.

Átlagosan kb. 300 mm-es különbség jellemző az ország legszárazabb és legcsapadékosabb tájai között. Időnként azonban ennél jóval nagyobb, akár 600–700 mm-t is meghaladó különbségek alakulhatnak ki az országon belül. Előfordulhat, hogy a legcsapadékosabb vidékeken eléri az évi csapadékösszeg az 1000 mm-t, míg ugyanabban az évben a legszárazabb területeken 350–400 mm alatt marad. Ilyen évek voltak többek között 1904 és 1982 (5. ábra). Az említett két év az Alpokalján csapadékosnak számított, helyenként 1000 mm feletti éves csapadékkal, eközben az Alföldön vagy északkeleten nagy területek kifejezetten szárazok voltak.



5. ábra. Csapadékösszeg Magyarországon 1904-ben és 1982-ben

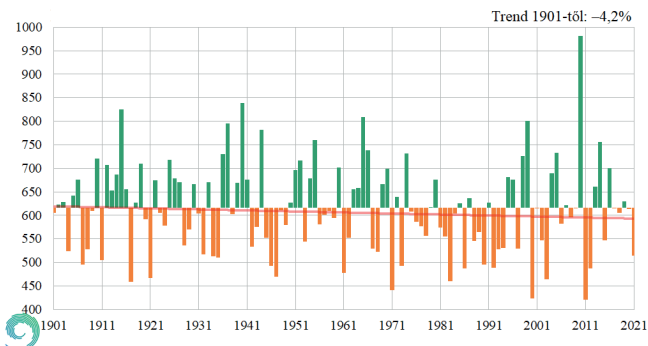
Klímanormál	Országos éves átlag
1901-1930	621,1 mm
1931-1960	627,8 mm
1961-1990	592,7 mm
1991-2020	616,4 mm

2. táblázat. Különböző éghajlati normálok esetén az évi csapadékösszeg országos átlagai Magyarországon.

Magyarország teljes területét figyelembe véve az éves csapadék országos átlagban 600 mm körüli a különböző klímanormálok alapján (2. táblázat).

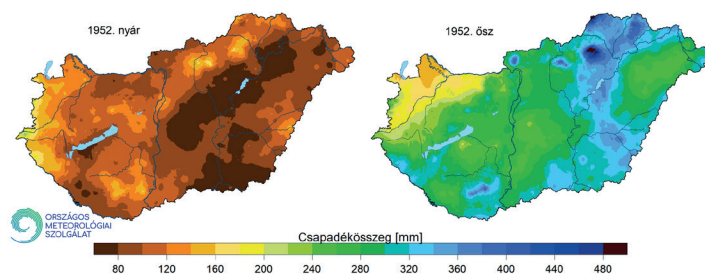
A csapadék azonban nemcsak térben, hanem időben is nagyon változékony meteorológiai elem. Előfordul, hogy akár az egyik évről a másikra is nagy eltérések vannak. Egy csapadékos évet követhet egy száraz és fordítva. Rendkívül csapadékos év volt pl. 1999, amikor a Dél-Alföldön is 800 mm feletti csapadék hullott, míg a következő év a Dél-Alföldön rekordszáraz volt, nagy területen 300 mm alatti éves összeggel. A 2000-ben Szegeden mért 203,3 mm a legkisebb mért évi csapadékösszeg Magyarországon. Hazánk legcsapadékosabb éve 2010 volt, sokfelé 1000 mm, a hegyekben és délnyugaton 1200 mm feletti csapadékkal. A Jávorkúton ekkor mért 1554,9 mm a legnagyobb mért évi csapadék hazánkban. A következő, 2011-es év viszont szokatlanul száraz volt. Annyira alacsony csapadékösszegek ugyan nem fordultak elő, mint 2000-ben, de országos átlagban 2011 volt a legszárazabb 1901 óta (6. ábra). Fordítva is találunk példákat, száraz évet is követhet csapadékos. Ilyen volt például 1935 után 1936.

Az éves csapadék országos átlagban 600 mm körüli hazánkban, általában 500 és 700 mm közé esik. A legcsapadékosabb években előfordul 800 mm feletti érték is, míg a legszárazabb évek, amiket inkább az utóbbi évtizedekben találunk, 450 mm alatt maradnak. Hosszútávon az éves csapadék kismértékű csökkenése figyelhető meg a XX. század eleje óta.



6. ábra. A évi csapadékösszeg Magyarországon 1901 és 2021 között az 1991-2020-as átlaghoz képest a homogenizált, ellenőrzött, interpolált adatsorok alapján (országos átlag), exponenciális trenddel (piros vonal).

A csapadék évszokról-évszakra nagyobb változékonyságot mutat, mint az évek között. Az évszakovnál az egyik legextrémebb esetet 1952-ben találjuk. Országos átlagban a legszárazabb nyár 1901 óta az 1952-es volt, ami a szárazság mellett tartós hőséggel is párosult. Az Alföldön sokfelé 80 mm alatti, Szegednél 60 mm körüli évszakai csapadék hullott, majd a következő évszak országos átlagban a legcsapadékosabb őszi volt a mai napig. 1952 őszi pl. Szeged környékén 300 mm-nél is több csapadék esett (7. ábra).



7. ábra. Csapadékösszeg Magyarországon 1952 nyarán és őszi.

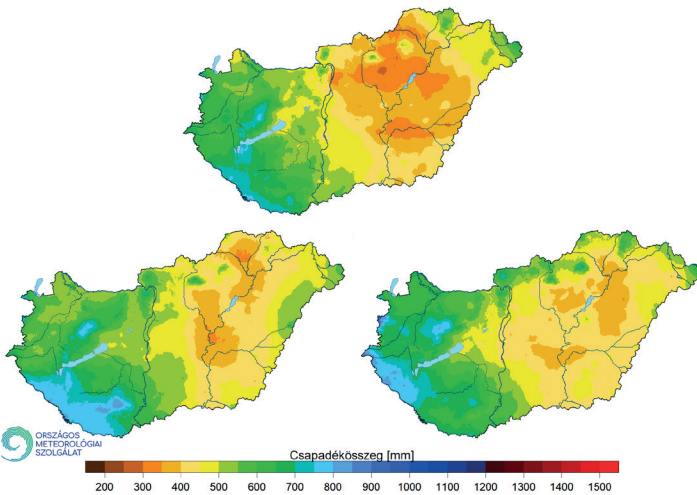
Hasonlóan az 1952-es évhez, a száraz forró nyár után 2022-ben is az év utolsó harmadában összességében csapadékosra fordult az időjárás. Az Alföldön, valamint az északkeleti országrészben is nagyobb mennyiségű csapadék hullott, megszüntetve ezzel az aszályt.

Tekintsünk száraznak egy évet, ha az éves összeg (országos átlag) több, mint 15%-kal elmarad az átlagtól és csapadékosnak, ha több, mint 15%-kal meghaladja azt. Ekkor a száraz évek esetén több, mint másfél havi csapadékhány, csapadékos év esetén többlet lép fel. A 3. táblázat mutatja, hogy ez alapján a különböző éghajlati normál időszakokban hány száraz és csapadékos év fordult elő.

Klímanormál	Száraz év	Csapadékos év
1901-1930	5	3
1931-1960	6	5
1961-1990	6	4
1991-2020	5	5

3. táblázat. Különböző éghajlati normálok esetén a száraz és csapadékos évek esetszámai.

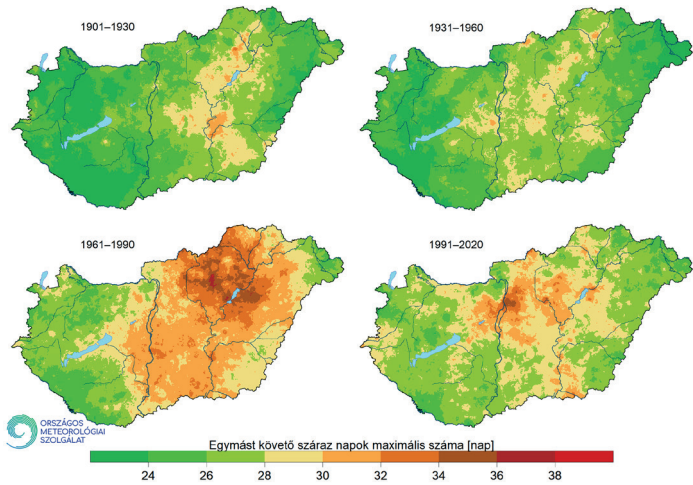
Magyarországon tehát átlagosan 3 évente előfordul egy szárazabb vagy csapadékosabb év. Rendszeretlenül előfordulnak továbbá tartósan száraz, illetve csapadékos évek sorozatban is. Tartósan száraz évek jellemezték például az 1940-es évek közepét vagy az 1980-as évek végét, 1990-es évek elejét. Tartósan csapadékos éves sorozata volt pl. az 1910-es vagy 1960-as években. Tartósan száraz időszak volt pl. az 1990-es évek elején, 1992 és 1994 között. Ezekben az években az évi csapadékösszeg országon belüli eloszlását mutatja a 8. ábra.



8. ábra. Csapadékösszeg Magyarországon az 1992., 1993. és 1994. években

A három év közül az 1992-es volt a legszárazabb, az országos átlag is 500 mm alatt volt, az Alföldön és az Északi-középhegység térségében nagy területen 400, sőt 350 mm alatt volt az éves csapadékösszeg. Az Alföldön többfelé a következő két évben is 400 mm alatt maradt az évi csapadék, míg a Dunántúlon voltak olyan térségek, ahol mindhárom évben 700 mm feletti csapadékmennyiség hullott.

Általában a száraz éveknél sokkal egyértelműbben megjelenik, hogy az ország legszárazabb része az Alföldre esik, ami gyakran nagyobb területre kiterjed, ahogy ezt 2022-ben is tapasztalhattuk. Ez is azt mutatja, hogy Magyarországon belül leginkább az Alföld van aszálynak kitéve, és ott a legnagyobb a kockázata a tartós, súlyos aszálynak is, ami az elmúlt évszázadban is gyakran előfordult, tehát hozzátartozik Magyarországi éghajlatához.



9. ábra. Egymást követő száraz napok éves maximumainak átlaga Magyarországon különböző éghajlati normál időszakokban.

### Száraz időszakok hossza

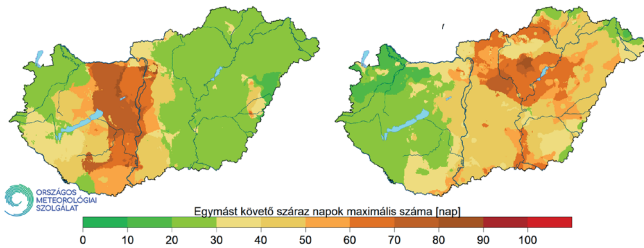
A száraz időszakok vizsgálatára szolgáló éghajlati index az egymást követő száraz napok számának maximális hossza, az a leghosszabb időszak – ebben a tanulmányban évente –, amikor a napi csapadékösszeg nem érte el az 1 mm-t. A 4. táblázat mutatja a különböző éghajlati normál időszakok esetén az évente átlagosan előforduló leghosszabb száraz időszak hosszát országos átlagban.

Klimanormál	Leghosszabb száraz időszak
1901-1930	25,9 nap
1931-1960	25,8 nap
1961-1990	29,3 nap
1991-2020	27,8 nap

4. táblázat. Különböző éghajlati normálok esetén az évente átlagosan előforduló leghosszabb száraz időszak hossza országos átlagban.

Országos átlagban évente van egy közel egyhónapos időszak, amikor nem fordul elő 1 mm-t elérő napi csapadék. A csapadékosabb nyugati, délnyugati országrészben ez az átlag kevesebb, míg a szárazabb Alföldön 5–10 nappal több (9. ábra). A vizsgált négy klimanormálnál az – egyébként legszárazabb – 1961–1990-es időszakban vannak a legmagasabb átlagos értékek.





10. ábra. Egymást követő száraz napok maximális száma Magyarországon 1947-ben és 1961-ben.

Az 1961–1990-es normálnál az Alföldön általában a 30 napot, az északi országrészben sokfelé a 32 napot is meghaladta az évente előforduló leghosszabb száraz időszak átlagos hossza. A többi éghajlati normál esetén általában sokkal kisebb területen fordul elő 30 nap feletti érték. Az aktuális, 1991–2020-as klímanormálnál a középső országrészben van a legnagyobb érték.

Az átlagos maximum Magyarországon 50 nap körüli minden klímanormál esetén, ami azt jelenti, hogy egy-egy évben általában van egy kisebb terület az országban, ami leggyakrabban az Alföldre esik, ahol több mint másfél hónapon keresztül nincs 1 mm-t elérő napi csapadék. A térbeli változékonyság éven belül nagy tud lenni. A maximum országon belül általában 50 nap körüli, de előfordulnak évek, amikor nagyobb területen 2–3 hónapig nincs 1 mm-t elérő napi csapadék. Ilyen évek voltak többek között 1947 és 1961 is (10. ábra).

1947-ben a Dunántúl keleti felén, 1961-ben az Alföld Északi-középhegységhez közeli részén

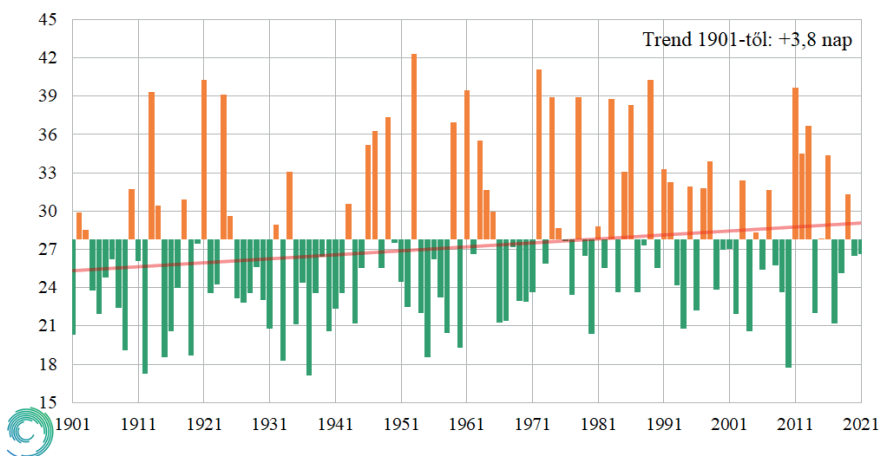
fordul elő nagyobb összefüggő területen két hónapnál hosszabb száraz időszak. Átlagosan 6–7 évente fordul elő két hónapot meghaladó száraz időszak Magyarországon. Az időbeli változékonysága ennek az éghajlati indexnek is nagy (11. ábra).

A többnyire csapadékosabb években találjuk a kisebb, a szárazabbaknál a nagyobb értékeket. Például a nagyon csapadékos 2010-es évben mindössze 17,7 nap volt az országos átlag, míg néhány évben ez az érték a 40 napot is meghaladta (pl. 1953: 42,3 nap). A teljes időszak alapján növekedés tapasztalható. A legtöbb hosszú száraz időszakot az 1970-es és 1980-as, míg a legkevesebbet az 1930-as évek környékén találjuk. Az elmúlt néhány évtizedben számottevő változás ugyan nem figyelhető meg az indexben, viszont, ha figyelembe vesszük, hogy az utóbbi 40 évben sokkal melegebbek lettek a nyarak, és ezalatt a hőhullámoknak a gyakorisága és intenzitása egyaránt növekedett (Bokros és Lakatos, 2022), összességében az aszály kialakulásának kedvezőbbek lettek a feltételei, ezáltal az aszálykockázat növekedett hazánkban.

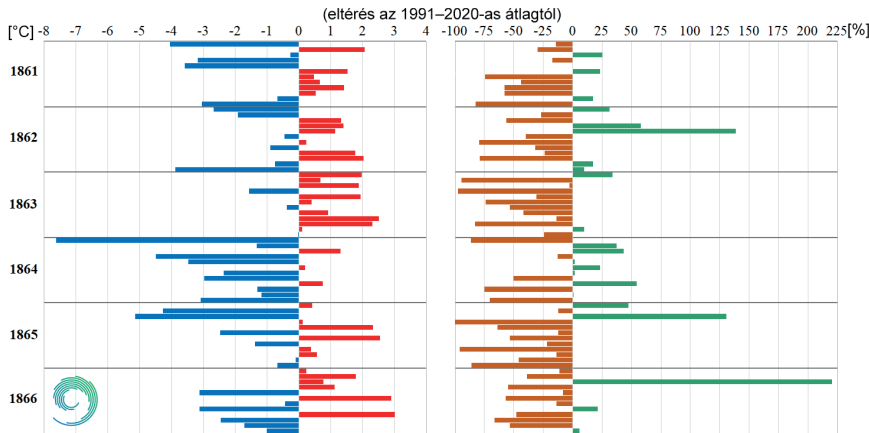
### Az 1860-as évek szárazsága

A kiterjedt és rendszeresnek tekinthető csapadékmérések Magyarországon a XIX. század második felében kezdődtek. Számos feljegyzés árulkodik arról, hogy az 1860-as években több éven át tartós szárazság uralkodott hazánkban. Az aszályos időszakot

a meteorológiai mérések is alátámasztják. A tartósan csapadékszegény időjárás 1861-ben kezdődött és csupán néhány rövid, pár hónapos időszak kivételével az 1867. év elejéig eltartott. A 12. ábra a budai méréseken mutatja be az 1861 és 1866 közötti időszak csapadék- és hőmérsékletviszonyait, ahol a havi középhőmérsékletek és csapadékösszegek az 1991–2020-as időszakhoz vannak viszonyítva.



11. ábra. Egymást követő száraz napok éves maximumának országos átlaga 1901 és 2021 között az 1991–2020-as átlaghoz képest, lineáris trenddel (piros vonal).



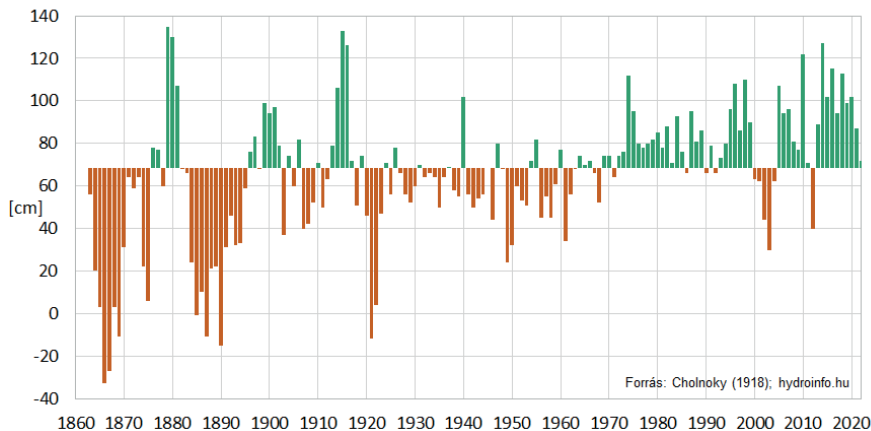
12. ábra. Havi középhőmérséklet (balra) és csapadékösszeg (jobbra) eltérése Budán az 1991–2020-as átlagtól az 1861 és 1866 közötti időszakban.

Budán a tartósan száraz időjárás 1861 júliusában kezdődött. A hat év alatt csak 11 hónapban hullott az átlagnál legalább 25%-kal több csapadék, miközben 35 hónap legalább ennyivel szárazabb volt, amiből 25 hónapban a szokásos csapadékmennyiség fele sem esett. 1861 és 1866 között különösen gyakoriak voltak a száraz hónapok a mezőgazdaság számára fontos április–augusztus időszakban. Összesen 16 száraz hónap mellett csak 2 csapadékos hónap (1862. április–május) fordult elő ebben a tavaszi–nyári időszakban hat év alatt. A téli félévek általában hidegek voltak, nyáron viszont gyakori volt a forróság, hóhullámok. A legszárazabb évek 1863. és 1865. voltak. Az 1863-as év, amellyel, hogy nagyon száraz, nagyon meleg is volt, olyannyira, hogy 2014-ig ez volt a legmelegebb év, ami tovább súlyosbította az 1863-as év aszályát. 1863-ban jelentős dögvész és éhínség is kialakult Magyarországon, főleg az Alföldön (*Érkövy*, 1863). „A nagy Kunságban Karczag 70 ezer holdas határa mint afrikai sivatag, a tenyészetnek semmi nyoma.” Hat településen (Karczag, Kunhegyes, Madaras, Kisújszállás, Túrkeve, Kunszentmárton) 1861-ről 1863 júniusára az extrém szárazság miatt kialakult takarmányhiány miatt a szarvasmarha állomány 80, a lovak 44, a juhek 81, a sertések 73%-a elpusztult. Az 1864-es kicsit kevésbé száraz és szokatlanul hideg évet követően az 1865-ös is extrém száraz volt, nyáron hóhullámokkal. Az 1865-ös július hasonlóan forró volt, mint a 2021-es, ami a legmelegebb július 1901 óta. 1865 áprilisában egyáltalán nem volt csapadék és a szeptember is szinte teljesen száraz

volt. Még az 1866-os év a csapadékos március ellenére is összességében tartósan száraz időt hozott, a június és a szeptember pedig ~3 fokkal melegebb volt a normálnál. A tartós szárazság miatt a Fertő folyamatosan apadt, majd 1865 szeptemberére teljesen kiszáradt és 1869-ig szárazon is maradt a medre. A Fertő szeszélyes vízjárásáról viszonylag sok leírás megmaradt az elmúlt évszázadokból, amik alap-

ján átlagosan 100–120 évente kiszárad néhány éves időszakokra. A XIX. században kétszer is kiszáradt, az 1860-as évek mellett 1811 és 1813 között. 1869 óta nem száradt ki teljesen, jelentősebb lepadások 1935-ben, 1949-ben, 1961-ben és 2022-ben voltak.

Az 1860-as évek száraz időszakából Cholnoky Jenő jóvoltából a Balatonra vonatkozó feljegyzéseket is találunk, valamint az 1863-as évtől, amikor a siófoki zsilipet is átadták, részletes vízállás feljegyzések is rendelkezésre állnak (*Cholnoky*, 1918). Az 1860-as években a következőket jegyezték fel a Balatonról: 1863-ban süllyedt a víz, és észrevették már akkor is, hogy ezt az apadást a párolgás okozta, mert hisz a víz az elmúlt év legnagyobb részében el volt zárva. Habár nagyon száraz volt az 1865-ös év is, 1865 októberében kinyitották a zsilipet és folyamatosan folyt a víz a csatornán. A szabályozást teljesen sikeresnek tartották. A zsilipet ugyan elzárták nem sokkal később, de a folytatódó csapadékszegény időjárás miatt a víz a megállapított 0 vízszint alá süllyedt 45 centiméterrel 1866-ban. A halak kezdtek kipusztulni, a nádasok kiszáradtak. A déli parton, az abráziós partszegélyen egészen szárazra került a tőfenék és a homok egészen betemette a parti földeket és még a vasúti közlekedést is megakasztotta. Mintha valami homoksiivatagon járt volna a vasút, hatalmas buckák másztak föl a töltésre, a berkek tökéletesen szárazra jutottak, a nádasok ropogva égtek le. Ekkor kezdtek el egyes hangok az eddig magasztalt zsilipet szidni. Ekkor kezdődött a jelszó: „Lopják a Balatont!”.



13. ábra. A Balaton vízállása október végén Siófoknál a XX. század átlagához képest az 1863 és 2022 közötti időszakban.

1870-től a csapadékosabbra forduló időjárásnak köszönhetően emelkedett a tó vízszintje, és a hetvenes évek elején elég „becsületesen” viselkedett a tó, nem mutatott túl nagy ingadozásokat (13. ábra).

Az 1870-es évek végén, már 1877-ben is, de különösen 1879-ben annyira megáradt a Balaton, hogy 1,93 méter magasan is állt a 0 cm fölött! Persze nagy kárt tett, még a füredi sétaterre is kiöntött, s még két és fél évig nem apadt le az áradás előtti szintre. Természetesen megint volt nagy láрма: „Kiöntenek bennünket, mint az ürgét”, „puskaport a zsilipnek!”.

A Balaton vízjárását 1863 óta a zsilip ugyan nagymértékben befolyásolja, és az évek során a tó szabályozási vízszintje többször is változott, ennek ellenére a nagyon száraz és csapadékos évek megjelennek a vízállás adatsorban is. A legalacsonyabban a tó vízszintje természetesen az 1860-as évek nagy szárazsága alatt volt. A XX. században a minimum 1921-ben található, ami szintén egy nagyon száraz év volt, nyáron pedig komolyabb hőhullámok is voltak, 40 fokot is elérő legmagasabb hőmérséklettel. Azóta jelentősebb vízcsökkenések, amikor 40 cm alá csökkent a tó vízszintje, 1949-ben, 1961-ben, a közelmúltban 2003-ban és 2012-ben voltak. 2022-ben október végén 70 cm körül alakult a vízszint, ami a XX. századi átlagközelit érték. Nagyon csapadékos években előfordult, hogy kiöntött a Balaton. A tónak jelentősebb kiáradásai 1880 körül, az 1910-es években és legutóbb 2014-ben voltak.

## Nagy szárazságok az elmúlt 500 évben

A XIX. századot megelőző évszázadokból csapadékmérések ugyan nincsenek, hőmérséklet is csak a 1700-as évek végétől, az egyes évekből azonban számos, az év időjárására vonatkozó feljegyzés fennmaradt, amikből a hőmérséklet- és csapadékvizonyokra lehet következtetni. Ebben a tanulmányban néhány nagyon száraz év és időszak kerül

bemutatásra a Réthly Antal által összegyűjtött feljegyzések (Réthly, 1998, 2009a, 2009b) alapján, időben visszafelé haladva.

**1830-as évek:** Az 1860-as évek előtt az 1830-as években volt Magyarországon jelentősebb aszály. Abban az évtizedben a feljegyzések alapján a legszárazabb év és legforróbb nyár az 1834-es volt. Az enyhe telet egy meleg és száraz tavasz, majd egy korán kezdődő, hosszú, nagyon száraz és rendkívül forró nyár követte. Az első hőhullám május közepén, az utolsó szeptember közepén volt 1834-ben. Az 1834. július az elmúlt 200 év legmelegebb júliusa lehetett, amihez hasonlóan forró hónapot csak hármalt találunk 1780 óta: az 1794. júliust, az 1807. és 1992. augusztust. Budán a gellérthegyi csillagvizsgálóban működő meteorológiai állomáson a következőket jegyezték fel: „Az idej nyárnak közönséges bélyege: az aszály és forróság nem csak el nem változott július hónapban, sőt inkább nagyobb mértékben tűnt elő. 40 év alatt ily forró július nem volt.”

A XIX. század elején, 1810 körül is voltak nagyon száraz évek, 1811-re a Fertő is kiszáradt. Sopron környékén az 1802-es év is nagyon száraz volt. „A természetlenség miatt az emberek fűrészpport, s összeörlött kukoricacsutkát dagasztottak össze korpával és abból süttött kenyéren tengődtek.”

**1794:** Ahogy 1834-ben utaltak rá, a feljegyzések szerint valóban egy rendkívül forró és aszályos év lehetett 1794. Ez év nyarának tartós szárazsága különösen a Délvidéken igen szűk termést

adott. Ezt követően egyes déli megyékben felérték a kenyérkészletet. „Kiskunhalason, 1794 nyarán oly rendkívüli szárazság és hőség perzselte fel a határt, hogy 1795 tavaszán kenyeret kellett kiosztani a nyomorgó szegényebb néposztály között.” Rábakovácsi: „Oly nagy nálunk a szárazság, amilyenre senki sem emlékszik. A szőlő is mind megfonnyad, s répa és káposzta se lesz... Marhavész is nagyon pusztított. Volt, ahol az emberek gyékénygyökérrel tengették életüket, azok barmai pedig a házak szalmafedeleit, s a rothadt garádokat (kerítés) is felemésztvén, rakásra hulltak a takarmány hiánya miatt.”

**1730-as évek:** Már az 1720-as években voltak szárazabb évek, pl. 1728-ban is már leapadt a Fertő, majd a szárazság az 1730-as évek második felében fokozódott. 1736-ban Sopronban a vizek elapadása miatt nem lehetett örölni, majd a következő év is nagyon aszályos volt. „Sopron: Ez év is száraz év volt és a nyár aszályos. A Fertő már oly kicsiny lett, hogy csak itt-ott látszott egy-egy pocsolya. Egy bodnármeester augusztus 10-én gyalogszerrel ment át a „tavon”. 1738-ban a tó szinte teljesen eltűnt. Júniustól az emberek a kemény tó fenekén ide-oda által-mehettek egész nyáron. A halevés megszűnt. A hegyek szőlői tönkrementek. A szőlő csak 2–3 lábnyi (60–90 cm) magasra nőtt.” A szárazság 1739-től szűnt meg, majd tartósan csapadékosra fordult az időjárás, hogy 1742-ben már attól tartottak, hogy a Fertő elönti a part menti falvakat.

A XVIII. század elején nagyon száraz év volt 1718 és 1719, valamint 1709. Utóbbinál jelentős termés kiesést és éhínséget, majd pestisjárványt okozott az aszály mellett az is, hogy az 1708/09-es tél, főleg a január rendkívül hideg volt és sok gyümölcsfa, valamint szőlő, dió és őszi vetés is kifagyott, majd a tavaszi vetés a száraz időben nem kelt ki.

Ahogy haladunk visszafelé a múltban, egyre kevesebb az írásos feljegyzés, de a XVII. században is maradtak jegyzetek, amik több éven át tartó aszályos évekre utalnak. Ilyen száraz periódus volt az 1630-as évek második felében 1635-től 1638-ig, emellett száraz évek voltak 1652 és 1653, 1615 és 1616, valamint 1607-től 1609-ig. „Sopron, 1607: Száraz év és forró nyár. Júliusban a forróság oly nagy volt, hogy majdnem felgyújtotta az erdőket, sok fa teljesen elszáradt; szalma és széna, valamint

sarjű sem volt. Bor kevés, de nagyon jó termett s oly erős, hogy égetett, mint a pálinka. Gabona is kevés termett, de jó. Ebben az évben nem volt tél. Hó egyáltalán nem hullott, s semmilyen hideg nem volt, már februárban zöldellt az erdő és áprilisban már vörös cseresznye volt.”

A XVI. század második felében aszályosabb év volt 1590, 1585, 1569 és 1570. „Sopron, 1585: A tavaszi esők hiányában a gabona elmaradt, fű sem volt a lovak és szarvasmarhák számára. Ez volt az a forró nyár, amikor nem csak itt nálunk száradtak ki a patakok, hanem a Lajta és Bécsújhely mellett és még más vizek a Csallóközben és a Hanságban. A föld az állandó forróságtól és aszálytól égett, s hatalmas bűzt terjesztett. A föld összeroskadt és egész nyáron és ősszel az emberek majdnem egészen elcsüggedtek, de ebben az esztendőben és a következőben felette ízletes és sok bor termett.”

**1539–1545:** Az elmúlt fél évezred egyik legextremébb aszályos időszaka 1539-ben kezdődött és 1545-ig tartott. „Sopron, 1539: Ebben az évben telünk nem volt, a nyár oly forró volt, hogy az embereknek éjjel kellett dolgozniuk. Szalma, széna és sarjű sem termett, úgyszintén kukoricatermes sem volt. 1540 Európa-szerte rendkívül aszályos és forró év volt, majd az 1541-es év is annyira száraz volt, hogy a Fertő is kisebb lett s nem lehetett rajta halászni. A hal annyira drága lett, hogy csak a nagy urak ehatték. 1542 is száraz volt, majd 1543 is száraz év, a Fertő eltűnt, Sopronban vízinség volt és bor is kevés termett. 1544 is annyira száraz esztendő, hogy a Fertő-tóban csak itt-ott látszódtott nedves rész. Még az 1545-ös év is olyan száraz volt, hogy Sopronban a kutak kiszáradtak. Az 1540-es évek második felében fordult csapadékosabbra az időjárás, akkor viszont annyira sok esett, hogy 1549-ben a Fertő már annyira megnagyobbodott, hogy a balfi rétek és szántóföldek mind víz alá kerültek.”

**1540:** Az 1540. év annyira aszályos és forró volt Közép-, Dél- és Nyugat-Európában, hogy érdemes külön foglalkozni vele. „Zürichben február 19. és szeptember 19. között csak 4-szer esett, Regensburgban márciustól július végéig egyszer sem volt eső, úgyszintén Milánóban is 5 hónapra át teljes szárazság uralkodott. Lotharingiában június 10-én arattak, Ulmban június 29-én. Augsburgban júliusban volt édes szőlő. A bor rendkí-

vül erős volt. Belgiumban augusztusra véget ért a gabona- és szőlőszüret. Angliában a cseresznye májusban, a szőlő júliusban érett és oly mértékű volt a szárazság, hogy a kutak, források, folyók kiszáradtak. A Temze annyira kiszáradt, hogy a sós tengervíz a londoni híd fölé nyomult fel.” Az év vége is enyhe időt hozhatott, mert őszi másodvirágzásból még második cseresznyeszüretre is volt idő Lindauban, ahol a Boden-tó annyira leapadt ebben az évben, hogy az egyébként szigeten levő város szárazföldi összeköttetésbe került a parttal. Magyarországon is rendkívüli nagy szárazság uralkodott. Száraz, meleg év volt, minek folytán az aratás igen korán esett. „A Duna vízállása július hó végéig feltűnően kicsiny volt. Erdélyben is igen nagy forróság volt, melytől sok forrás kiszáradt és több helyen erdőtűz támadt. Széna nem teremvén két darab nagy marhát egy Forinton lehetett venni. A lágý telet égetően forró nyár követett. Néhol a víz drágább volt, mint a bor.”

### Összefoglalás

Magyarországon a csapadék térben és időben nagyon változékony elem. Az országon belül általában a hegyvidéki területek és a nyugati, délnyugati országrész a csapadékosabb, míg az Alföld középső része a legszárazabb. Szárazabb évek esetén az ország legszárazabb része egyértelműen az Alföldre esik, ami gyakran nagyobb területre kiterjed. 2022-ben is elsősorban az Alföldön volt a legnagyobb az aszály, aminek a súlyosságát tovább fokozta a XX. század eleje óta tapasztalt legforróbb nyár. Ez is azt mutatja, hogy Magyarországon belül leginkább az Alföld van aszálynak kitéve, és ott a legnagyobb a kockázata a tartós, súlyos aszálynak is. Az elmúlt évszázadban is gyakran előfordultak, akár éveken keresztül is száraz periódusok. A rendszeres csapadékmérések kezdete óta legsúlyosabb aszályos időszak az 1860-as években volt, amikor még a Fertő is kiszáradt. A régi időjárási feljegyzésekből tudjuk, hogy a korábbi évszázadokban is kialakultak súlyosabb szárazságok, amik többször éhínséget, járványokat is okoztak. A hazánkban időnként fellépő szárazság, aszály hozzátartozik Magyarorszag éghajlatához, ugyanakkor az elmúlt

évtizedekben jelentősen melegebbé váltak a nyarak, a több és intenzívebb hóhullám pedig erősíti az aszályhajlamot.

### Irodalom

- Bokros K. és Lakatos M., 2022: Hőségperiódusok vizsgálata Magyarországon a XX. század elejétől napjainkig. *Légkör* 67, 130–140.  
<https://doi.org/10.56474/legkor.2022.3.2>
- Cholnoky J., 1918: A Balaton hidrografiája. A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei I. kötet - A Balatonnak és környékének fizikai földrajza. 2. rész. A M. Földrajzi Bizottság Balaton-bizottsága. Budapest.
- Érkövy A., 1863: Az 1863. évi aszályosság a Magyar Alföldön: közgazdászati tanulmány. Pest: Kozma ny., 1863.
- Izsák, B., Szentimrey, T., Lakatos, M., Pongrácz, R., and Szentes, O., 2022: Creation of a representative climatological database for Hungary from 1870 to 2020. *Időjárás* 126, 1–26.  
<https://doi.org/10.28974/idojaras.2022.1.1>
- Réthy A. 1998: Időjárási események és elemi csapások Magyarországon 1801–1900-ig, 2 kötet. OMSZ. Budapest.
- Réthy A. 2009a: Időjárási események és elemi csapások Magyarországon 1700-ig. OMSZ. Budapest.
- Réthy A. 2009b: Időjárási események és elemi csapások Magyarországon 1701–1800-ig. OMSZ. Budapest.
- Szentimrey, T., 1999: Multiple Analysis of Series for Homogenization (MASH). Paper presented at the Proceedings of the Second Seminar for Homogenization of Surface Climatological Data, Budapest, Hungary, WMO WCDMP-No. 41: 27–46.
- Szentimrey, T. and Bihari, Z., 2007: Mathematical background of the spatial interpolation methods and the software MISH (Meteorological Interpolation based on Surface Homogenized Data Basis). In: Proceedings from the Conference on Spatial Interpolation in Climatology and Meteorology, Budapest, Hungary, 2004, COST Action 719, COST Office, 17–27.
- Szentimrey, T., 2008: Development of MASH Homogenization Procedure for Daily Data. Paper presented at the Proceedings of the Fifth Seminar for Homogenization and Quality Control in Climatological Databases, Budapest, 2006; WCDMP-No. 71, WMO/TD-No. 1493: 123–130.
- Toreti, A., Bavera, D., Acosta Navarro, J., Cammalleri, C., de Jager, A., Di Ciollo, C., Hrašt Essensfelder, A., Maetens, W., Magni, D., Masante, D., Mazzeschi, M., Niemeyer, S., and Spinoni, J., 2022: Drought in Europe August 2022, Publications Office of the European Union, Luxembourg.  
<https://doi.org/10.2760/264241>, JRC130493
- A cikkben bemutatott kutatás a Széchenyi Terv Plusz program keretében az RRF-2.3.1-21-2022-00014 számú projekt támogatásával valósult meg.**



## A 2022-es aszály agrometeorológiai elemzése

Erdődiné Molnár Zsófia, Kovács Attila Viktor

Országos Meteorológiai Szolgálat, molnar.zs@met.hu

DOI:10.56474/legkor.2023.1.3

A mezőgazdaság szempontjából a csapadék és a hőmérséklet a két legfontosabb meteorológiai elem. Előbbi hosszabb időszakon át jelentkező hiánya egyaránt nagy hatással van a növénytermesztésre és az állattenyésztésre is. A történelmi időkben a 2022-eshez hasonló rendkívül száraz éveket mindig éhínség követte az adott területen (Réthly A., 1998), és bár a XXI. században ettől nem kell tartanunk Magyarországon, az aszálynak így is súlyos következményei vannak az élelmiszertermelésre. A szárazság nem egyforma mértékben érintette hazánk egyes tájegységeit, így a terméshozamokban is számottevő különbségek adódtak. Cikkünkben a 2022-es év első nyolc hónapjában tapasztalt nagyfokú aszály sajátosságait és mezőgazdaságra gyakorolt hatásait tekintjük át.

### Agrometeorological analysis of the 2022 drought

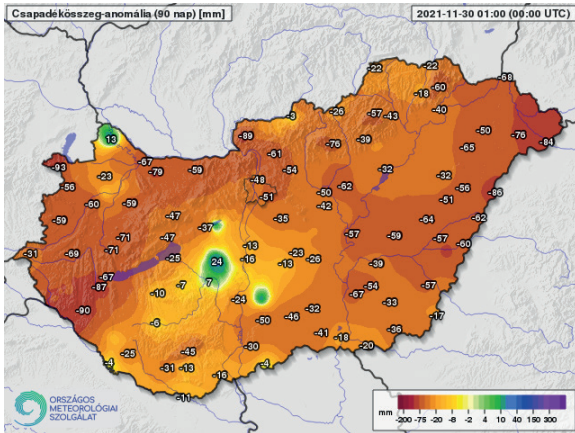
Rainfall and temperature are the two most important meteorological elements from the aspect of agricultural management. The long-term lack of precipitation has a great impact on crop production and animal husbandry. In historical times, extremely dry years like 2022 were always followed by famine in the given area (Réthly A., 1998), and although in the 21st century we do not have to fear this in Hungary, the drought still has serious consequences for food production. The drought did not affect the individual landscape units of our country to the same extent, so there were also significant differences in crop yields. In our article, we review the characteristics of the severe drought experienced in the first eight months of 2022 and its effects on agriculture.

#### 2021 őszenek csapadék és talajnedvesség viszonyai

Az agrometeorológiában gyakran nem naptári évek időjárását, hanem egy-egy növény vagy növénycsoport tenyészidőszakának időjárását vizsgáljuk, amikor arra vagyunk kíváncsiak, hogy kedvezően alakult-e az időjárás az adott növényi kultúra számára. A 2022-es rendkívül aszályos

év csapadékviszonyainak vizsgálatát is érdemes előbb kezdenünk, hiszen a 2022-ben betakarításra kerülő növények egy része, az őszi vetések tenyészidőszaka 2021 őszen kezdődött, illetve a talaj nedvességviszonyai már a vetés előtti időszakban is meghatározóak lehetnek a vetést megelőző magágy-előkészítés miatt.

2021 őszen az átlagosnál kevesebb csapadék hullott az ország túlnyomó részén. Az 1991–2020-as

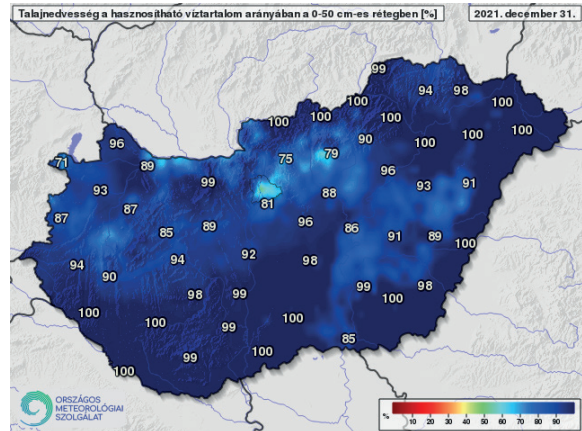


1. ábra. A 2021 őszi csapadék eltérése a sokévi átlagtól.

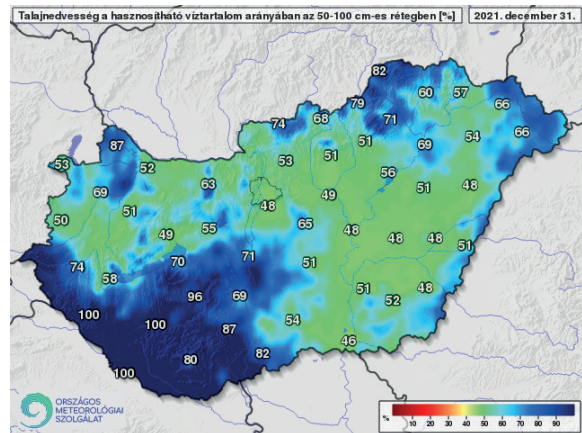
normálidőszak átlagos értékeinél 50–80 mm-rel kevesebb esett nagy területen: a Tiszántúlon és a Dunántúl északnyugati felén (1. ábra).

Az őszi káposztarepce vetése 2021-ben augusztus végén volt ideális, mert a hónap utolsó napjaiban szinte országszerte hullott több-kevesebb eső, de szeptember első felében már száraz idő volt a jellemző. A Dunántúlra és a középső országrészbe a hónap második felében jelentős csapadék érkezett, a kis növények fejlődésnek indulhattak, ezzel szemben keleten, északkeleten kevés csapadék hullott, így errefelé hiányosan kelt és nehezen fejlődött a repce. Az őszi kalászosok vetésének a talaj előkészítéséhez többnyire kedvezőek voltak a feltételek, de északkeleten és az Alföld középső részén szinte egész októberben nagyon száraz volt a talaj. Október folyamán ezeken a részeken a 10 mm-t sem érte el a havi csapadékösszeg szemben az ilyenkor szokásos 35–45 mm-rel. November első dekádjában az addig szárazsággal küzdő területekre is jelentős csapadék érkezett, amire a repcének és a frissen kelt őszi kalászosoknak egyaránt óriási szüksége volt. A november nagy része ismét száraz idővel telt, a hónap végén és december elején érkezett jelentős csapadék. Bár a talajok téli feltöltődése későn kezdődött 2021-ben, de december végéig jól haladt. December utolsó dekádjában is bőséges csapadék érkezett, így az év utolsó hónapja összességében az ország túlnyomó részén csapadékosabb lett a sokéves átlagnál. Év végére a felső fél méteres talajréteg a legtöbb helyen telítettségközeli állapotba

került (2. ábra), de az alsóbb talajrétegekben még bőven volt hely a téli csapadék számára (3. ábra). Az őszi vetések novemberben és a szokásosnál enyhébb december folyamán megerősödtek, így jellemzően jó állapotban néztek a tél további hónapjai elé.



2. ábra. Talajnedvesség a hasznosítható víztartalom arányában a talaj felső fél méteres rétegében 2021. december 31-én (%).



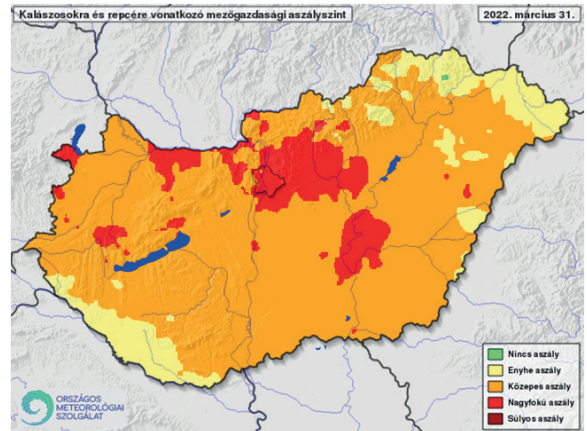
3. ábra. Talajnedvesség a hasznosítható víztartalom arányában a talaj 50-100 centiméteres rétegében 2021. december 31-én (%).

### Téli és kora tavaszi aszály

A talaj őszi-téli feltöltődésének folyamata kulcsfontosságú a következő évi növénytermesztés szempontjából. A mélyebb talajrétegek ebben az időszakban tudnak nedvességhez jutni, mert ilyenkor az alacsony hőmérsékletből adódó kisebb mértékű párolgás miatt a lehulló csapadéknak nagyobb hányada szivárog a talajok mélyebb

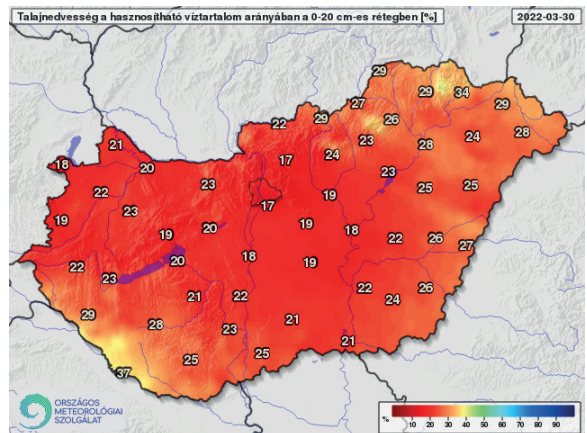
rétegeibe. Tavasszal és főként nyáron, amikor alacsonyabb a levegő relatív nedvességtartalma, sokkal intenzívebb a párolgás, a levegő szinte kiszívja a nedvességet a növényekből és a talajból. Ilyenkor a lehulló csapadék csak a felső, legfeljebb a középső talajréteget tudja átmedvesíteni, és a mélyebb rétegekbe csak igen ritkán előforduló nagy csapadékú helyzetekben jut a nedvességből. Ehhez hozzájárul még az is, hogy nyáron gyakoribb a konvektív, záporos csapadék, amikor rövid idő alatt ugyan nagy mennyiség hullik le, de ennek a jelentős mértékű lefolyás miatt csak kisebb hányada tud hasznosulni a talajban. Egy-egy felhőszakadás alkalmával jelentős vízmennyiséghez juthatna a talaj, de ennek nagy része a felszínen lefolyik, így a mélyebb talajrétegeket nem táplálja. Ugyanakkor a növények a vegetációs időszakuk aktív időszakában, tavasszal, nyáron és ősszel sokszor csak a fél méternél mélyebb talajrétegekből jutnak nedvességhez, és a nedvességen keresztül tápanyagokhoz. Ezért olyan években, amikor télen nem hullik kellő mennyiségű csapadék, és a talajok őszi-téli feltöltődése nem történik meg, egy esetleges nyári aszály sokkal súlyosabb következményekkel jár, mint olyankor, amikor a talaj nedvességtartalékai a tavaszi-nyári eleji időszakban még rendelkezésre állnak a növények számára.

2022 januárjában tartós északnyugati áramlással időjárási frontok sorozata érte el hazánkat, azonban ezek csak igen kevés csapadékot hoztak, így a talajok nedvességgel való feltöltődésének folyamata megállt. Az ország délnyugat-északkeleti sávjában nagy területen 5 mm alatt alakult a havi csapadékösszeg, és a csapadékosabb nyugati országrészben és a Tiszántúlon sem esett több 10-15 mm-nél. Februárban sem változott számottevően az időjárási helyzet, a térségünkbe északnyugat felől gyakran érkező időjárási frontok csapadékot alig szállítottak. Bár gyakran esett, de mindig csak kis mennyiség, és az sem mindenhol, így a február is az átlagosnál szárazabban alakult. Az Alföldön, a Mezőföldön és az Északi-középhegység vidékén nagy területen a 10 mm-t sem érte el a havi csapadékösszeg, és csak kevés helyen, főként a délnyugati országrészben esett több 20 mm-nél. A talajok felszínközeli rétege a gyakran szeles, napos, meleg időben kiszáradt,



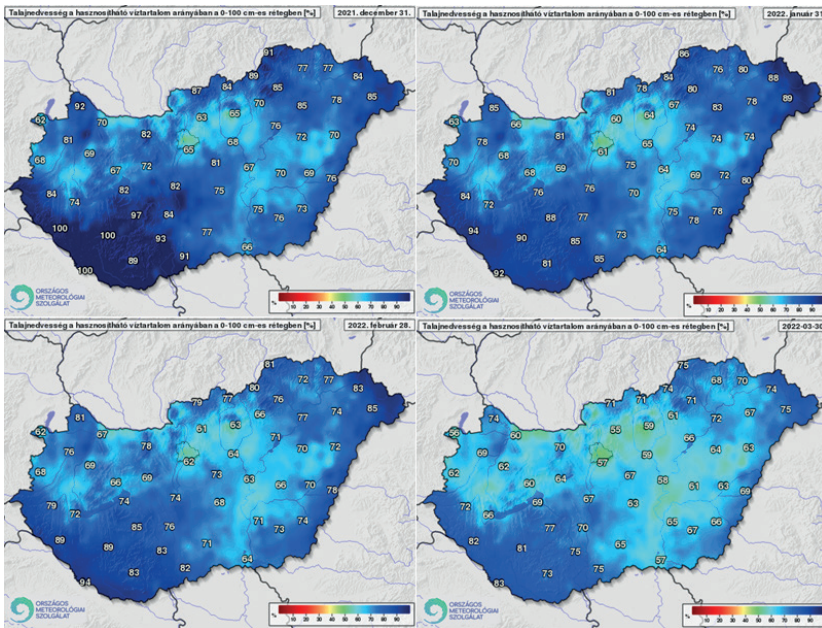
4. ábra. Őszi kalászosokra és repcére vonatkozó mezőgazdasági aszályszint 2022. március 31-én.

a mélyebb talajrétegek pedig az ország nagy részén fel sem töltődtek nedvességgel a tél folyamán, sőt a telítettséghez hiányzó vízmennyiség hétről hétre növekedett. A hónap végén északkeletre fordult az áramlás, és ez folytatódott márciusban is. Ekkortól hűvös, de továbbra is száraz légtömegek érkeztek fölénk, a vegetáció februári – egyébként túl korai – fejlődése megtorpant. A szárazság tovább fokozódott, március első harminc napjának csapadékösszege a nyugati-délnyugati országrészben az 1 mm-t sem érte el, csak keleten-északkeleten esett 8–10 mm. Az év első három hónapját jellemző rekord kevés csapadéknak köszönhetően már a vegetációs időszak elején az ország jelentős részén közepes vagy nagymértékű mezőgazdasági aszály alakult ki (4. ábra). Március utolsó



5. ábra. Talajnedvesség a hasznosítható víztartalom arányában a talaj felső 20 centiméteres rétegében 2022. március 30-án (%).





6. ábra. Talajnedvesség a hasznosítható víztartalom arányában a talaj felső egy méteres rétegében 2021. december 31-én, 2022. január 31-én, 2022. február 28-án és 2022. március 30-án (%).

dekádjában mindehhez még a meleg, napos idő is beköszöntött, ami fokozta a párolgást, így a hónap végére a talajok felső 20 cm-es rétegének nedveségtartalma 20% körüli értékre csökkent a növények számára hasznosítható víztartalom arányában (5. ábra). A tavaszi kalászosok vetése poros, rendkívül száraz talajba történt. A szárazságnak közvetett hatásai is jelentkeztek. Száraz talajfelszín fölött éjszakánként jobban le tud hűlni a levegő, mint nedvesebb felszín fölött (Szász, 1989), így a márciusi éjszakákon is kemény fagyok veszélyeztették a korai gyümölcsfák bimbóit, délen virágait, és a rendkívül száraz talajfelszínnek is hozzájárultak a hónap közepén tapasztalt jelentős, -8 és -13 fok közötti lehüléshez.

A talajok szokásos téli feltöltődése ebben az évben nem történt meg, az év első három hónapjában nem növekedett, hanem csökkent a felső egy méteres talajréteg nedveségtartalma (6. ábra). Ennek a későbbiekben súlyos következményei lettek a nyári növények vegetációs időszakában.

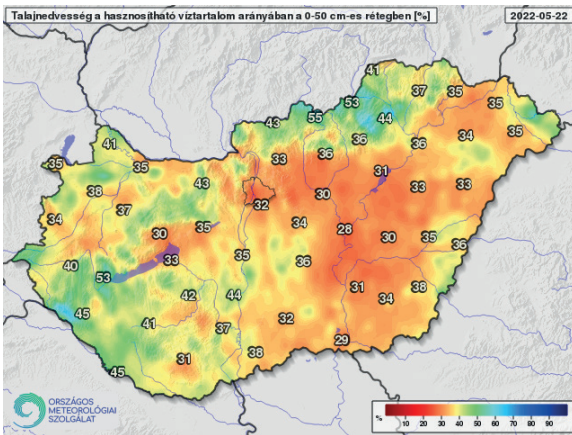
Az életmentő csapadék március utolsó napján érkezett meg, akkor többfelé egy nap alatt több eső esett, mint a megelőző három hónapban összesen. A száraz évkezdet után áprilisban több hullámban

jelentős mennyiségű csapadék öntözte az ország nagy részét, így eleinte gyors fejlődésnek indult a vegetáció. Az Alföld déli része, illetve a Kisalföld azonban sokáig kimaradt az esőkből, utóbbi területeken még a hónap végén is az aszály jelei mutatkoztak. Az ország nagy részén viszont 10–30 mm-rel több esett az ilyenkor szokásosnál, és erre a csapadékra óriási szüksége volt az őszi vetéseknek. A talajok felszínközeli és középső rétegei a legtöbb helyen kellően átnedvesedtek, délnyugaton és északkeleten a mélyebb rétegekbe is jutott a nedvességből. A hónap végén azonban így is le volt maradva a vegetáció az április végi

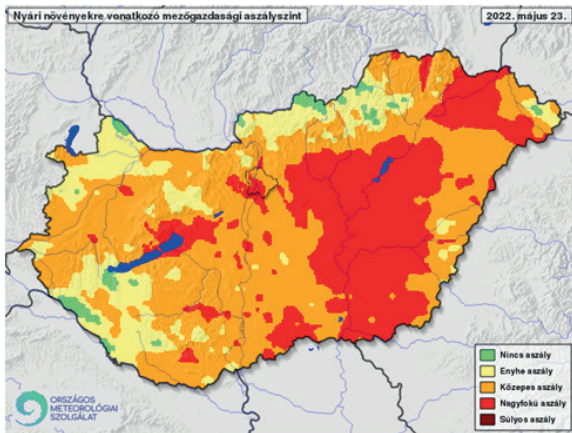
szokásos állapotához képest, de ezt a lemaradást ekkor nem a csapadék, hanem a meleg hiánya okozta. Az 5 cm-en mért talajhőmérséklet csak 20-a után haladta meg tartósan a 10 fokot, így a nyári kapásnövények vetése is késett.

### Késő tavaszi, nyári aszály

Május elejétől a csapadék rendkívül nagy területi változékonyságot mutatott és záporos formában hullott. A záporokhoz a zivatarokon kívül többször károkozó jég és viharos szél is társult. Egy-egy nagyobb felhőszakadás által érintett helyen bőséges mennyiség esett, azonban nagy területek maradtak szárazon. A talajok egyre jobban kiszáradtak, főként a felszínközeli réteg sokfelé kritikusan száraz állapotba került a hónap közepére. Az Alföld nagy részén a felső fél méteres réteg nedveségtartalma sem érte el a 40%-ot a növények számára hasznosítható vízkészlet arányában (7. ábra). Elsősorban a még sekélyen gyökerező nyári növényekre vonatkozó mezőgazdasági aszály vált jelentőssé nagy területen (8. ábra), de az őszi vetések is egyre többfelé voltak kénytelenek az aszály következményeit elszenvedni.



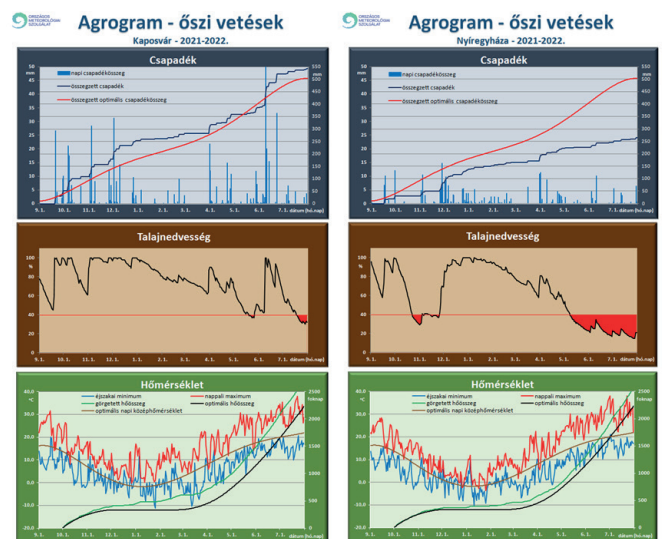
7. ábra. Talajnedvesség a hasznosítható víztartalom arányában a talaj felső fél méteres rétegében 2022. május 22-én (%).



8. ábra. Nyári növényekre vonatkozó mezőgazdasági aszályszint 2022. május 23-án.

A talajok nedvességvesztését fokozta a többször nyárisan magas hőmérséklet is. Nagyobb területre kiterjedő eső a hónap végén esett, amikor a Dunántúl nagy részén és az Alföld déli, délnyugati tájain enyhült vagy meg is szűnt az aszály, ugyanakkor az ország északkeleti felén elenyésző mennyiség vagy semmi nem hullott. Így arrafelé tovább fokozódott a szárazság, pedig az őszi és a tavaszi vetésű növények csapadékigénye egyaránt nagy volt ebben az időszakban. Június első hetében – és még Medárd napján is – sokféle voltak záporok, zivatarok az országban, de ez nem jelentette egy hosszan tartó csapadékos időszak kezdetét. Ekkor a Dunántúlt, illetve az Alföld nyugati, délnyugati tájait öntözte jelentős csapadék,

majd a hónap második és harmadik dekádja az ország nagy részén az ilyenkor szokásosnál szárazabban alakult, a Tiszántúlon csak 5-25 mm esett a hónap során. A talajok nedvességtartalma egyre nagyobb területen és egyre mélyebb rétegben csökkent a növények számára hasznosítható víztartalom arányában a kritikus 40%-os érték alá. A Tiszántúlon és az északi országrészben is sokfelé a felső egy méteres réteg nedvességtartalma is kritikusán alacsonnyá vált a hónap végére, a felszín közeli talajréteg pedig szinte semmi nedvességet nem tartalmazott. Kedvező talajnedvességi viszonyokat szinte csak a Balatontól nyugatra, délnyugatra találtunk, míg a Dunától keletre nagy területen nagyfokú, a Tiszántúlon egyre többfelé súlyos aszály jelei mutatkoztak. Az aszály kedvezőtlen hatásait tovább fokozták a magas, időnként nagy területen 35 °C fölé emelkedő csúcshőmérsékletek, melyekhez az Alföldön igen alacsony páratartalom is társult. Az őszi vetések érése jelentősen felgyorsult június második felében a forró, száraz időben, így az aratást is hamarabb elkezdték a szokásosnál (9. ábra). A keleti országrészben erősen megviselte az őszi vetésű növények állományait a virágzás és szemfejlődés időszakában bekövetkezett aszály, ami a termés minőségében és mennyiségében is megmutatkozott (1. táblázat). A Dunántúlon ebben a két kritikus fenológiai fázisban kaptak esőt az állományok, arrafelé kedvezőbb volt



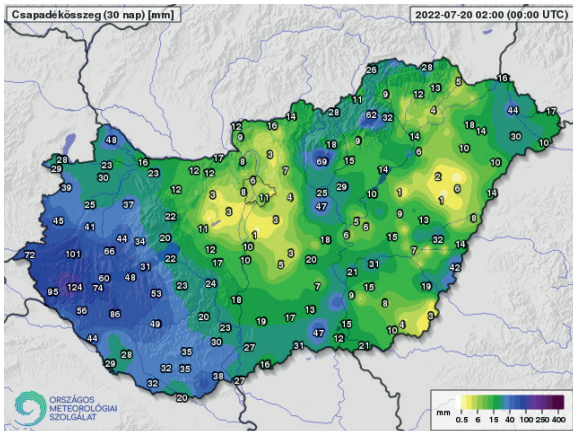
9. ábra. Őszi vetésekre vonatkozó agrogram Kaposvár és Nyiregyháza térségére a 2021/2022-es vegetációs időszakra.

Terület	2022-es hozam (tonna/hektár)	Csökkenés mértéke a tavalyi évhez képest (%)	Csökkenés mértéke az elmúlt 5 év átlagához képest
Közép-Magyarország	3,34	40	32
Közép-Dunántúl	5,12	11	5
Nyugat-Dunántúl	5,65	3	-3
Dél-Dunántúl	6,01	1	1
Dunántúl	5,64	5	1
Észak-Magyarország	3,98	29	25
Észak-Alföld	3,06	49	43
Dél-Alföld	3,8	38	29
Észak-Mo. + Alföld	3,59	40	32
Országos	4,4	26	19

1. táblázat. A búza 2022-es termésátlagai előzetes KSH adatok alapján [1].

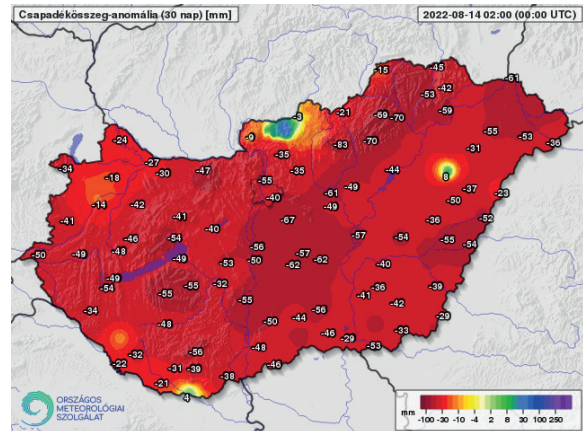
a kép. A napraforgó és a kukorica táblái is a délnyugati országrészben fejlődtek szebben, ahol a talaj még elegendő nedvességet tartalmazott, így a meleg, napos idő kedvező feltételeket teremtett számukra. Keleten már ekkor is alacsony állományok voltak a jellemzők furulyázó levelekkel.

A nyár derekán több hóhullám is kialakult hazánkban, és az ezeket lezáró hidegfrontok konvektív csapadékra jelentette az egyetlen nedveséggforrást. Ezek a záporok, zivatarok azonban csak igen kevés helyen adtak enyhülést a szárazságban. Július első dekádjában is főként a nyugati, délnyugati országrészben áztak meg nagyobb területek, később, a hónap végéig pedig csak szórványos záporok fordultak elő. Július közepén a megelőző harminc nap csapadékösszege csak a Balatontól nyugatra haladta meg nagyobb területen az 50 mm-t, viszont többfelé – például Budapest tágabb környezetében, Kecskemét és Debrecen térségében, a Hortobágyon, a Hegyalján és a Csanádi síkon – még az 5–10 mm-t sem érte el (10. ábra). A talajoknak nemcsak a felszín közeli része száradt ki, hanem a teljes felső egy méteres



10. ábra. 30 napos csapadékösszeg 2022. július 20-ig.

talajréteg is alig tartalmazott nedvességet a délnyugati országrész kivételével (11. ábra). Mivel a tél folyamán, illetve tavasszal nem töltődtek fel a talajok, így ekkorra a fél méternél mélyebb rétegek is szárazabbá váltak, mint az elmúlt évek nyarain. Az 50–100 cm közötti talajréteg nedvességtartalma a Dunától keletre és helyenként a Dunántúl északi részén sem érte el a 40%-ot a növények számára hasznosítható víztartalom arányában. A mélyebb talajrétegekben ilyen alacsony nedvességtartalomra nem volt példa az elmúlt években június végén, illetve júliusban. Az aszályal sújtott területek kiterjedése folyamatosan növekedett, a Dunántúl keleti és északi részén, valamint a középső országrészben is egyre többfelé volt tapasztalható nagyfokú vagy súlyos aszály. A szárazság hatásait a hőség csak fokozta, a napos, száraz időben a növényeken perzselés, napégés tünetei is megjelentek.



11. ábra. Talajnedvesség a hasznosítható víztartalom arányában a talaj felső egy méteres rétegében 2022. május 22-én.

Július elején a napraforgó a virágzás, a kukorica a címerhányás fenológiai fázisába lépett, ekkortól az érés kezdetéig a legnagyobb ezeknek a növényeknek a vízigénye (Nagy, 2021). Ebben a kritikusnak számító időszakban csak az ország nyugati, mintegy ötödrészén állt rendelkezésre elegendő nedvesség a kukorica számára. Keleten azonban az öntözés nélkül termesztett növények megrekedtek a fejlődésben, az állományok siralmas képet mutattak az aszály miatt. A fejlődésben elmaradt, alacsony, felsült állományokon cső



12-13. ábra. Kukorica Békéscsaba térségében 2022. augusztus 14-én (fotó: Kovács Attila).

egyáltalán nem, vagy csak röviden, hiányosan berakódva képződött. (12, 13. ábrák) Az Alföldön sokfelé a menthetetlen táblákat lesilózták. A napraforgó állapota nem volt ennyire kiábrándító, legalább kis tányérokra mindenhol lehetett látni az alacsony, sokfelé derékig érő állományokban. (14. ábra) Nem csak ültetett növényeink sínylették meg a csapadékhiányt, a természetes vegetáció is egyre rosszabb állapotba került a nyár folyamán. A rétek, legelők teljesen kiszáradtak, és a fás szárú növények lombkoronáján is sokfelé nyomot hagyott a vízhiány.

Július legvégén ugyan az északkeleti, keleti országrészben jelentősebb záporok is kialakultak, néhol egy-egy felhőszakadás is előfordult, de ezek sajnos csak kevés helyen enyhítették számottevően az aszályt. A szárazság augusztus első felében is folytatódott és tetőpontját a hónap közepén érte el (15. ábra). A kukorica és a napraforgó

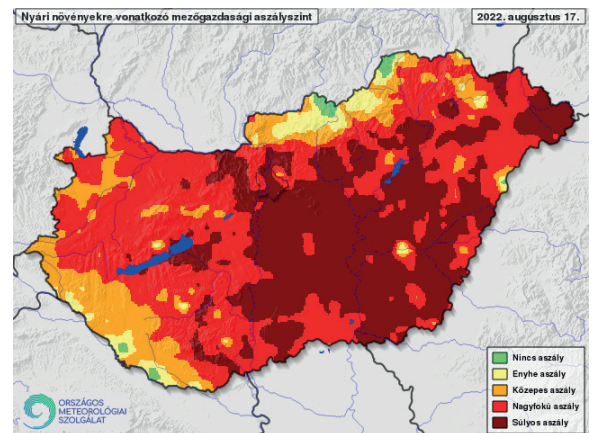


14. ábra. Napraforgó Köröm (Borsod-Abaúj-Zemplén vármegye) térségében 2022. augusztus 22-én (fotó: Kovács Attila).

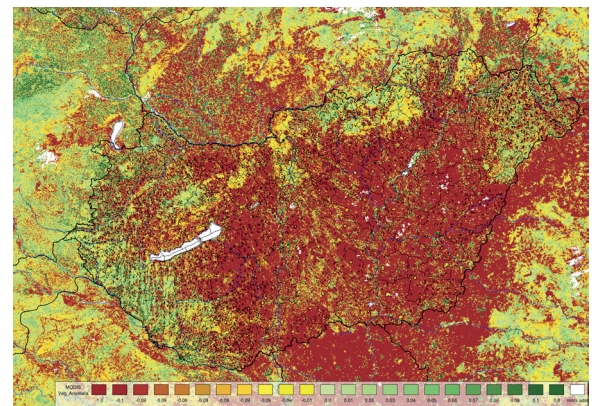
szemképződésének fázisában is jelentősen alatta maradt a csapadék mennyisége az optimálisnak, az aszály a nyugati országrész egyre nagyobb részére is kiterjedt. A Tiszántúlon a növények május közepétől, a Dunántúlon június közepétől, július elejétől szenvedtek a vízhiánytól.

A szárazság hatása jól kirajzolódott az NDVI műholdas vegetációs index sokéves átlagtól vett eltérését mutató térképeken is. Az Alföld középső és keleti tájain már május közepétől számottevő negatív anomália jelent meg a zöldtömeg mennyiségében, és ez a nyár folyamán egészen augusztus utolsó dekádjáig területi kiterjedését és mértékét tekintve egyaránt növekedett (16. ábra).

A csapadékos időjárás augusztus 19-én kezdődött, de az aszály eleinte csak mérséklődött, illetve területi kiterjedése csökkent, az ország keleti és déli tájain sokfelé csak a szeptember



15. ábra. Nyári növényekre vonatkozó mezőgazdasági aszályszint 2022. augusztus 17-én.



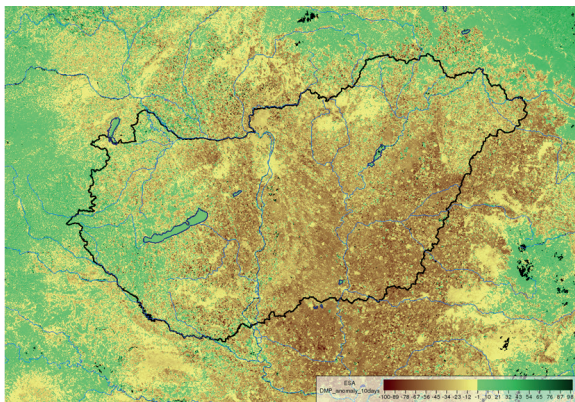
16. ábra. Az NDVI műholdas vegetációs index eltérése a sokévi átlagtól a 2022. augusztus 5. és 10. közötti időszakban.

elejétől tartósan csapadékossá váló időjárással szűnt meg. Augusztus végén, szeptember elején nyári növényeink azonban már az érés fenológiai fázisában jártak – már ahol egyáltalán volt minnek beérnie – így az ekkor hullott esők fejlődésükhöz már nem, vagy csak igen kis mértékben járultak hozzá. A történelmi aszály a nyári kapás növényeink esetén az ország döntő részén rossz, keleten, délkeleten katasztrofálisnak mondható termés hozamokat eredményezett (2. táblázat).

	Az elmúlt 5 év átlaga	2021	2022-es becslés
Betakarított összes termés (tonna)	7 574 099	6 462 205	3 100 000 (forrás: Világgazdaság)
Termésátlag (tonna/hektár)	7,62	6,1	3,1 (40%-os betakarítási szint mellett)
Termésátlag Békés megyében (tonna/hektár)	7,3	5,2	1 (90%-os betakarítási szint mellett)

2. táblázat. A kukorica terméseredményei [2].

A kukorica igen gyenge terméseredményeit a DMP (Dry Matter Productivity) index július végéig összegzett értékének sokéves átlagtól vett eltérése is előrevetítette (17. ábra). A DMP index a vegetáció általános növekedési ütemét, vagy a biomassza szárazanyag tartalmának növekedését mutatja, számítása során műholdas méréseket és időjárási adatokat is felhasználnak. Néhány év összehasonlító elemzése során azt tapasztalták [3], hogy a DMP index május és augusztus között összegzett értékei országos átlagban szorosan együtt mozognak a kukorica termésátlagaival, és az ideai évben az index július végéig összegzett



17. ábra. A DMP vegetációs index 2022. július 31-ig összegzett értékének sokévi átlagtól vett eltérése.

értéke jelentős negatív eltérést mutatott a sokéves átlag értékeihez képest, és a legnagyobb negatív anomália éppen a legrosszabb hozamokat produkáló dél-tiszántúli területeken volt megfigyelhető.

## Összegzés

A 2022-es történelmi aszály előzménye, hogy már az előző év nyarán és őszen is kevesebb csapadék hullott a szokásosnál. Így a 2021 őszen és a 2022 tavaszán vetett növények teljes vegetációs időszaka szárazabb volt, mint a sokéves átlag. A nyári csapadékszegény időszakot téli és kora tavaszi aszályos hónapok előzték meg, amikor a talajok mélyebb rétegei a szokásostól eltérően nem töltődtek fel nedvességgel, így a nyári szárazság hatása még súlyosabban jelentkezett a vegetációra nézve. Az amúgy is rendkívüli mértékű csapadékhiány hatásait a nyár folyamán jelentkező hőhullámok is fokozták. Részletes tanulmányok szerint hazánkban a 2022-es rendkívüli szárazság nem egy regionális jelenség, hanem globális háttérrel rendelkezik. A légköri áramlási rendszer globális mintázata, a trópusokon jelentkező kisebb tengerpárolgás, a nyári magas hőmérsékletek, valamint a kiszáradó talaj a Kárpát-medencében különböző skálákon, de egymásra épülve együttesen okozói az aszálynak [4] (Horváth és Breuer, 2022).

## Irodalom

- Horváth Á. és Breuer H., 2022: A 2022-es rendkívüli szárazság fizikai-meteorológiai háttere. *Légekör* 68, 2-8. <https://doi.org/10.56474/legkor.2023.1.1>
- Nagy J., 2021: Kukorica. A nemzet aránya – Élelmiszer, takarmány, bioenergia, Szaktudás kiadó
- Réthy A., 1998: Időjárási események és elemi csapások Magyarországon 1800–1901-ig. OMSZ, Budapest.
- Szász G., 1988: Agrometeorológia. Mezőgazdasági Kiadó.
- [1] [https://www.ksh.hu/stadat\\_files/mez/hu/mez0018.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0018.html)
- [2] <https://www.vg.hu/agrar/2022/10/dramai-an-gyenge-kukoricatermest-eredmenyezett-az-aszaly-a-tavalyi-menyiseg-fele-a-termesatlag>
- [3] [https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek\\_tanulmanyok/index.php?id=2420&hir=A\\_novenyzet\\_muholdas\\_megfigyelese\\_%E2%80%93\\_vegetacios\\_indexek](https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=2420&hir=A_novenyzet_muholdas_megfigyelese_%E2%80%93_vegetacios_indexek)
- [4] [https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek\\_tanulmanyok/index.php?id=3200&hir=A\\_2022-es\\_rendkivuli\\_szaraszag\\_fizikai-meteorologiai\\_hattere](https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3200&hir=A_2022-es_rendkivuli_szaraszag_fizikai-meteorologiai_hattere)



# A nap- és szélenergia hasznosítás helyzete 2020-ban és 2021-ben

Dobi Ildikó<sup>1</sup>, Bíróné Kircsi Andrea<sup>2</sup>, Péliné Németh Csilla<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Országos Meteorológiai Szolgálat, dobi.i@met.hu

<sup>2</sup>EPAM Systems Kft.

<sup>3</sup>Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálat

DOI: 10.56474/legkor.2023.1.4

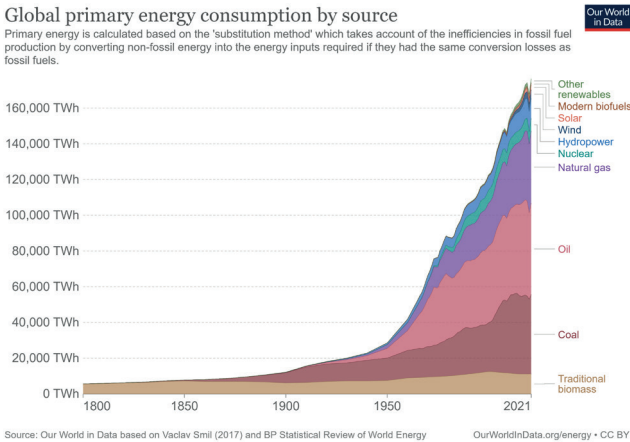
Az idén megújult Léggör „megújuló energia” rovatában hagyományteremtő cikksorozatot indítunk. Évente megjelenő nemzetközi és hazai elemzések alapján válogatást készítünk az energiaszektor, ezen belül a nap- és a szélenergia-hasznosítás globális, Európai Unió és magyarországi helyzetéről, fókuszban az időjárással való összefüggésekre. Ez alkalommal rövid áttekintést adunk az energetika működését alapjaiban meghatározó nemzetközi klíma megállapodásokról, a hatályos legfontosabb szabályozásról. A dekarbonizációs célok néhány évtizeden belül átforgatják a bolygó teljes energiagazdálkodását. Az energiaszektor átalakulásában jelentős szerepet kapnak az időjárásfüggő energiaforrások. Az elmúlt két év változásait érdemes együtt tekinteni, ugyanis a 2020-as pandémia és a lezárásokat követő visszarendeződés 2021-ben sok szempontból példátlan hatással volt az energetikára. Ami közös az elmúlt két évben, az a nap- és a szélenergia beruházások világszerte töretlen, exponenciális növekedése.

## Solar and wind energy utilization in 2020 and 2021

This new series starts a new tradition in the renewable energy section of reformed "Léggör" Journal. A selection has been prepared on the state of the energy sector including utilization of solar- and wind energy based on annually published international and domestic analyzes from global, European and Hungarian perspectives. We intend to focus on the news related to the weather. On this occasion we provide a brief overview on the international climate agreements and the most important domestic regulations that basically determine the operation of the energy sector. Within a few decades the decarbonization goals will fundamentally reshape the entire energy management of the planet. Weather-dependent renewable energy resources play an important role in energy transformation. The changes in the past two years are worth to consider together, as the pandemic in 2020 and the reorganization during the following year had an unprecedented impact on energy sector in many ways. What is common in the last two years is the unbroken exponential growth of solar and wind energy investments all over the world.

Energia, környezet és klíma

A teremtett és az ember által létrehozott világot egyaránt a Naptól származó energia mozgatja. A természetben megtalálható energiaforrások az ún. primer energiahordozók, melyeknek egyik csoportja a fosszilis energiaforrások (kőszén, földgáz, kőolaj, uránérc stb.). „Ezekből minden egyes nap akkora mennyiséget termelünk ki és használunk fel, aminek a képződéséhez a földtörténeti múltban legalább 20 ezer évre volt szükség. Másképp fogalmazva a felhasznált energiánk jó részét napkonzervből nyerjük” (Gelencsér, 2011). Másik csoport, a megújuló primer energiaforrások köre, amelyhez tartozik egyebek közt – a cikk fókuszában lévő – időjárás függő nap- és szélenergia. Szekunder energiahordozók a feldolgozással előállított anyagok (kocsz, benzin, kerozin stb.), a hő- és a villamos energia.



1. ábra. Globális primer energiateljesítés forrásoként 1800-tól 2019-ig [1].

A globális primer energiateljesítés források szerinti alakulását 1800-tól 2021-ig az 1. ábra mutatja. Az ipari forradalmat közvetlenül megelőző időszakban a Föld népessége megközelítőleg egymilliárd főt számlált. Világszerte fa, növényi hulladék és faszén volt az alapvető primer energiaforrás. Az emberiség becsült energiateljesítése az 1. ábra szerint 5653 Terawattóra (TWh) lehetett. A 19. század közepén a szénfűtésű gőzgépek világhódító elterjedésével általánossá vált a szén felhasználása, ezzel megkezdődött a fosszilis energiateljesítés gyors növekedése

és a vele járó környezetszennyezés. A kőolaj és földgáz térhódítása nagyjából a huszadik század első felére datálható. Az első atomerőmű 1954-ben kezdte meg működését. A szélből és napsugárzásból villamos energiát előállító berendezéseket a hatvanas években találták fel, azonban ún. „modern” megújulók robbanásszerű, gyors elterjedése a világban csak az utóbbi évtizedekben következett be. A sokasodó népesség exponenciálisan növekvő energiaigényét érzékelteti, hogy a felhasználás az utóbbi 40 év alatt megduplázódott. A primer globális energiateljesítés 2021. évi összege 176 431 TWh (BP, 2022a).

Az összes földi szférára kiterjedő környezetszennyezés döntő része az energiatermelésből és felhasználásból származik. A klímaváltozást fokozó üvegházgáz kibocsátás több, mint kétharmad része szintén az energiaszektor révén jut a légkörbe [2]. Az emberiség lélekszáma 2022 végére elérte a 8 milliárd főt, vagyis 1800 óta a nyolcszorosára növekedett, miközben az éves energiateljesítés a harmincegyszeresére (!) nőtt. Ez a tendencia tarthatatlan, becslések szerint a jelenlegi életmód és népességnövekedés mellett 2050-re három Föld kellene az emberiség növekvő energiaigényének kielégítéséhez.

Az ipari forradalom óta sok idő telt el a környezet, a klíma és az energetika kölcsönös összefüggéseinek felismeréséig, a három területet átfogó globális együttműködések kialakulásáig. Az energiagazdálkodás területén nemzetközi szintű egyeztetések 1923-ban az Energia Világtanács (WEC) megalakulásával kezdődtek, a Kőolaj Exportáló Országok Szervezete (OPEC) 1960-ban jött létre (Faragó, 2019). A környezet ügyét illetően 1968-ban jelent meg a Római Klub jelentése a világ társadalmi, gazdasági, környezeti erőforrásainak elemzéséről és előrejelzéséről. Az első ENSZ szintű Világkonferencia az emberi környezet megóvása érdekében 1972-ben Stockholmban került megrendezésre, ezt követően körvonalazódott az európai közösségi környezetpolitika. Az 1873-ban alapított IMO (International Meteorological Organization) jogutóda 1950 óta a WMO (World Meteorological Organization), a Meteorológiai Világszervezet. Az éghajlati folyamatok jobb megértése érdekében a WMO

1973-ban elindította az első globális légkörkutató programot (GARP). Az expedíciós mérések feldolgozását követően 1976-ban állásfoglalást adott ki a globális éghajlatváltozás kockázatáról, a szükséges tennivalókról. A WMO Éghajlati Világprogramja (WCP) 1980-ban kezdődött.

A második Éghajlati Világkonferencián 1988-ban a WMO az ENSZ Környezetvédelmi Programjával (UNEP) közösen létrehozta a Éghajlatváltozási Kormányközi Testületet (IPCC). Az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye (UNFCCC) a riói Fenntartható Fejlődés Konferencia gyümölcse, amely az összes ENSZ tagállam ratifikálását követően 1994-ben lépett hatályba. A klímapolitika legfontosabb szervezete az 1995 óta évente megrendezésre kerülő Részleges Felek Konferenciája (COP), melynek egyik feladata a klíma és energetika egymással összefüggő közösségi szintű kezelése, konkrét célok kitűzése, rendszeres felülvizsgálata (Faragó, 2018). Mára a klímapolitikai joganyagok teljességgel behatárolják az energiaszektor működését, ezért a következő három fejezetben szükségesnek találtuk röviden összefoglalni a meghatározó hatályos jogi előírásokat globális, EU és hazai nézőpontból.

A nemzetközi célkitűzések folyamatos monitoringját az ezredfordulót követően létrejött szervezetek és ügynökségek elemzése segítik (Faragó, 2019). A legismertebbek a 2003-ban alakult Megújuló Energia és Energiahatékonysági Partnerség (REEEP), a megújuló energiákra szakosodott nemzetközi hálózat a REN21, a 2009-ben létrejött Nemzetközi Megújuló Ügynökség (IRENA). Energia témában rendszeres és időszakosan elemzéseket publikálnak egyebek közt a British Petrol (BP) és a Nemzetközi Energia Ügynökség (IEA) World Energy Outlook kiadványa. Európára fókuszál az Európai Környezet Ügynökség (EEA) és az EuroObserver. Magyarországra a Magyar Energia és Közműszabályozási Hivatal (MEKH) és a MAVIR tesz közzé rendszeres jelentéseket.

A felsorolt és egyéb forrásokból származó elemzésekből, cikkekből válogatunk aktuális információkat az energiafogyasztás, az energiamix jellemzőiről, a nap- és szélenergia globális, európai és magyarországi helyzetéről.

Az áttekintés kiterjed az időjárás-függő energiaforrások integrációját érintő sajátos nemzetközi és hazai meteorológiai tapasztalatokra. A 2020-ban a pandémia miatt hozott intézkedések következményei az energetikai ágazatra kivételes hatást gyakoroltak. A 2020 és 2021-es éveket így együttesen vizsgáltuk, továbbá utalunk a jövőben tervezett tendenciákra.

## Jogháttér – globális

Energetika szempontjából a dekarbonizációs törekvések kezdete az említett Rio de Janeiro-i Világtalálkozóra, 1992-re datálható. Az UNFCCC keretében először került tételesen említésre az energiagazdálkodás szerepe, és ezen a fórumon deklarálták először az üvegházhatású gázok légköri koncentrációjának csökkentését (Faragó, 2022). Az 1997-es Kiotói Jegyzőkönyvben, majd 2012-ben a Dohai módosításban már megjelentek a számszerű kibocsátás-csökkentés vállalások. A 2015. évi Párizsi Megállapodás 2 °C fokban maximalta a felszínhőmérséklet emelkedését és az ágazatot érintően dekarbonizációs ütemtervet határozott meg. 2021-ben a Glasgow-i Éghajlati Egyezség (COP26) keretében megállapodás született arról, hogy a globális átlagos felszínhőmérséklet-emelkedést 1,5 °C-nál meg kell állítani. A fő kibocsátót, az energiaszektorot érintően három fontos döntés született. Egyrészt a tagállamok vállalták a szénhasználat fokozatos csökkentését. Másrészt az aláírók kötelezettséget vállaltak a fosszilis tüzelőanyagok állami támogatásának felszámolásáról, továbbá célként tűzték ki a karbonsemlegesség elérését 2050-re.

A fosszilis energiahordozókról a karbonmentes gazdaságra történő áttérés az energetikára nézve alapvető paradigmaváltást jelent. A profitorientált ágazat működését a jövőben a klíma célokhoz kell igazítani, ennek érdekében az energiaszektor működését gyökeresen át kell alakítani. A dekarbonizáció jegyében 2050-re a teljes energiafogyasztáson belül az áramellátás arányát 25%-ról 90%-ra kell növelni, ami az emberiség történelmében példátlanul gyors energiaátmenetet kíván. A globális dekarbonizációs törekvések előírányzott kulcsterületei a szél- és a napenergia alkalmazása.



## Jogháttér – Európai Unió

Európa nem rendelkezik jelentős mértékben energiaforrásokkal, ezért az energiainport szempontjából a világon a legkiszolgáltatottabb kontinens. Emiatt az Unió elsődleges célja a fosszilis energia-felhasználás fokozatos megszüntetése, a klímasemlegesség megvalósítása 2050-re. A Párizsi Megállapodás keretében tett kötelezettségvállalások teljesítéséhez az évszázad közepére Európa a világ első karbonsemleges kontinensévé kíván válni. Ezt a célt a társadalmi-gazdasági rendszer gyökeres átalakításával, az Energiaunió létrehozásával kívánják megoldani. Az EU üvegházgáz-kibocsátásának több, mint 75%-ért az energiatermelés és -felhasználás felelős. Az energetikai ágazat működését a klímacélokhoz igazítják a nettó zéró emissziójú gazdaság elérése érdekében.

Az ambiciózus célok elérését biztosító szabályozás megújuló energiákra vonatkozó alábbi összegzését az EU hivatalos honlapjainak, az „Energia szakpolitikára” vonatkozó anyagából állítottuk össze [3-6]. A tiszta, megfizethető, biztonságos és fenntartható energiaellátás biztosítása érdekében 2015-ben az Európai Bizottság megalkotta az Energiaunió hosszú távú stratégiáját, amely egyaránt megoldást kínál az energiafüggőség, az elavuló infrastruktúra és a dekarbonizáció kihívására. 2016-ban jelent meg a hozzá tartozó „Tiszta energia minden európainak” elnevezésű jogszabálysomag, amelynek folytatásaként 2019-ben elfogadásra került egyebek közt a villamos energiáról szóló rendelet és irányelv is. A 2050-es éghajlatpolitikai célok megvalósítását biztosító második stratégia az ún. „zöld megállapodást” (European Green Deal) szintén 2019-ben fogadták el. A szakpolitikai intézkedési csomag összefogja a környezetvédelem, az energetika, a közlekedés, az ipar, a mezőgazdaság és a fenntartható finanszírozás stb. területeket.

Az „Irány az 55%!” joganyag tartalmazza a 2030-as célok eléréséhez szükséges jogalkotási javaslatcsomagot. Az EU tagállamok kötelezettséget vállaltak arra, hogy az 1990-es szinthez képest 2030-ig legalább 55%-kal csökkentik az EU nettó üvegházhatásúgáz-kibocsátását, a megújuló energia részarányának növelésére

pedig 40%-os célérték szerepelt. Az orosz-ukrán háború felgyorsítja az „Energiewende” néven emlegetett energiafordulatot. A 2022. márciusban közzétett REPowerEU csomag az orosz gáz helyett a napenergiára, a cseppfolyós gázra (LNG), és a – még kutatási fázisban lévő – biometánra, valamint a hidrogénre épít. A fotovillamos beruházások beépített összkapacitása 2025-re az EU tagállamokban együttesen meg kell, hogy haladja a 320 GW-ot (ez a 2020-as adat több, mint kétszerese), 2030-ig pedig közel 600 GW-ot.

Az EU klímavédelmi rendszerében az energiatermelés a kibocsátáskereskedelem (EU-ETS) szabályrendszere alá fog tartozni. Jelenleg az Európai Unióban a szuverenitás elve hivatott biztosítani azt, hogy a tagállamok önállóan jogosultak az energiamix meghatározására, csak bejelentési kötelezettségük van. Az ETS-szektorban nem léteznek külön tagállami célkitűzések.

## Jogháttér – Magyarország

Magyarország az előző fejezetekben felsorolt globális megállapodások mindegyikéhez csatlakozott. Hazánk 1997 óta a Nemzetközi Energia Ügynökség (IEA) tagja, és 2003 óta a hazai jogi szabályozást az EU irányelvei és joganyagai határozzák meg. A közép- és hosszútávú kibocsátás csökkentési célszámokat a 2020. évi XLIV. törvény rögzíti. Hazánk vállalta az üvegházgázok kibocsátásának 40%-kal való csökkentését 2030-ig; ennek eléréséhez a megújuló energiák részarányát a bruttó végső energiafelhasználásban minimum 21%-ra növeli. Az EU-s célkitűzésekkel összhangban 2050-ig kívánjuk elérni a klímasemlegességet, miközben az ipari szén teljes kivezetésének határideje 2030.

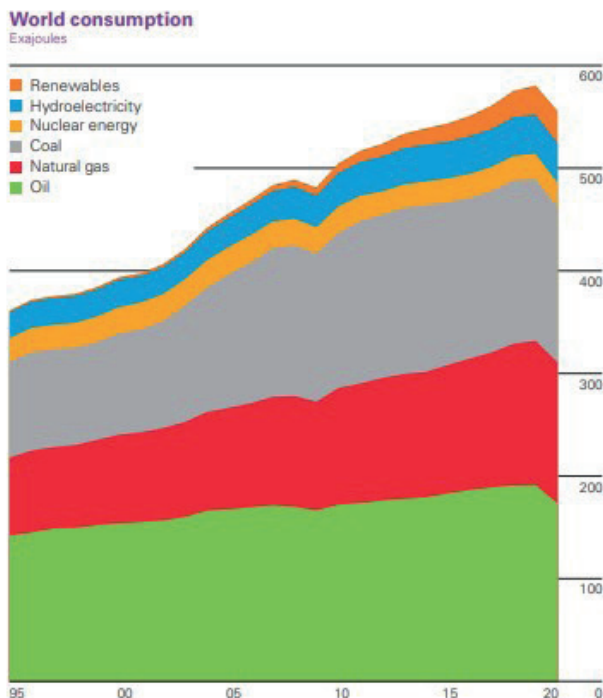
A 2020 januárjában elfogadott Nemzeti Energia- és Klímaterv (NEKT) szerint az ország napenergia kapacitása 2030-ra 6 500 MW-ra, 2040-re 12 000 MW-ra növekszik, miközben 2035-re legalább 200 ezer háztartás kell, hogy rendelkezzen tetőre szerelt napelemekkel (ZKK, 2/2022). Ennek megvalósítása érdekében a Megújuló Támogatási Rendszer (METÁR) mellett lakossági napelemes pályázatok kerülnek meghirdetésre. Az alábbiakban a teljesség igénye nélkül a jelenleg hatályos legfontosabb szabályzók listáját soroljuk fel.

- Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Terve
- Nemzeti Éghajlatváltozási stratégia
- Első Éghajlatváltozási Cselekvési Terv
- Nemzeti Tiszta Fejlődés Stratégia
- Magyarország Nemzeti Energia és Klímaterve
- Nemzeti Energiastratégia 2030 kitekintéssel
- Klíma és Természetvédelmi Akcióterv

A Magyar Energia és Közműszabályozási Hivatal a villamosenergia szektor, ezen belül az időjárás függő megújuló energiaforrások integrációját szabályozó hatóságként működik 2013 óta, miközben a villamosenergia átviteli, rendszerirányítási, elosztási területekre 2008 óta a MAVIR joganyagai irányadók.

### Globális helyzet

Az emberiség primer energiafogyasztása 2020-ban 564 EJ volt, amely a pandémia következtében az előző évhez viszonyítva 4,5%-os



2. ábra. A világ primer energiafogyasztása (BP, 2022a).

Primer energiahordozók	1965	2021
fosszilis	93,38	82,28
megújuló	6,45	13,47
atom	0,17	4,25

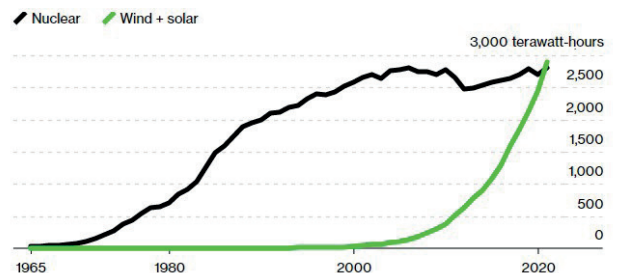
1. táblázat. Primer fosszilis, megújuló és atomenergia felhasználás a világon (%-ban)

(Megj.: a megújulók tartalmazzák a vízi-, nap-, szél-, geotermikus, hullám, ár-ápoly továbbá bioenergiát [8]).

csökkenést jelent, ez a második világháború óta a legnagyobb visszaesés (2. ábra). A szén-dioxid kibocsátás globális 6,3%-os csökkenése húszéves rekord. 2020 fontos mérföldkő volt a klímapolitikában is. Sok ország [7] a nettó zéró kibocsátás irányába új vállalást tett. A lezárások feloldását követően a 2021. évi primer energiafelhasználás 595 EJ volt, amely a teljes idősorban példa nélküli, 5,8%-os növekedést mutat (BP, 2022a).

A világ primer energiafelhasználásának összetételét a fosszilis, a megújulók és az atomenergia arányában 1965. és 2021. évekre az 1. táblázat tartalmazza. Amint az adatokból leolvasható, a primer forrás szerkezete lassan változik. Az elmúlt 56 év alatt a fosszilis energia felhasználása mindössze 11,9%-kal csökkent, a megújulók arányának duplázása 108,8%-os növekedést jelent.

Az energiamix átrendeződése az utóbbi évtizedben felgyorsult. A szél- és a napenergia aránya az áramtermelésben 2%-ról 10%-ra nőtt, aminek az a különleges jelentősége, hogy a szél- és a naperőművek névleges teljesítménye ezzel elérte a világon működő összes atomerőmű összteljesítményét (3. ábra).



3. ábra. Globális atomenergia (fekete vonal), valamint a szél- és napenergia (zöld vonal) előállítás időszora 1965-2021 között (Bullard, 2022).

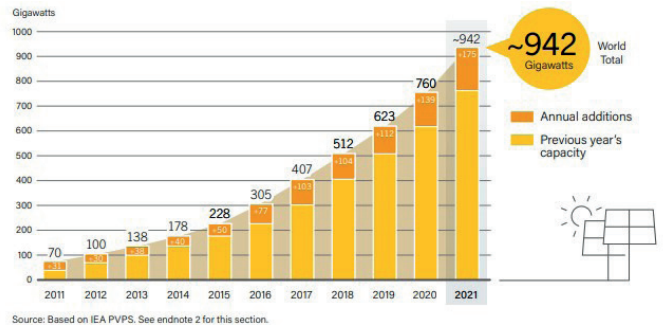
Kína közel egy évtizede a megújuló energia szektor élén jár, 2020-ban a létesült kapacitások 45%-át (117 GW-ot) Kínában telepítették. Az éves rangsorban USA, Brazília, India után 132 GW-al ötödikként következik Németország. Kína a koncentrált napenergia (CSP), a vízenergia, a fotovillamos (PV) és az offshore szélenergia területén abszolút világelső. Az egy főre jutó kapacitás tekintetében viszont a világranglistát Izland vezeti, Kína a 23. helyen áll [9].

A 4. ábra szemlélteti a napelemek beépített névleges teljesítményét, mely 2011 óta exponenciálisan növekszik [7]. 2021-ben a PV telepítések globális összteljesítmény 942 GW, az éves növekmény 175 GW. A piacvezető Kína, akit USA és India követ. Európából Német-, Spanyol- és Franciaország került fel a TOP10-be. Az utóbbi évek során akadozott a kínai napelemek üvegellátása egyrészt a világjárvány, másrészt a poliszilikát gyártása során bekövetkezett ipari balesetek miatt. Ez sokfelé ösztönzőleg hatott a helyi gyártás beindítására és a napelemek újrahasznosítására.

A napkollektorok közvetlen hőtermelése 2020-ban 501 GWth (gigawatt-hő) volt, az éves növekmény 25,2 GWth. A szoláris távfűtésre új piacok nyíltak Európában: Horvátország, Koszovó és Szerbia. 2021-ben a világszerte installált nettó kapacitás elérte a 843,1 GW-ot, ennek több mint felét 53,7%-át adta Ázsia [10]. Ez volt az első év, amikor a maximum nettó PV kapacitás meghaladta a szélenergiát (EuroObserver, 2022a). Megjegyzés: A CSP technológia hasonló jellegű növekedést mutat.

A szárazföldi „onshore” és tengerparti „offshore” széltermőművek 2021. évi globális becslült összteljesítménye 845 GW, ezen belül 102 GW-os éves növekedéssel [7]. A világrangsorban Kínát Németország és India követi, a TOP 10-ben Törökország és Vietnam is szerepel. A tengeri szél hasznosítás népszerűsége a magas kapacitástényezők, a közel egységes termelési profilok és csökkenő költségek miatt világszerte növekszik.

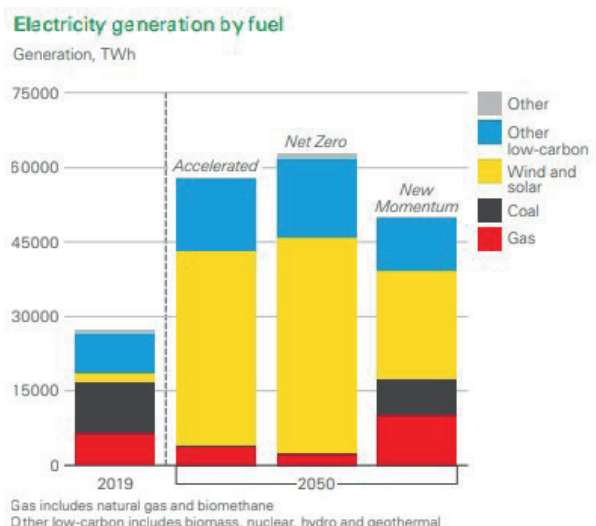
2040-ra a Föld népessége előreláthatólag 1,5 milliárd fővel fog gyarapodni, becslések szerint az energiaigény a 2017-ben regisztrált értékhez képest várhatóan negyedével nő (Molnár, 2020). A fosszilis energiahordozó készletek kimerülőben vannak, a ma ismert nyersolaj és földgáz



4. ábra. Globális PV kapacitás és az éves növekmények 2011-2021 között [7].

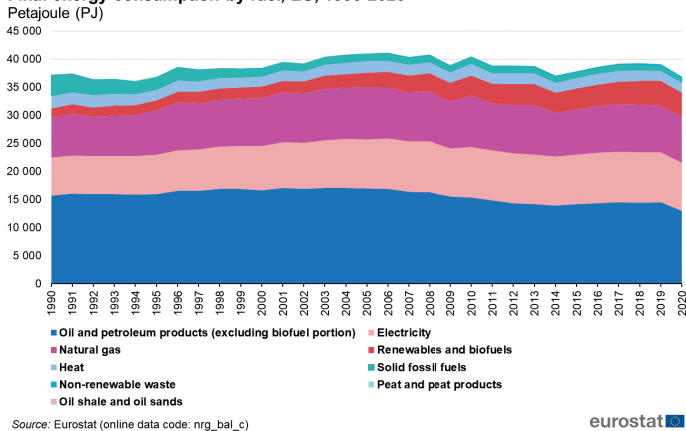
készletek – növekvő népesség, jelenlegi lelőhelyek, technológiai és felhasználás mellett – nagyjából az évszázad közepére, a szénkészletek a jövő évszázad elejére kimerülnek.

A British Petrol (2022c) az energiaszektor emisszió-csökkentésének megvalósításához három alternatívával, az ún. „gyorsított”, a „nettó zéró” és az „új lendület” (Accelerated, Net Zero, and New Momentum) globális forgatókönyvekkel számol (5. ábra). Mindhárom modellben 2050-re várhatóan elsősorban az offshore (tengeri) szélenergia, és másodsorban pedig a napenergia dominanciája jellemző, a kettő együtt legalább 70%-os arányt fog képviselni.



5. ábra. Az elektromos áram előállítása forrásonként 2019-ben és forgatókönyvek 2050-re (BP, 2022c).

Final energy consumption by fuel, EU, 1990-2020



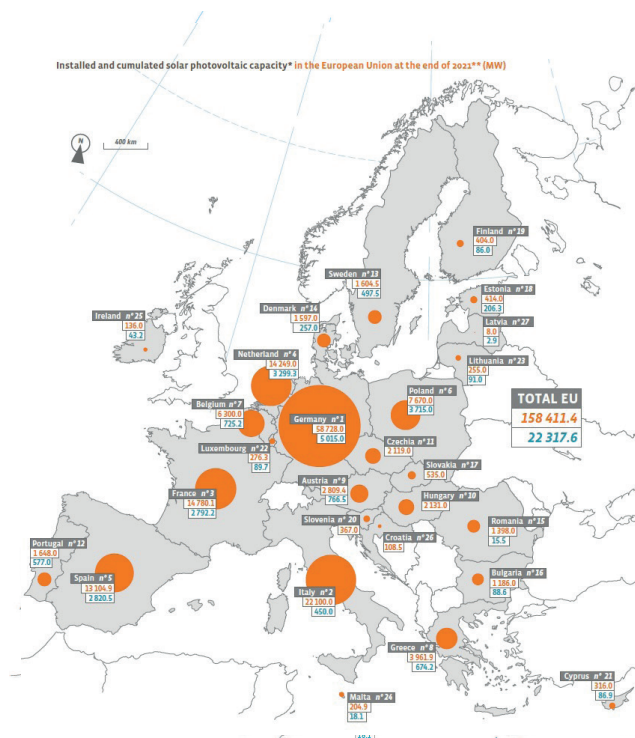
6. ábra. Az EU végső energiafelhasználása üzemanyagok szerint 1990 és 2020 között [13].

### Európai helyzet 2020-ban és 2021-ben

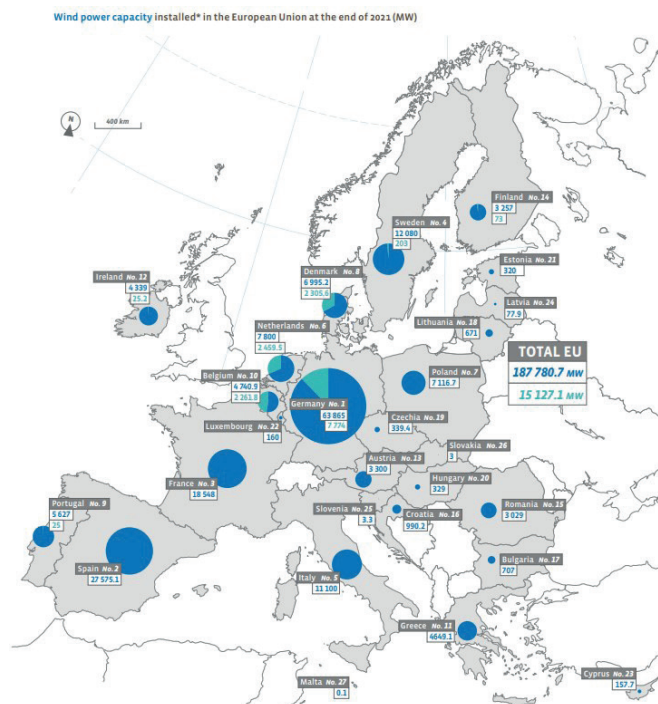
Amint az európai jogi fejezetnél említettük, az Unió energiáimport függősége a legnagyobb a világon: a 2008. és 2020. évek átlagban 57,5% [11]. Az EU-27-ből 17 országban az energiáimport függőség mértéke meghaladja az 50%-ot. A legmagasabb függőségi aránnyal jellemezhető államok Málta (98%), Luxemburg (95%) és Ciprus (92%). A leginkább önellátó országok Észtország (0,7%), Dánia és Románia egyaránt 24%-kal [12].

A végső energiafelhasználás az EU-ban 2020-ban 37 086 PJ volt, az előző évhez viszonyítva 5,6%-kal csökkent (6. ábra). A pandémiával összefüggésben 2020-ban a primer energiafelhasználás az előző évhez képest 8,5%-kal csökkent, 1984 óta ez a legalacsonyabb érték. Ehhez hozzájárult a szénfelhasználás 19%-os, a közlekedési szankciók következtében az olaj 14%-os és a gáz 3%-os visszaesése. Az év során a nettó szén-dioxid kibocsátás 13%-kal csökkent, ami a legalacsonyabb szint 1965 óta (BP, 2021). Összetételét illetően 2021-ben az EU primer energiafogyasztásának 70%-a fosszilis, 13,2%-a megújuló, a maradék nukleáris és vízi energiából származott. Az energiamixben a szélenergia aránya 6,1%, a napenergiaé 2,5% volt.

A Covid-19 világválság ideje alatti ellátási zavarok ellenére a napenergia piac jól szerepelt. Beépített új PV kapacitás tekintetében Németország,



7. ábra. Az Európai Unióban 2021-ben létesített és összesített fotovillamos kapacitások (EuroObserver, 2022a).



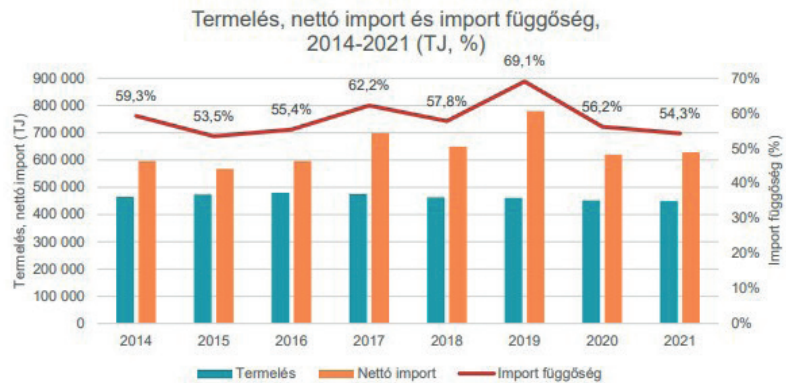
8. ábra. Az Európai Unióban 2021-ben létesített és összesített szélenergia kapacitások (EuroObserver, 2022b).

a lakosságszám arányában pedig Hollandia lett tavaly az első (7. ábra). Az EuroObserver (2022a) fotovillamos adatai szerint a kumulatív kapacitás az EU-ban 2021-ben 22 317,6 MW volt, ezzel a névleges összteljesítmény a kontinensen 158 411,4 MW-ra növekedett. Lengyelország egy év alatt megduplázta a PV installációkat, így a legnagyobb éves növekményt érte el. Magyarország először került be a TOP 10-be.

Az EuroObserver (2022b) szél adatai (8. ábra) szerint az EU-27 országokban 2021-ben 11 GW új szélerőmű létesült, ezzel a kumulatív érték 187,8 GW, amiből az offshore 15,1 GW. Az erőfeszítések ellenére a tavalyi összes beruházás mindössze harmada annak, amennyire az ambiciózus 2030-as célszámok eléréséhez időarányosan szükség lenne. A kontinensen Németország, Spanyolország és Franciaország jelenleg a piacvezető. Németország 2050 helyett már 2035-re megcélozta az ország villamosenergia-ellátásának 100%-ban megújuló forrásból történő ellátását.

Az időjárástól való függés okozta nehézségek jól megmutatkoztak a német megújuló piacon, ugyanis 2021 az előző évhez viszonyítva szélcsendesebb volt, emiatt az 1677 MW új szélerőmű beruházás ellenére az előállított energia éves teljesítménye az előző évinél 13,8%-kal kevesebb lett (EuroObserver, 2022b).

A British Petrol (2022a) statisztikai kiadványa szerint néhány tengerparti országban a szélenergia jelentős arányban járul hozzá a villamosenergia-termeléshez: Dániában kb. 58%, Írországban 38%, Egyesült Királyságban 24%. Az offshore szélerőmű-parkok létesítése 2016 óta tíz országot tömörítő nemzetközi együttműködés keretében zajlik a kontinensen. A szélből nyert energiát sok száz kilométeren át víz alatt kábeleken továbbítják pl. Dániából Belgiumba. Mindez ugyan drágább megoldás, mint a szárazföldi parkok, de az erőművek egyenletesen nagyobb teljesítménye miatt gazdaságosabb.



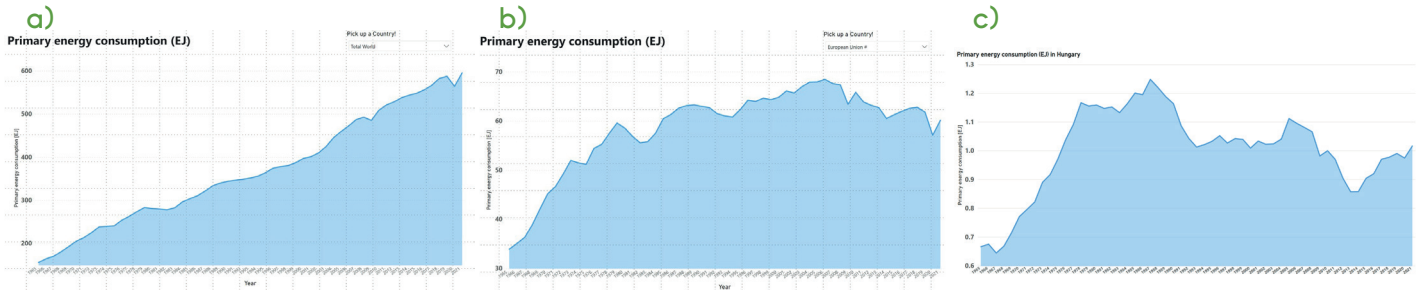
9. ábra. Elsődleges energiahordozók termelése, nettó import és importfüggőség alakulása [16].

Az EU jövőre vonatkozó energetikai terveit felülírja az orosz-ukrán háború, felgyorsítja a dekarbonizációs törekvéseket és rövidíti a megvalósítási határidőket. A tagországok 2022 augusztusától szénembargót vezettek be, a Bizottság 2027-ig teljesen meg kívánja szüntetni az orosz gázimportot. Emiatt számos EU ország döntött a megújuló energiák elterjesztésének felgyorsítása mellett, ami azonban növeli a kínai ellátási láncoktól való függőséget. Ennek ellensúlyozására az Európai Bizottság programot hirdetett, hogy „hozzuk vissza a gyártást Európába” a nyersanyagtól az újrahasznosításig. 2030-ra a kontinensen a cél az 1 TW napenergia kapacitás [14].

### Magyarországi helyzet 2020-ban és 2021-ben

Hazánk energiaellátásának túlnyomó részét kőolaj, földgáz és széntermékek behozatala biztosítja. Az Unió 27 tagállamának átlagos energiaimport-függőségi rangsorában Magyarország a középmezőnyben szerepel, 2000-ben pl. a 15. helyen állt [15]. 2015 óta minden évben az uniós átlag feletti a behozatal, az import-függőség csúcspontja 2019-ben 69,1% volt, ez az érték 2021-ben 54,3%-ra mérséklődött (9. ábra).

A MEKH energiastatisztikai riportja (2022) szerint a hazai primer energiatermelés tavaly 448,8 PJ volt, az előző évhez viszonyítva 0,6%-kal csökkent. A lignit, földgáz és nukleáris energiatermelés kevesebb, a kőolaj és a megújuló



10. ábra. Primer energia fogyasztás 1965–2021: világ (a), EU-27 (b), Magyarország (c) (BP, 2022a).

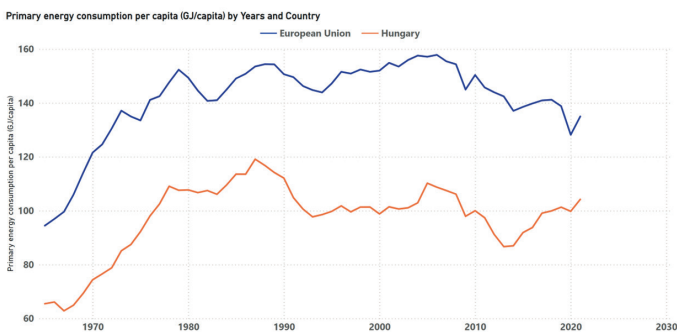
energiatermelés pedig több volt az előző évinél. A megújuló energia előretörése a napenergia beruházások állami támogatásának köszönhetően jelentős mértékben növekedett. A villamos energia hálózatra csatlakozott napelemek névleges teljesítménye 2021 végére megközelítette a 3000 MW-ot, ezzel a napenergiából származó primer energia-termelés egy év alatt 56,5%-kal növekedett.

Magyarország primer belföldi energiafelhasználása 2021-ben 1152,5 PJ volt, az előző évekhez képest emelkedett. Összetételét illetően a hazai ellátást elsődlegesen fosszilis energiahordozók (68,4%), nukleáris energia (15,2%), egyre növekvő mértékben elsődleges megújuló energiaforrások (12,5%), valamint villamos energia nettó import (4%-a) biztosította. A MEKH (2022) statisztikái szerint míg a 2020. április és október között a pandémia miatti lezárások átlagosan 5–10%-os terheléscsökkenést eredményeztek a havi bruttó villamosenergia-felhasználásban, addig 2021-ben 7–13,7%-os havi növekmény volt megfigyelhető. A magyar villamosenergia-rendszer legfontosabb mutatóit tekintve 2021 a rekordok éve volt (MAVIR, 2022).

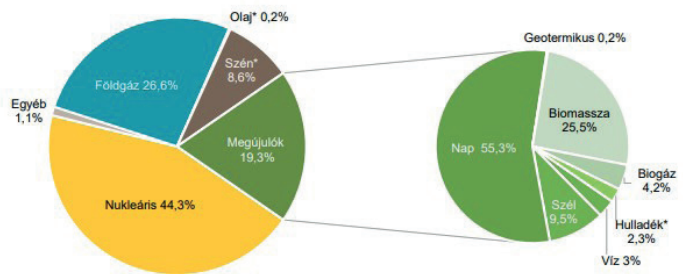
A primer energiafogyasztás 1965–2021 közötti időszaka jól érzékelteti a pandémia miatti korlátozások és feloldásuk hatását globálisan a világra, Európára és Magyarországra (10. ábra). Szembetűnő, hogy mindhárom ábrán a 2020 év visszaesést, a 2021 növekedést okozott. A „V” alakú változás globális léptékben – ahogy korábban említettük – egészen kivételes, Európára nézve kiugró, a magyarországi adatok közt kevésbé markáns eltérés mutatkozik.

A British Petrol egy főre jutó primer energiafelhasználás statisztikáiból látható (11. ábra), hogy egy magyar állampolgár az európai átlagnál lényegesen kevesebb energiát használ fel.

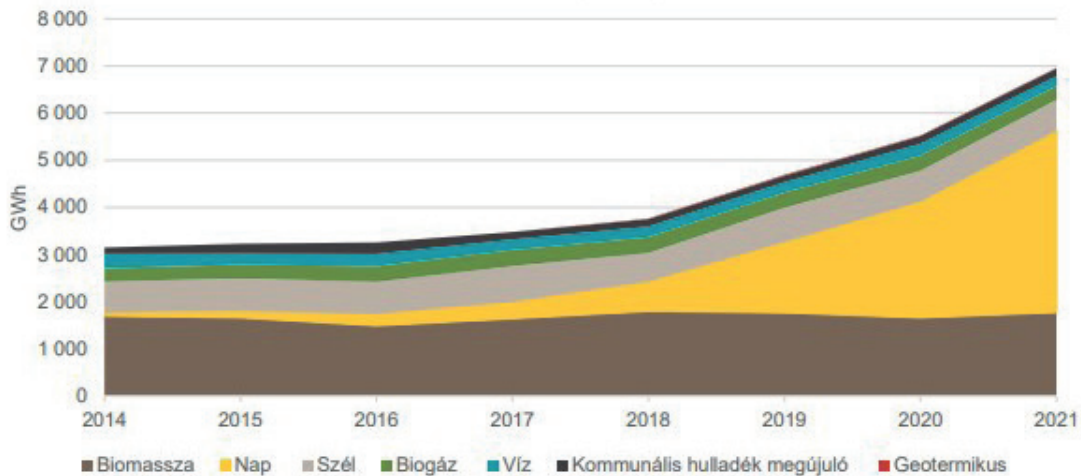
A 2021. évi bruttó villamosenergia-felhasználás 48 885 GWh, a termelés 36 130 GWh volt. A hazai energiatermelés 63,5%-a karbonsemleges forrásból, azaz 44,3%-a nukleáris, 19,3%-a megújuló energiahordozókból származott (12. ábra). A megújuló energiaforrásokból termelt bruttó villamos energia mennyisége több mint negyedével, a megújuló energiaforrásokból termelt hő 6,1%-kal nőtt 2020-hoz képest.



11. ábra. Egy főre jutó primer energiafelhasználás az EU-ban és Magyarországon (BP, 2022a).



12. ábra. Bruttó villamos energia-termelés megoszlása energiahordozók szerint [16].

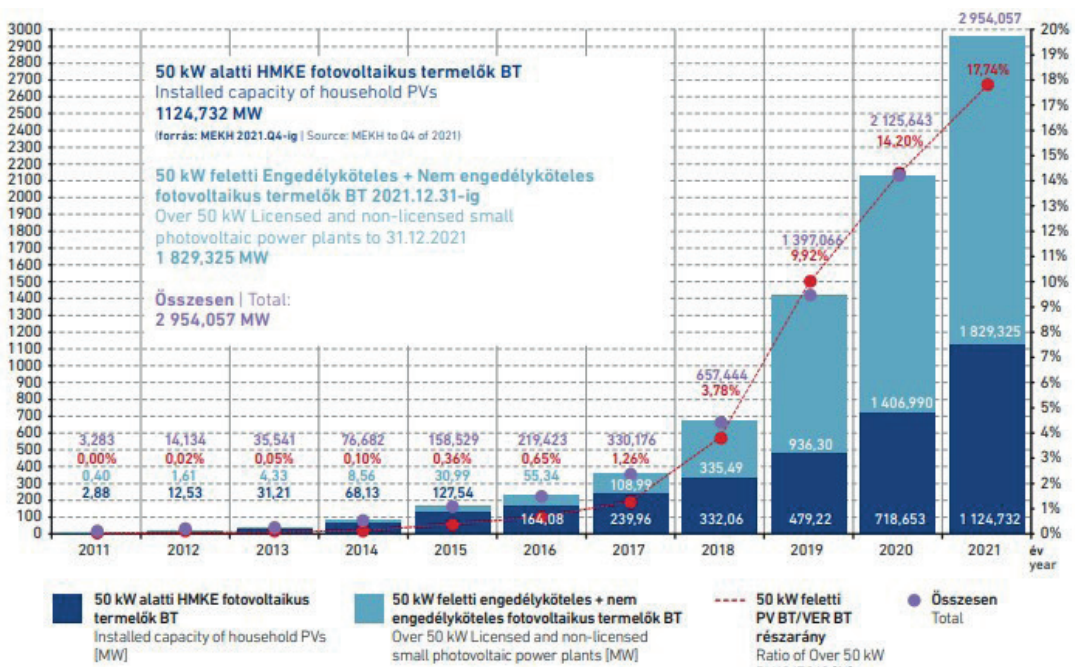


13. ábra. Megújuló energiaforrásokból termelt bruttó villamos energia alakulása [16].

2021-ben a hazai napenergia termelés meghaladott minden korábbi rekordot. A hazai energiamixben a naperőművek által előállított villamos energia mennyisége 2021-ben 3 793 GWh volt, ami 54,3%-os növekedés az előző évhez képest (13. ábra). A teljes bruttó termelésben a napenergia aránya 10,6%. A megújuló energiaforrásokból

előállított villamos energia részaránya a bruttó végső energiafelhasználáson belül 14,3%-ra emelkedett. Tendenciát illetően az elmúlt 10 évben több mint 400-szorosára gyarapodott a PV termelők száma.

2021 végén 137 166 db napenergia termelőegység üzemelt a rendszerben, ezek 98%-a háztartási méretű (HMKE) (14. ábra). A tetőkön



14. ábra. A háztartási méretű (50 kW alatti), engedélyköteles és nem engedélyköteles fotovillamos (50kW és az afelatti) kiserőművek darabszámának változása 2010.01.01-2021.12.31.-ig [18].

működő napelemek teljesítőképessége a MEKH adatközlése alapján elérte a 2 954 MW-ot. Amint korábban említettük, Magyarország az elmúlt években a tíz legnagyobb éves fotovillamos (PV) kapacitásbővülést produkáló tagország között szerepel.

A hatályos jogi szabályozás következtében a szél-erőművek kapacitása hazánkban 2011 óta változatlanul közel 330 MW. A szél-erőművek termelése rendszerint a hideg, vagyis az ősztől tavaszig terjedő időszakban a legnagyobb, míg nyáron viszszaesik, ezáltal némileg kompenzálja a napenergia termelést. A turbinák éves átlagos kihasználtsága 20–25% között alakul, meghaladva a nagyméretű naperőművek 14–17% közötti kihasználtságát [19].

A MAVIR rendszerirányítás feladata a fogyasztás és termelés egyensúlyban tartása, az egyenletes áramtermelés biztosítása (Kovács, 2022). A mindenkori aktuális állapotot az intézmény honlapján a „Rendszerterhelés” menüpont alatt lehet nyomon követni: <https://www.mavir.hu/web/mavir/rendszerterheles>. Nemzetközi és hazai tapasztalatok szerint az időjárás kaotikus jellegű viselkedése labilizálja a VER (Villamosenergia Ellátó Rendszer) működését (Hanula és Németh, 2021), ugyanis a kiegyenlítéshez „a hálózati szabályozókapacitásokat a fogyasztói igényváltozáson túl az előre nehezen kiszámítható (időjárásfüggő) termelés-ingadozásokat is figyelembe kell venni” (Molnár, 2020). Ezzel összefüggésben jelent meg 2022. május 2-án a MAVIR közleménye, mely szerint a magyarországi villamosenergia-rendszerben üzemelő 3000 megawattnyi kapacitás mellett „a kiegyenlítő szabályozási kapacitásoknak a biztosíthatósága szempontjából a villamosenergia-rendszerbe befogadható időjárásfüggő erőművi kapacitás mértékét (korlátját) nulla megawattórában” állapította meg [20].

A naperőmű parkok termelés-előrejelzéséhez kapcsolódó időjárás-előrejelzések fejlesztésében rejülő potenciált érzékelteti a MEKH árampiac 2021. évi jelentése, mely szerint 2020-hoz képest 2021-ben „a naperőművek teljes aggregált hibája csökkent, miközben a teljes termelés 50%-kal nőtt, így ehhez viszonyítva javult az előrejelzés relatív pontossága. Ezért a teljes szabályozási igény is csökkent, továbbá szimmetrikusabbá is vált, és az aránytalanul magas leszabályozási igények eltűntek.”

A jövőt illetően a dekarbonizációs célok megvalósítása érdekében hazánk alapvetően az atom- és a napenergiára épít (ZKK, 2022). Ez utóbbi rendkívül gyors hazai növekedési ütemére alapozva a NEKT által 2030-ra előirányzott 6,5 GW napenergia kapacitás duplája, azaz 12–13GW a nyolc éven belül elérendő új előirányzat [21].

## Összefoglalás

A világválság miatt elrendelt korlátozások következtében a világ primer energiafelhasználása 2020-ban jelentős mértékben csökkent, majd 2021-ben rekord mértékben megnövekedett. A dekarbonizációs törekvéseket tükröző nemzetközi egyezmények, uniós és hazai jogszabályok az energiamix példátlan ütemű zöldítését irányozzák elő. Ezzel összhangban az európai és hazai statisztikák szerint egyaránt az időjárásfüggő megújuló energiaforrások felívelésének lehetünk tanúi. Az elmúlt két évben Magyarországon a fotovillamos beruházások támogatása robbanásszerű fejlődést eredményezett, melynek következtében mindkét évben felkerültünk az európai TOP-10-es listára. A további növekedést fékezi az a tapasztalat, miszerint a növekvő számú, időben és térben erősen változó nap- és szélenergiatermelés villamosenergia-rendszerbe történő integrálásával az időjárás kaotikus jellege megjelenik az áramellátásban. A problémás helyzetek átmeneti kezelése és tartós jövőbeli megoldása az iparág minden érintettje számára kihívást jelent, új szemléletet, a meteorológiai ismereteket is felhasználó innovációkon alapuló műszaki és módszertani fejlesztéseket kíván.

## Irodalomjegyzék

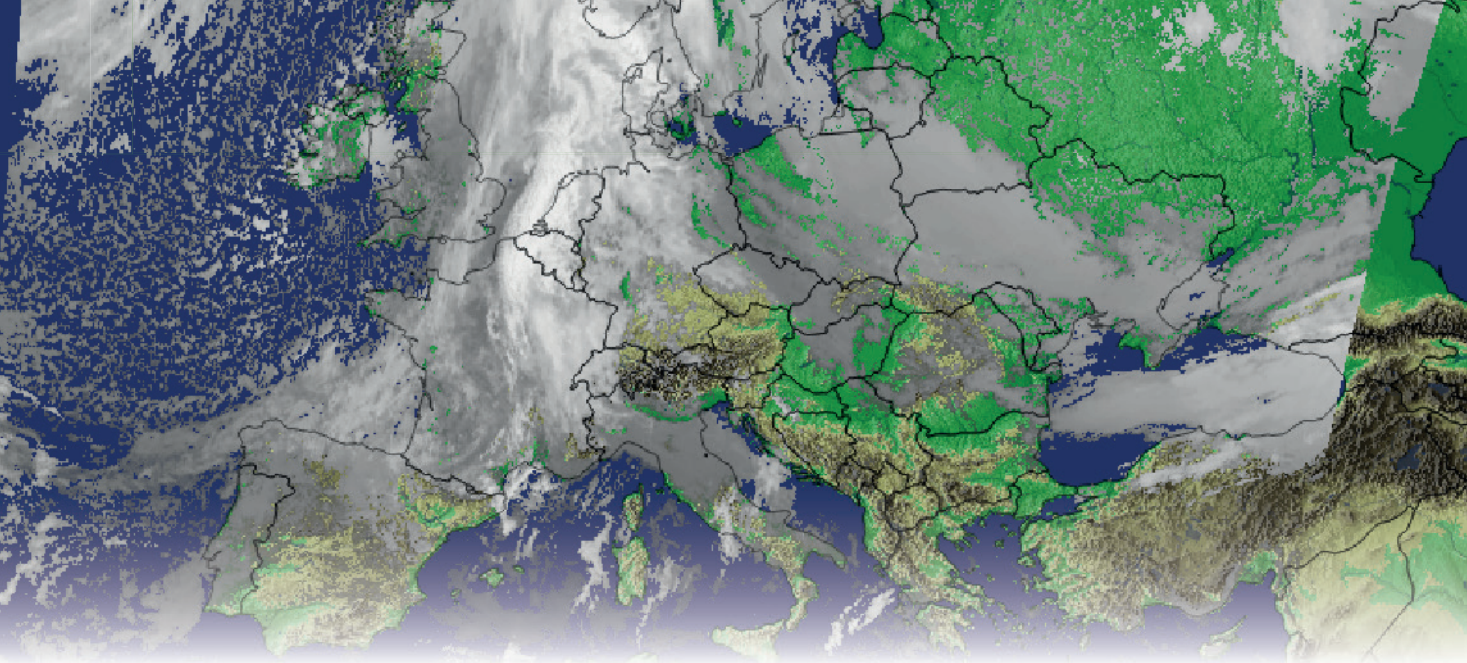
- BP, 2021: Statistical Review of the World Energy - EU's energy market in 2020. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-eu-insights.pdf>
- BP, 2022a: Statistical Review of World Energy in 2021 <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf>



- BP, 2022b: Statistical Review of World Energy - The EU energy system in 2021. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-eu-insights.pdf>
- BP, 2022c: Energy Outlook. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2022.pdf>
- Bullard, N., 2022: These 4 charts show how much global energy has changed since 2000. Bloomberg <https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-06-30/these-4-charts-show-how-much-global-energy-has-changed-since-2000?leadSource=verify%20wall>
- EuroObserver, 2022a: Photovoltaic Barometer. <https://www.euroobserv-er.org/photovoltaic-barometer-2022/>
- EuroObserver, 2022b: Wind Energy Barometer. <https://www.euroobserv-er.org/wind-energy-barometer-2022/>
- Faragó T., 2018: Az EU energia - és klímapolitikájának összekapcsolódása. *Lépések a fenntarthatóság felé* 23(4), 4–6.
- Faragó T., 2019: Energiát mindenkinek, de fenntarthatóan! *Magyar Energetika* 26(2), 16–21.
- Faragó T., 2022: A kö(zsén)korszak vége az energiatermelésben? *Magyar Energetika* 29(1), 26–30.
- Gelencsér A, 2011: Megszívjuk? – A levegőszennyezés és következményei. Mindentudás Egyeteme. <https://mindentudas.videotorium.hu/hu/recordings/9127/megszivjuk-a-levegoszennyez-es-kovetkezmenyei>
- Hanula B. és Németh P., 2021: Fenntartható fenntarthatóság. *Magyar Tudomány* 3, 353–363. <https://doi.org/10.1556/2065.182.2021.3.7>
- Kovács G., 2022: Az országos villamosenergia-rendszer irányítása. *Léghör* 67, 157–161.
- Molnár F., 2020: A nap és szélenergia integrálása a Villamos Energia Rendszerbe. *Energia Gazdálkodás* 61(5,6), 8–15.
- ZKK (2022): Policy Brief. [https://zerocarbonhub.hu/wp-content/uploads/2021/09/ZKK\\_halozati\\_csatlakozas\\_Policy-Paper-2022\\_04.pdf](https://zerocarbonhub.hu/wp-content/uploads/2021/09/ZKK_halozati_csatlakozas_Policy-Paper-2022_04.pdf)
- [5] EUR-Lex. Az EU energiapiacának újratervezése <https://eur-lex.europa.eu/HU/legal-content/summary/redesigning-the-eu-s-energy-market.html>
- [6] Európai Bizottság, energiaunió, éghajlat-politika, környezet. [https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment\\_hu](https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment_hu)
- [7] REN21, 2022: RENEWABLES 2022 Global Status Report. <https://www.ren21.net/gsr-2022/>
- [8] Our World in Data Charts, 2022: Primary energy consumption from fossil fuels, nuclear (1965-2021) <https://tinyurl.hu/vaxC>
- [9] REN21 Factsheet China: [https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/REN21\\_GSR2021\\_Factsheet\\_China\\_EN.pdf](https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/REN21_GSR2021_Factsheet_China_EN.pdf)
- [10] IRENA Renewable Capacity Statistics <https://www.irena.org/publications/2022/Apr/Renewable-Capacity-Statistics-2022>
- [11] Statista <https://www.statista.com/>
- [12] KSH Fenntartható fejlődési célok <https://www.ksh.hu/sdg/3-35-sdg-7.html>
- [13] Eurostat, Energy statistics - an overview. Forrás: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/images/9/9e/Final\\_energy\\_consumption\\_by\\_fuel%2C\\_EU%2C\\_1990-2020\\_Petajoule\\_%28PJ%29.png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/images/9/9e/Final_energy_consumption_by_fuel%2C_EU%2C_1990-2020_Petajoule_%28PJ%29.png)
- [14] PVEurope <https://www.pveurope.eu/markets/repower-eu-1-terawatt-eu-solar-pathway-2030>
- [15] Statista: Energy import dependency in the European Union (EU-27) in 2020, by country <https://www.statista.com/statistics/1301609/european-union-eu-27-energy-import-dependency-by-country/>
- [16] MEKH Energiastatisztika 2021. éves riport - előzetes adatok, 2022, <http://mekh.hu/energiastatisztika-2021-eves-riport-elozetes-adatok>
- [17] MAVIR Hír 2021 - a rekordok éve, 2022 <https://tinyurl.hu/sTyH>
- [18] A magyar villamosenergia rendszer adatai 2021, 2022 [http://www.mekh.hu/download/d/8a/01000/katalogus\\_villamosenergia\\_2020.pdf](http://www.mekh.hu/download/d/8a/01000/katalogus_villamosenergia_2020.pdf)
- [19] Greenfo. <https://greenfo.hu/hir/megfujtak-szelenergia-termelesunket-a-teli-szelviharok/>
- [20] MAVIR Közlemény, 2022: A 2022. május 2-i szabad kapacitások publikálásához kapcsolódóan. <https://tinyurl.hu/YkuU>
- [21] Portfolio. <https://www.portfolio.hu/uzlet/20220614/palkovics-laszlo-az-energiatarolas-kerdeset-nem-lehet-kikerulni-550601>
- [22] [http://www.mettars.hu/wp-content/uploads/2022/09/MMTVGY\\_Dobietall\\_honapra.pdf](http://www.mettars.hu/wp-content/uploads/2022/09/MMTVGY_Dobietall_honapra.pdf)
- [23] [http://www.mettars.hu/wp-content/uploads/2022/08/Vandorgyules\\_Magyar-Meteorologiai-Tarsasag\\_Final.pdf](http://www.mettars.hu/wp-content/uploads/2022/08/Vandorgyules_Magyar-Meteorologiai-Tarsasag_Final.pdf)

### Hivatkozások

- [1] OurWorldinData. <https://ourworldindata.org/energy-mix>
- [2] Európai Parlament, Hírek, Üvegházhatású gázok kibocsátása az EU-ban <https://tinyurl.hu/9vIb>
- [3] Az Európai Unió Tanácsa, Energia <https://www.consilium.europa.eu/hu/topics/energy/>
- [4] Európai Parlament, Megújuló energia <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/hu/sheet/70/megujulo-energia>



## Tánczer Tibor szakmai életútjának adatai

### Major György

Országos Meteorológiai Szolgálat, major.gy@met.hu

Tánczer Tibor (1934–2022) volt az a meteorológus, aki a hazai műholdas meteorológiai tevékenységet érdemben megalapozta és kifejlesztette. A kezdetekkor a műholdakról érkező meteorológiai információ nehezen volt kezelhető, ezért jelentős kutató-fejlesztő munkát igényelt azok felhasználóbaráttá alakítása azért, hogy az előrejelzést készítő szakemberek könnyen és szakszerűen társítsák azt a hagyományos meteorológiai adatforrásokhoz. Ő ezekben a kutatásokban Európában a legjobbnak számított, a világ vezető szakemberei is méltó társuknak tekintették.

### Bevezetés

Tánczer Tibor a hazai műholdas meteorológiai tevékenység kezdetét az 1955-ben Aujezsky László által írt cikk megjelenésének tulajdonította (Tánczer, 2014), noha akkor csak elsődleges ötletek merültek fel arról, hogy a mesterséges holdak megjelenése milyen változásokat hozhat a meteorológiai megfigyelésekben. Az érdemi tevékenység akkor kezdődött, amikor Tibor lett a téma felelőse 1963 októberétől. A hazai műholdmeteorológia fejlődésének részletes leírását tartalmazza az idézett cikk és az OMSZ történet 1971–1995-ös időszakát leíró kötet 131–142 oldalain Tibor összefoglalása (Tánczer, 1995).

Ebben az írásban Tibor szakmai tevékenységének tárgyyszerű adatait ismertetem, abból a megfontolásból, hogy a későbbi kollégák megismerhessék a munkáit és valamennyire azokat a korabeli körülményeket, amelyek ezeknek a tárgyyszerű, munkával kapcsolatos adatoknak

a kialakításához vezettek. Az adatok összegyűjtését döntően maga Tibor végezte: hagyatékában megtalálhatók az általa gondosan megőrzött dokumentumok. Felesége (lánynevén Fekete Ágnes, aki 1966 és 1970 között az Országos Meteorológiai Intézet dolgozója volt), lehetővé tette, hogy átnézzem a hagyatékot, amelyért nagy köszönet illeti. A hagyatékából a következőket használtam fel:

- tudományos önéletrajz (2022);
- Dr. Tánczer Tibor szakirodalmi tevékenysége (2022), lásd a függelékben;
- munkahelyi besorolások;
- ENSZ ösztöndíjas tanulmányúti jelentés;
- kitüntetések oklevelei.

### Tanulmányai

Tibor ízig-vérig kutató volt, a kutatók képzése az iskolai tanulmányok során kezdődik. Az iskolai évekből a középiskoláját, az újpesti Földes Ferenc Gimnáziumot nevezem meg,

ahol kitűnt matematikai adottságaival, melynek képzését az ottani tanárai segítették. 1952-ben érettségizett kitűnő eredménnyel.

Abban az évben kezdte meg tanulmányait az Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE) meteorológus szakán, amelynek elvégzéséről 1956-ban szintén kitűnő minősítésű oklevelet kapott. Az évek elteltével az aranydiplomát (2006), a gyémántdiplomát (2016) majd a vasdiplomát (2022) is megkapta az egyetemtől. Az eredeti oklevelével az Országos Meteorológiai Intézetben (OMI) kezdte meg kutatói pályáját. A nemzetközi kutatói szinthez való felzárkózáshoz óriási lehetőséget és segítséget nyújtott az az ENSZ ösztöndíjas tanulmányút, amely 1966. február 23-tól 1967. február 23-ig tartott. Első felét a Szovjetunióban, második felét az Egyesült Államokban töltötte. Akkoriban csak ez a két ország bocsátott fel mesterséges holdakat, tehát ezekben az országokban lehetett műholdmeteorológiában képzést szerezni. Természetesen a műholdas korszaka előtti zivatar előrejelzési munkáit is továbbfejlesztette, az ottani eljárásokat is megismerte, így volt Kansas Cityben (1966. aug. 29.–szept. 23.) a Vihar-előrejelző Központban, valamint Chicagóban (1966. szept. 26. – okt. 10.) az előrejelzőknél és az egyetemen is. Fő feladatként a két ország műholdmeteorológiai központjaiban megismerkedett a téma világhírű szakembereivel, a munkamódszerekkel, a jövőbeli műholdak terveivel és az ottani vezetők mellett dolgozó többi kollégával. Az így szerzett ismeretek lehetővé tették, hogy megtervezze a műholdas szakterület itthoni fejlesztését. Módja nyílt arra, hogy saját magát a világ élvonalát képező szakemberekhez mérje, és megérezze, hogy miben tud méltó társ lenni a szakmában.

### Munkahelyi besorolásai

Tibor 1956 szeptemberében lett az OMI dolgozója, noha egyetemistaként már végzett észlelői munkát. Az OMI 1970-ben Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSz) alakult, amelynek volt Elnökség, Központi Meteorológiai Intézet (KMI), Központi Előrejelző Intézet (KEI) és Központi Légkörfizikai Intézet (KLFI) része, ezekhez később csatlakozott a Számítógéppont.

Ezek közötti dolgozói átjárás nem számított munkahelyváltásnak. 1990-ig az Elnökség kivételével a többi rész kutatóhelynek volt besorolva, noha teljesen kizárólagosan kutatási feladatokkal egyik sem foglalkozott, de valamennyi kutatói tevékenység mindegyikben folyt. A dolgozók rendszeresen kaptak besorolásukról dokumentumokat, néha évente többet is. Ezek döntő része nem jelentett változást az illető munkájában. Tibor közel 100 ilyen megőrzött dokumentumból az alábbi táblázat csak azokat tartalmazza, amelyek szerintem lényegi előrelépést vagy változást jelentettek az intézeti pályájában. A pályája egy munkahelyen futott 39 éven át.

A besorolások mellett beírtam a fizetéseket is, tájékoztatásként a korról és a forint inflálódásáról. A fizetési papírok egy időben külön tartalmazták a korpótlékot, a nyelvpótlékot és a vezetői pótlékot.

Dátum	Besorolás	Fizetés (Ft/hó)
1954.	Észlelő	60 Ft jutalom
1956. 09. 16.	Tudományos gyakornok	1 250
1958. 09. 11.	Tudományos segédmunkatárs	1 700
1960. 09. 01.	Tudományos munkatárs	2 150
1968. 04. 12.	Balaton viharjelző szolgálat megszervezése	2 900
1969. 01. 01.	Tudományos csoportvezető	3 000 + 180
1973. 05. 01.	KEI Időjárás Kutató Oszt. vezetője	3 400+250+219
1973. 10. 01.	KLFI Műholdmet. Oszt. vezetője	3 400+250+219
1974. 01. 01.	KLFI Kozm. Met. Főosztály vezetője	3 900 + 400
1979. 01. 01.	KLFI Műholdmet. Kutató Oszt. vezetője	6 150 + 800
1986. 02. 25.	KEI főtanácsos	10 700+900+784
1989. 03. 01.	OMSz Számítógéppont főtanácsos	21 100+1 650+1 200
1991. 01. 01.	OMSz tudományos titkár	34 000 + 2 500
1993. 01. 01.	OMSz főtanácsos	57 000
1994. 01. 01.	OMSz tudományos titkár	66 000
1995. 11. 30.	Nyugdíj	-----

### Tudományos minősítések

1954. és 1991. között az egyetemek doktori szigorlat alapján egyetemi doktori címet adtak (ami az orvosoknak és jogászoknak a diplomával együtt járt, más végzettségűek munka mellett külön tettek doktori szigorlatot). Az OMI-ban gyakorlat volt, hogy a kutatói munkát végzők többsége szerzett doktori címet, majd egy részük tovább dolgozott a tudományok kandidátusa, még később a tudományok doktora fokozatért.

Tibor az Időjárás Kutató Osztályon kezdett, az ottani munkája a zivatar előrejelzés volt, így abból doktorált az ELTE Meteorológia Tanszékén 1963-ban. Értekezésének címe: „A légköri divergencia vizsgálata”.

Kandidátusi fokozatát már a műholdas témában végzett munkái alapozták meg. A földtudományok (meteorológia) kandidátusa fokozatot a Tudományos Minősítő Bizottság 1972-ben adta meg, értekezésének címe: „Objektív módszerek a műholdképek gyakorlati felhasználásában”. Mint tudományos címmel és fokozattal bíró szakember, mintegy 15 egyetemi doktori, kandidátusi és akadémiai doktori eljárásban bírálói, illetve bíráló bizottsági munkában működött közre, beleértve az 1991. utáni megváltozott minősítési rendszert is. Vietnami aspiránsnak volt témavezetője.

### Szerepek szakmai bizottságokban

A szakmai közéletben a munkahelyek mellett fontos a szakterületi egyesületekben, bizottságokban való részvétel. A kutatói elismerés egyik formája a megfelelő akadémiai és nemzetközi tudományos bizottságokban végzett megbízás.

A hazai űrkutatási tevékenység „hivatalosan” az Űrkutatási Kormánybizottság megalakulásával indult meg. A Kormánybizottságnál a meteorológia a kezdettől szakbizottsággal szerepelt, a bizottsági munkát Tibor végezte titkárként. Az elnökök a szakbizottságban az OMI/OMSZ vezetői, illetve vezetőhelyettesei voltak. A rendszerváltás után az űrkutatás kormány szintű vezetése lényegesen átalakult, az egyes szakterületeket a tudományos tanácsok képviselték.

A felsorolt bizottsági tagságok közül szerintem a legfontosabbak a COSPAR bizottságaiban betöltöttek voltak szakmai szempontból. A COSPAR-nak minden országból lehetnek tagjai, hazánkat szervezetként a Magyar Tudományos Akadémia (MTA) képviselte, a szakemberek az egyes munkacsoportoknak, illetve bizottságoknak voltak tagjai. Tibor nyugdíjba vonulásáig tagja volt a meteorológiával foglalkozó munkacsoportoknak, amelyekben jelentős elismerést váltott ki a munkássága. Ezért többször kapott pénzügyi támogatást a meteorológiai tárgyú szimpóziumokra való elutazáshoz.

Az MMT és MTA bizottságokban betöltött tagsága a kutatói munkásságának elismerését jelzi a meteorológus kollégák részéről.

Nagyon fontos az a szerep, amelyet betöltött a Központi Asztronautikai Szakosztályban és annak átalakulása (1986) után a Magyar Asztronautikai Társaságban. A „Felszín és a Légkör Megfigyelése a Világűrben” (röviden FÖLDFOTÓ) munkabizottság az egymáshoz közelálló szakterületek műholdas szakembereit kapcsolta szakmailag össze, és óriási mértékű tudomány népszerűsítést is végzett (Horvai, 2008.)

Időszak	Bizottság	Szerep
1967-1975	Űrkut. Kormánybiz. Meteorológiai Szakbizottság	titkár
1975-1991	Interkozmosz Tanács Meteorológiai Szakbizottság	tag
1992-1995	Magyar Űrkut. Iroda Tudományos Tanács	tag
1971-1980	COSPAR Working Group VI	tag
1980-1995	COSPAR Scientific Committee A	tag
1981-1995	MTA COSPAR Magyar Nemzeti Biz.	tag
1990-1993	MTA Mat. és Fiz. Oszt. Űrkutatási Komplex Biz.	tag
1974 -2015	Magyar Meteorológiai Társaság Választmánya	tag
1996-2022	az IDŐJÁRÁS Szerkesztőbizottsága	tag
1976-2005	az MTA Földtud. Oszt. Met. Tud. Biz.	tag
1973-1979	Közp. Asztronaut. Szakoszt. FÖLDFOTÓ Munkabiz.	elnök
1988-1995	Magyar Asztronautikai Társ. FÖLDFOTÓ Munkabiz.	elnök
1971-1981	Közp. Asztronaut. Szakoszt. Vezetőség	tag

### Oktatási tevékenysége

A diplomás meteorológusokat az ELTE Természettudományi Karán képezik. Tibor ebbe a képzésbe kapcsolódott be:

- féléves fakultatív Műholdmeteorológia kurzus, heti 1+1 (1973 – 1979);
- féléves kötelező Műholdmeteorológia kurzus, heti 2+1 (1979 – 1993);
- alkalmanként szakdolgozati témavezetés, bírálat;
- egyetemi jegyzet: Műholdszinoptika (lásd a közlemények között) (1979);
- tankönyv: Műholdmeteorológia (lásd a közlemények között) (1988).

Egyéb képzésekben műholdmeteorológia órák tartása:

- meteorológus II és III képzés, OMSz, 1977, 1979, 1984. Az OMSz az érettségivel belépő dolgozóinak a WMO elvárásainak megfelelő képzést tartott (*Schirokné, 1995*);
- szakmérnöki képzés, Budapesti Műszaki Egyetem (1981, 1983);
- UNESCO hidrológus továbbképzés, VITUKI (1987 – 1991);
- szíriai meteorológus továbbképzés, OMSz, (1988);
- meteorológus tisztek továbbképzése, Magyar Honvédség.

### Szakirodalmi tevékenysége

A kutatói pályafutás legmaradandóbb termékei a szakmai-tudományos közlemények. 2022-ben a vasdiploma pályázathoz Tibor összeállította a szakirodalmi tevékenységének listáját, amely 117 tételből áll. Ezt a listát a függelék tartalmazza minden változtatás nélkül.

Az Ő értelmezésében a szakirodalmi tevékenységhez nem tartozik a szerkesztői munka, az írásban meg nem jelent szakelőadás és az ismeretterjesztő írás és előadás, ezért ezeket a lista kiegészítéseként ismertetem.

A szerkesztések:

- A listában szereplő orosznyelvű közleményeit tartalmazó kötetek összeállításában is részt vett társszerkesztőként



Tanczer Tibor 85. születésnapján, Tölgyesiné Puskás Mártával.

- Az 1980-ban Budapesten tartott COSPAR szimpózium kötetének is vezető szerkesztője volt (Ő végezte a munka legnagyobb részét) Götz és Major mellett: „First FGGE results from satellites”, *Advances in Space Res.* Vol 1. No 4. 1981.

A szerkesztői szerep a szakirodalomban való előfordulást rendszerint jobban segíti, mint egy jó saját szakcikk, hiszen a 15–20 közleményből szerkesztett kötetbeli cikkel a szerkesztőt is idézik.

Az 1980 előtti COSPAR szimpóziumokon tartott előadásai nem szerepelnek a listában. Az 1975-ös, 78-as, 80-as és 1984-es COSPAR szimpóziumokon hallgattam az ő (és 78-tól a munkatársai) előadásait, és meggyőződésemmé vált, hogy az európai előadók közül az Ő előadásai voltak legjobb tartalmúak. Tehát állítom, hogy **az 1970-es évek közepe és az 1980-as évek közepe között Tanczer Tibor volt Európa legjobb műholdmeteorológiai kutatója.**

A hazai műholdmeteorológiai ismeretterjesztés 1955-ben kezdődött, melyben több meteorológus vett részt. 1963 után Tibor volt a feladat fő képviselője és becslésem szerint ezután 100 körüli cikket és előadást szentelt ennek a feladatnak. Ezek igen sok helyen elhangzottak, de az előadások jó részéről semmi írás vagy felvétel nem készült. Az írott cikkek is sok helyen jelentek

Kitüntető	Kitüntetés	Évszám
Magyar-Szovjet Gazdasági és Műszaki Tud. Biz.	Diszoklevél	1979
Minisztertanács	Kiváló Dolgozó	1964
Országos Műszaki és Fejlesztési Bizottság	Kiváló Dolgozó	1982
Iparügyi Miniszter	Kiváló Munkáért	1986
Magyar Meteorológiai Társaság	Szakirodalmi Nívódíj	1989, 1995
Magyar Meteorológiai Társaság	Steiner Lajos Emlékérem	1988
Magyar Meteorológiai Társaság	Tiszteleti tag	2014
Eötvös Loránd Tudományegyetem	Címzetes egyetemi docens	1980
Környezetvédelmi miniszter	Pro Meteorologia Emlékérem	1995
Mezőgazdasági miniszter	Schenzl Guido Díj	2005

meg, de összegyűjtésüket, listázásukat nem tartotta annyira fontosnak, mint a kutatási eredményeiről szóló anyagokét.

### Kitüntetései

A szakmai kitüntetések minden esetben egy oklevélből, valamint az oklevéllel járó címből vagy éremből állnak. A hagyatékában talált oklevelek alapján az alább található listát állítottam össze. A kitüntetések eszmei értéke nem egyforma. Az értéket egyrészt a kitüntetés adományozója, másrészt és főként az határozza meg, hogy kik kapták előzőleg ezt a kitüntetést.

### Befejezés

Igyekeztem ebben az írásban Tibor szakmai életútjának minden lényeges adatát pontosan felsorolni. Köztudott, hogy minden adatgyűjtemény hiányos és vannak benne hibák is. Remélem, az olvasók (az általam most nem ismert hiányosságok ellenére is) hasznosnak találják ezt az összeállítást és ajánlom az irodalomban felsoroltak elolvasását.

### Irodalom

- Horvai F.*, 2008: Egyesületünk 50 éves története I és II. Magyar Asztronautikai Társaság, Budapest.
- Schirokné K.I.*, 1995: Középfokú meteorológia oktatás az OMSz keretében. A Fejezetek a magyar meteorológia történetéből 1971-1995” című kiadványban. OMSZ, Budapest.
- Tánczer T.*, 1995: Műholdmeteorológia. A Fejezetek a magyar meteorológia történetéből 1971-1995” című kiadványban, OMSZ, Budapest.
- Tánczer T.*, 2014: A műhold-meteorológia hazai története (1955-1990). *Léggör* 59, 4-11.

### Függelék

#### Dr. Tánczer Tibor szakirodalmi tevékenysége időrendi sorrendben

- Götz G. - Tánczer T.*, 1958: Az áramlási mező számszerű előrejelzésének hidrodinamikai alapjai. *Időjárás*, 62. 2. 90. o.
- Tánczer T.*, 1958: Hegyek hatásának figyelembevétele a nyomásmező előrejelzésénél. *Időjárás*, 62. 4. 233. o.
- Ambrózy P. - Götz G. - Tánczer T.*, Abszolút topográfiaiak numerikus előrejelzése Bulejev barotrop módszernek segítségével. (Orosz nyelven) *Időjárás*, 63. 2. 74. o.
- Tánczer T.*, 1959: A Bulejev-módszerrel végzett előrejelzések beválása és a szinoptikus helyzetek közötti kapcsolat vizsgálata. *Beszámolók az 1958-ban végzett tudományos kutatásokról*. 40. o.
- Tánczer T.*, - *Tóth P.*, 1959: A  $J(\varphi)$  függvény kiszámítása Lambert szögtartó kúpvetületének közelítő leképezésével. *Időjárás*, 63. 4. 243. o.
- Tánczer T.*, 1960: A számszerű előrejelzések kiértékeléséről. *Időjárás*, 64, 1. 49. o.
- Götz G. - Tánczer T.*, 1960: A divergenciamentes szint elhelyezkedése a légkörben. *Időjárás*, 64. 4. 225. o.
- Ambrózy P. - Götz G. - Tánczer T.*, 1960: Az 500 mb-os abszolút topográfia numerikus előrejelzése Fjörtoft grafikus módszerével. *Beszámolók az 1959-ben végzett tudományos kutatásokról*. 10. o.
- Tánczer T.*, 1961: Az 1960. augusztus 19-i zivatarfrontról. *Időjárás*, 65. 5. 305. o.
- Tánczer T.*, 1961: Zivatar okozta szélviharok. *Beszámolók az 1960-ban végzett tudományos kutatásokról*.
- Tánczer T.*, 1962: A squall line-ről. *Időjárás*, 66. 1. 36. o.
- Czelnai R. - Mezősi M. - Tánczer T.*, 1963: Automatikus szélmérő berendezés felállításának meteorológiai kérdései a Balaton körzetében. *Időjárás*, 67. 2. o.
- Czelnai R. - Mezősi M. - Tánczer T.*, 1963: A balatoni automatikus szélmérő hálózat létesítésének műszer- és híradástechnikai szempontjai. *Időjárás*, 67. 3. 149. o.

- Ambrózy P. - Götz G. - Tanczer T., 1963: Hirtelen kitörő szélviharok vizsgálata a Balaton térségében. *Időjárás*, 67. 3. 153. o.
- Tanczer T., 1963: A légköri divergencia. *Beszámolók az 1962-ben végzett tudományos kutatásokról*. 76. o.
- Ambrózy P. - Tanczer T., 1963: Zivataros szélviharok maximális sebességének előrejelzése. *Beszámolók az 1962-ben végzett tudományos kutatásokról*. 84. o.
- Tanczer T., 1964: A divergencia vizsgálata a légkörben. (Orosz nyelven) *Trudü szimpoziuma po csiszlennüm metodam prognoza pagodü*. Leningrad. 36. o.
- Szepesi D. - Tanczer T., 1964: Ciklogenezis a Genovai-öböl fölött a TIROS IV képei tükrében. *Időjárás*, 68. 4. 193. o.
- Tanczer T., 1964: Az idei nyár balatoni viharai. *A Balaton meteorológiájának és hidrológiájának néhány kérdése*. MMT 53. o.
- Szepesi D. - Tanczer T., 1964: A TIROS IV mesterséges hold felvételei az Alpok és a Kárpátok térségében. *A Balaton meteorológiájának és hidrológiájának néhány kérdése*. MMT 69. o.
- Götz G. - Tanczer T., 1965: Szélviharok a nyári évszakban a Balaton térségében. *Időjárás*, 69. 1. 77. o.
- Szepesi D. - Tanczer T., 1965: A konvencionális és a műholdas felhőanalízis különböző időjárási helyzetekben. *Időjárás*, 69. 4-5. 218. o.
- Tanczer T., 1965: Mérsékelt övi ciklonok fejlődési szakaszai a TIROS felvételek alapján. *Beszámolók az 1964-ben végzett tudományos kutatásokról*. 163. o.
- Tanczer T., 1965: Felhőrendszerek a TIROS felvételek alapján. *Az erdészeti meteorológia néhány kérdése*. MMT 99. o.
- Ambrózy P. - Tanczer T., 1966: Kísérlet a szélsősebesség előrejelzésére a Balaton térségében a nyomási mező alapján. *Beszámolók az 1965-ben végzett tudományos kutatásokról*. 64. o.
- Tanczer T., 1966: A nagyléptékű divergencia és függőleges sebesség meghatározása. (Orosz nyelven) *Időjárás*, 70. 2. 69. o.
- Tanczer T., 1967: Meteorológiai műholdak és a numerikus előrejelzés. *Az időjárás dinamikus előrejelzésének alapjai*. Az OMI Hivatalos Kiadványai, XXXI. kötet. 208. o.
- Götz G. - Tanczer T., 1966: A balatoni viharok statisztikai és szinoptikus vizsgálata. (Német nyelven) *Sturmwarnung am Balatonsee*. Budapest. 45. o.
- Ambrózy P. - Koppány Gy. - Tanczer T., 1966: Szélelőrejelzési módszer a Balaton térségére a talaj nyomási mező alapján. (Német nyelven) *Sturmwarnung am Balatonsee*. Budapest. 45. o.
- Tanczer T., 1967: A műholdak adatainak felhasználása a moszkvai Meteorológiai Világközpontban. *Időjárás*, 71. 3. 174. o.
- Tanczer T., 1968: Differences between cloud coverages observed from ground stations and satellites. *Időjárás*, 72. 6. 321. o.
- Tanczer T., 1968: Mesterséges holdak a meteorológia szolgálatában. Tíz év úrkutatás. (Úrkutatási ankét, 1976. október 6-7.) *Asztronautikai Közlemények*, 141. o.
- Götz G. - Szalay G. - Tanczer T., 1969: Az instabilitási és nedvességi indexek egyidejű kapcsolata a konvektív aktivitás fejlődésével. *Beszámolók az 1968-ban végzett tudományos kutatásokról*. 35. o.
- Tanczer T., 1969: The evaluation of cloud sizes on satellite (APT) pictures. *Időjárás*, 73. 3. 129. o.
- Tanczer T., 1969: Objective technique for fitting of APT pictures. *Időjárás*, 73. 265. o.
- Tanczer T., 1970: Műholdas és földi felhőmegfigyelési adatok összehasonlítása. (Orosz nyelven) *Trudü mezsdunarodnogo szimpoziuma po szputnyikivoj meteorologii*. Moszkva.
- Tanczer T., 1970: Időjárás megfigyelő mesterséges holdak. *Földrajzi Közlemények*, XVIII. 1. 1. o.
- Tanczer T., 1970: A Nap sugárzási áramának útja a légkörben. Mesterséges holdak felhasználása a Föld- légkörrendszer sugárzási mérlegének mérésében és az időjárási képződmények (ciklonok, frontok, futóáramlások) megfigyelésében. *MTA X. Osztályának Közleményei*. 3. 121. o.
- Tanczer T., 1970: Mesterséges holdak a meteorológia szolgálatában. Dési F. - Rákóczi F.: *A légkör dinamikája*. 431. o.
- Tanczer T., 1970: A felső légkör kutatása rakétával. Dési F. - Rákóczi F.: *A légkör dinamikája*. 416. o.
- Tanczer T., 1970: Viharjelzés a Balatonon és a Dunán. *Fejezetek a magyar meteorológia történetéből 1870-1970*. OMSZ, Budapest.
- Tanczer T., 1971: A Meteor műholdrendszer felhasználása az időjárás kutatásában. (Úrkutatási ankét, 1971. április 5-6.) *Asztronautikai tudományos ülésszak előadásai*, Budapest. 117. o.
- Tanczer T., 1971: Meteorológiai mesterséges holdak. A meteorológiai oktatása az általános és középiskolákban, MMT. 145. o.
- Tanczer T., 1972: Felhőrendszerek horizontális kiterjedése műholdfelvételek alapján. *Időjárás*, 76. 5-6. 314. o.
- Tanczer T., 1973: A nefanalízis térkép elkészítésének alapelvei. *Beszámolók az 1970-ben végzett tudományos kutatásokról*. 78. o.
- Tanczer T., 1973: A mediterrán ciklonok felhőzeti viszonyainak kutatása műholdas megfigyelések alapján. *Időjárás*, 77. 3. o.
- Götz G. - Molnár L. - Szalay G. - Tanczer T., 1973: Különböző meteorológiai jelenségek előrejelzése objektív módszerrel analizált időjárási térképek alapján tanuló algoritmusok segítségével. *VII. Magyar Automatizálási Konferencia*, Budapest, 1973. október 15-20.
- Bozó P. - Tanczer T., 1974: Távolságszámítás az APT sugárzási képeken. *Időjárás*, 78. 2. 82. o.

- Tánczer T., 1974: Mesterséges holddal végzett felhőmegfigyelések jelentősége az időjárás előrejelzésében és kutatásában. *Asztronautikai Közlemények*. Földfelszíni és meteorológiai megfigyelések a világűrben. 69. o.
- Tánczer T., 1974: A nagytérségű függélyes sebesség kiszámítása számítógéppel. *Időjárás*, 78. 1. 41. o.
- Tánczer T., 1974: Összefüggés a műholddal megfigyelt felhőzet és a légköri karakterisztikák között. *Beszámolók az 1971-ben végzett tudományos kutatásokról*. 30. o.
- Tánczer T., 1975: Kísérlet több-paraméteres mennyiségi csapadék-előrejelzési modell felállítására Magyarország területén. *Időjárás*, 79. 3. 133. o.
- Popova T. P. - Runcanu T. - Sarov V. - Tánczer T., 1975: Földközi tengeri ciklonok a felhőzet mezejében. (Orosz nyelven) *Gidrometeoizdat*, Leningrad.
- Bodolainé Jakus E. - Tánczer T., 1975: Az olvadásból származó vízhozam meghatározása a Duna bécsi szelvényére műholdképek felhasználásával. *Időjárás*, 79. 6. 325. o.
- Tánczer T., 1975: Az űrtechnika szerepe a GARP-ban. *Asztronautikai tájékoztató*, 29. szám. 71. o.
- Tánczer T., 1976: Másodlagos éghajlati paraméterek műholdas megfigyelhetősége. *Asztronautikai Közlemények*. Földfelszíni és Meteorológiai megfigyelések a világűrben. 63. o.
- Fekete I. - Tánczer T., 1976: Az űrtechnika hozzájárulása az első világméretű GARP kísérlethez. *Asztronautikai Közlemények*. Földfelszíni és meteorológiai megfigyelések a világűrben. 77. o.
- Tánczer T., 1976: Mesterséges holdak alkalmazása az árvíz-előrejelzésben. *Asztronautikai Tájékoztató*, 31. szám. 61. o.
- Tánczer T., 1977: Sugárzási képek földrajzi azonosítása. *Meteorológiai Tanulmányok*, No. 16. OMSZ Budapest.
- Tánczer T., 1977: A cirkulációs gyorsulás szerepe a frontális felhőzet megjelenésében. *Időjárás*, 81. 4. 209. o.
- Tánczer T., 1977: Több-paraméteres csapadék előrejelzési módszer kipróbálása a Dunántúlon 1975 nyarán. *Beszámolók az 1975-ben végzett tudományos kutatásokról*. 97. o.
- Tánczer T., 1978: A műholdas meteorológiai adatszolgáltatás fejlődése. *Időjárás*, 82. 3. 168. o.
- Tánczer T., 1979: *Műhold-szinoptika*. Egyetemi jegyzet. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Bak J. - Gulyás O. - Tánczer T., 1979: A csapadék rövidtávú előrejelzése tanuló algoritmusok segítségével. *Meteorológiai Előrejelzések*, Budapest.
- Bak, J. – Gulyás, O. – Tánczer, T., 1979: Short-range forecast of precipitation with the aid of learning algorithms. *Időjárás*, 83. 2. 101. o.
- Hegedűs Cs. - Tánczer T., 1980: Digital processing of TIROS-N images. *Időjárás*, 84. 6. 325. o.
- Tánczer T., 1980: Meteorológiai műholdakról nyert felvételek digitális értékelése. *Asztronautikai Közlemények*. Földfelszíni és meteorológiai megfigyelések a világűrben. MTESZ, Budapest. 165. o.
- Tánczer T., 1980: Meteorológiai felvételek hasznosítása légkörfizikai, előrejelzési és a földfelszíni hőmérséklet kutatási feladatokban. *Geonómnia és Bányászat*, MTA X. Osztályának Közleményei. 71. o.
- Hegedűs Cs. - Tánczer T., 1981: An attempt for objective analysis of TIROS-N images. *Adv. Space Res.*, Vol. 1. No. 4. 327. o.
- Hegedűs Cs. - Tánczer T., 1981: A felhőzeti mező mennyiségi karakterisztikáinak számítógépes előállítás. *A magyar űrkutatás 10 éve*, Budapest. 144. o.
- Tánczer T., 1981: Short-range prediction of precipitation. *Proc. Int. Symp. "Nowcasting: Mesoscale observations and short-range prediction"* ESA, Paris. 173. o.
- Abonyi Ivánné et al. (Tánczer T., meteorológia). Főszerkesztő: Almár I., 1981: *Űrhajózási Lexikon*. Akadémiai Kiadó és Zrínyi Kiadó, Budapest, 999. o.
- Tánczer T., 1981: Meteorológiai megfigyelések műholdakkal és az adatok feldolgozása. *Meteorológiai Tudományos Napok*, 79. OMSZ Hivatalos Kiadványai, LI. kötet. Budapest.
- Saikó J. - Tánczer T., 1982: Rainfall estimation by digitizing APT infrared images. *Időjárás*, 86. 5. 261. o.
- Tánczer T., 1982: *A frontális felhőzet és a cirkulációs gyorsulás közötti kapcsolat*. (Orosz nyelven) Praha. 7. o.
- Tánczer T., et al. (Szerkesztő Vetlov és Veltiscsev), 1982: *Útmutatás a műholdas adatoknak felhasználására az időjárás analízisében és előrejelzésében*. (Orosz nyelven) *Gidrometeoizdat*, Leningrad. 300. o.
- Kozma F. - Pintér F. - Tánczer T., 1982: Terepklimatológiai módszerek a szőlő termőhelyi kutatásban. *Szőlőtermesztés és borászat*. 4. 16.
- Pintér F. - Tánczer T., 1983: A talajfelszín hőmérsékletének kiszámítása műhold adatokból. *Időjárás*, 87. 163. o.
- Pintér F. - Tánczer T., , 1983: A felszín hőmérsékletének kiszámítása infravörös APT műholdképekből. (Orosz nyelven) *Számítástechnika alkalmazása a meteorológiában és a légkör távérzékelésében c. szimpózium*, Bratislava. 202. o.
- Bozó P. - Tánczer T., 1983: *Meteorológia Földünk a Szaljut-6 fedélzetéről*. Műszaki Kiadó.
- Kozma F. - Pintér F. - Tánczer T., , 1984: A talajfelszín éjszakai lehülésének vizsgálata infravörös műholdképek felhasználásával. *Földfelszíni és meteorológiai megfigyelések a világűrben*. MTESZ, Budapest.
- Tánczer T., 1984: Nemzetközi földfelszín klimatológiai program műholdmegfigyelések alapján. *MMT Tájékoztatója*, 15.
- Saikó J. - Tánczer T., 1985: A csapadék valószínűségének és mennyiségének becslése műholdképek alapján. *OMSZ Kiseb Kiadványai*, 58. szám. Budapest.



- Kapovits A. - Pintér F. - Tanczer T., 1985: Kísérlet radar- és műholdadatok együttes analízisére. *Időjárás*, 89. 1. 9. o.
- Czelnai R. - Szepesi D. - Tanczer T., 1986: *Meteorológiai Műszaki Értelmező Szótár*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Pintér F. - Rákóczi F. - Tanczer T., 1986: Viharos szelek becslhetősége a Balaton térségében műholdfelvételek alapján. *Időjárás*, 90. 6. 365. o.
- Boncz J. - Kapovits A. - Pintér F. - Tanczer T., 1987: Módszer a szinoptikus-, radar- és műholdadatok komplex analízisére. *Időjárás*, 91. 1. 11. o.
- Bodolai-Jakus E. - Kapovits A. - Pintér F. - Tanczer T., 1987: Detailed analysis of a meso-scale convective complex situation in the Carpathian Basin. *Proc. Symp. Mesoscale Analysis and Forecasting*, Vancouver, Canada 17-19 August, ESA SP-282. 345. o.
- Pintér F. - Tanczer T., 1987: A talajfelszín hőmérsékletének kiszámítása infravörös METEOSAT WEFAX adatokból. *Beszámolók az 1984-ben végzett tudományos kutatásokról*. OMSZ, Budapest.
- Kozák B. - Major Gy. - Tanczer T., 1987: Activity of Hungary in the cosmic meteorology connecting with the Intercosmos program in the past 20 years. *Proc. Space Res. Conf.* 11 May.
- Ketskemény L. - Lévai G. - Tanczer T., 1988: An operative method for determination cloud amounts from visible data by METEOSAT. *Symp. Utilization of satellite measurements in modelling and prediction of atmospheric phenomena*, Praha. 144. o.
- Ketskemény L. - Lévai G. - Tanczer T., 1988: Kísérlet a borultsági viszonyok műholdas meghatározására. *Időjárás*, 92. 4. 242. o.
- Tanczer T., 1988: *Műhold-meteorológia*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Ketskemény L. - Lévai G. - Tanczer T., 1989: Attempt for estimation of cloud amounts within satellite pixels in visible spectrum. *Adv. Space Res.*, Vol. 9. No. 7. 181. o.
- Bodolai-Jakus E. - Kapovits A. - Tanczer T., 1989: Comparison study of features and developments of linear and circular meso-scale convective system. *Adv. Space Res.*, Vol. 9. No. 7. 409. o.
- Putsay M. - Tanczer T. - Vadász V., 1990: A kihullható víztartalom meghatározása a MOS-1 műhold vízgőz felvételeiről. *Időjárás*, 94. 2-3. 142. o.
- Putsay M. - Tanczer T. - Vadász V., 1990: Determination of precipitable water by using WV-images taken by MOS-1 satellite. *Satellite Meteorological Symposium*, April 19-20 Visegrád, Hungary. 127. o.
- Matyasovszky I. - Takács Á. - Tanczer T., 1990: A konvektív felhőzet csapadék hozamának ultrarövidtávú előrejelzése műholdadatok felhasználásával. *Beszámolók az 1986-ban végzett tudományos kutatásokról*. 179. o.
- Tanczer T., 1990: Műholdak az időjárás előrejelzés szolgálatában. *Földfelszíni és meteorológiai megfigyelések a világűr-ből*. Magyar Asztronautikai Társaság, Budapest. 49. o.
- Bodolainé Jakus E. - Tanczer T., 1991: Instabilitási vonal regionális ciklonban. *Időjárás*, 95. 4. 178. o.
- Tanczer T., 1992: A combined bispectral cloud analysis using digital data. *Időjárás*, 96. 3. 148. o.
- Tanczer T. - Tóthné Meszlényi Á. - Tóth P., 1992: METEOSAT műholdfelvételek transzformációja poláris sztereografikus térképvetületre. *Beszámolók az 1988-ban végzett tudományos kutatásokról*.
- Putsay M. - Tanczer T. - Vadász V., 1992: Determination of precipitable water by using water-vapour image taken from MOS-1, *Adv. Space Res.*, Vol. 12. No. 7. 229. o.
- Tanczer T., 1992: Lehetőségeink és feladataink a műhold-meteorológia terén. *Léggör*, XXXVII. 1-2. 7. o.
- Tanczer T., 1993: A frontális felhőöv átalakulásának elvi modellje. *Beszámolók az 1989-ben végzett tudományos kutatásokról*.
- Tanczer T., 1993: A léggör nedvesség tartalmának meghatározása műholdas mérések alapján. *Beszámolók az 1989-ben végzett tudományos kutatásokról*.
- Tanczer T., 1993: Éghajlati trendek műholdas adatsorok alapján. *Léggör*, XXXVIII. 1. 25. o.
- Kerényi J. - Randriamampianina R. - Rimóczi-Paál A. - Tanczer T., 1994: Investigation of the daily amplitude of the canopy temperatures using METEOSAT images. *Proc. 10th METEOSAT Scientific Users Meeting*, 491. o.
- Csiszár I. - Rimóczi-Paál A. - Tanczer T., 1995: Prediction of daily amplitudes of canopy temperatures using satellite information. *Adv. Space Res.* Vol. 16. No. 10. 181. o.
- Simon A. - Tanczer T. (szerk.), 1995: *Fejezetek a magyar meteorológia történetéből 1971-1995*. OMSZ, Budapest.
- Tanczer T., 1995: *Műhold-meteorológia. Fejezetek a magyar meteorológia történetéből 1971-1995*. OMSZ, Budapest.
- Tanczer T., 1996: *Műholdas meteorológia. SH atlasz. Űrtan*, XII. fejezet. Springer Hungarica. 206. o.
- Tanczer T., 1997: A felhőzet analízise műholdfelvételen. *Léggör*, XLII. 1. 11. o.
- Csiszár I. - Mika J. - Rimóczi-Paál A. - Tanczer T., 1997: Areal classification concerning patterns of global radiation and cloudiness variations in Hungary. *Adv. Space Res.*
- Bodolainé-Jakus E. - Tanczer T., 2002: *A hirtelen árhullámok kiváltói: A mezométerű konvektív komplexumok*. OMSZ.
- Bodolainé-Jakus E. - Tanczer T., 2005: A 2001. márciusi hirtelen tiszai árhullám meteorológiai háttere. *Léggör*, L. 3. 2. o.
- Ambrózy, P., Götz, G., Tanczer, T., 2006: A historical review of the first steps in numerical weather prediction in Hungary. *Időjárás*, 110. 3-4. 193. o.



## 2022 őszenek időjárása

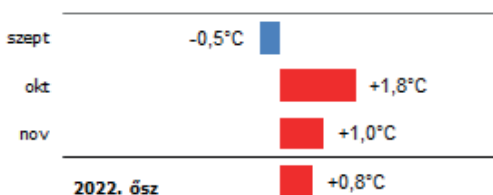
**Marton Annamária**

Országos Meteorológiai Szolgálat, marton.a@met.hu

Az átlagosnál enyhébb volt a 2022-es ősz, a szeptember még nyárias idővel kezdődött, majd az átlagnál nedvesebb és hűvösebb lett az időjárás. Ami szeptemberben még hűvösnek számított, az októberben már átlag felettinek minősült. A november is enyhe idővel kezdődött, majd fokozatosan hűlt az idő, csökkent a napi középhőmérséklet a normál mentén a hónap végéig. Országos átlagban az őszi csapadékösszeg megfelelt a sokévi átlagnak, az évszakon belüli eloszlás azonban nagyon egyenetlen volt.

### A hőmérséklet és csapadék időbeli alakulása

A forró nyarat követően a 2022-es ősz 0,8 °C-kal haladta meg az 1991–2020-as normált, ezzel a tizenhetedik legmelegebb ősz volt 1901 óta. Ha a hónapokat külön-külön nézzük (*1. ábra*), akkor az október tér el leginkább az átlagtól, közel 2 °C-kal (+1,8 °C) volt melegebb az 1991–2020-as normálnál. Ennél kisebb, 1 °C-os pozitív anomália jellemezte a novemberet. Szeptemberben az átlaghőmérséklet negatív anomáliát mutatott, -0,5 °C-kal volt hűvösebb a megszokottnál.



1. ábra. Az országos havi és az évszakos középhőmérséklet eltérése a sokévi (1991–2020-as) átlagtól 2022 őszen (interpolált adatok alapján).

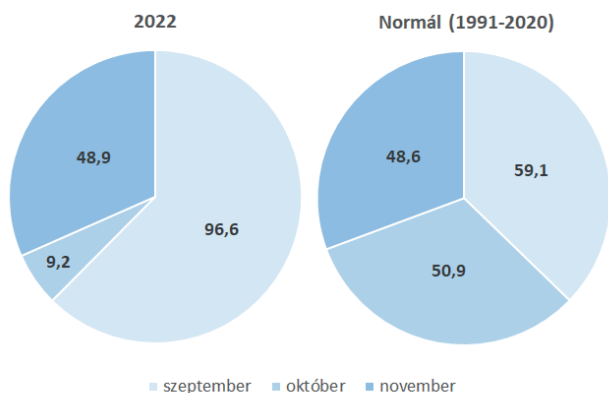
Országos átlagban az őszi csapadékösszeg megfelelt a sokévi átlagnak, az évszakon belüli eloszlás azonban nagyon egyenetlen volt. Az ősz egy csapadékban gazdag szeptemberrel kezdődött, országos átlagban több mint másfélszerese volt a csapadékösszeg az ilyenkor megszokott mennyiségnek. Októberben viszont az átlagnak kevesebb, mint az ötöde hullott le. Ezzel 1901-től a 8. legszárazabb október lett. A novemberi csapadékösszeg országosan átlagosnak bizonyult, de nagy különbségek adódtak az országon belül.

A küszöbnapok számában is tetten érhető az ősz érdekes alakulása (*1. táblázat*). Nyári nappól kevesebb adódott, mert az ősz kezdete hűvösebb volt a megszokottnál, de ennek ellenére is jelentkezett egy hőségnap. A fagyos napok és téli napok száma szépen összhangban van az enyhe októberrel és novemberrel. A normál értéknél jelentősen több csapadékos nap jellemezte a 2022-es ősz időjárását a rendkívül csapadékos szeptember miatt, melyhez a megszokottnál intenzívebb zivatartevékenység is kapcsolódott.

Éghajlati indexek száma 2022 őszén és ezek sokéves átlagai		
	2022	1991-2020
Nyári nap ( $T_{max} \geq 25 \text{ °C}$ )	7	10
Hőség nap ( $T_{max} \geq 30 \text{ °C}$ )	1	1
Fagyos nap ( $T_{min} \leq 0 \text{ °C}$ )	5	13
Téli nap ( $T_{max} \leq 0 \text{ °C}$ )	0	1
Csapadékos nap ( $r \geq 0,1 \text{ mm}$ )	28	34
Havas nap	0	2
Zivataros nap	3	1

1. táblázat. A 2022-es ősz során jegyzett különböző éghajlati indexek és ezek 1991–2020-as sokéves értékei.

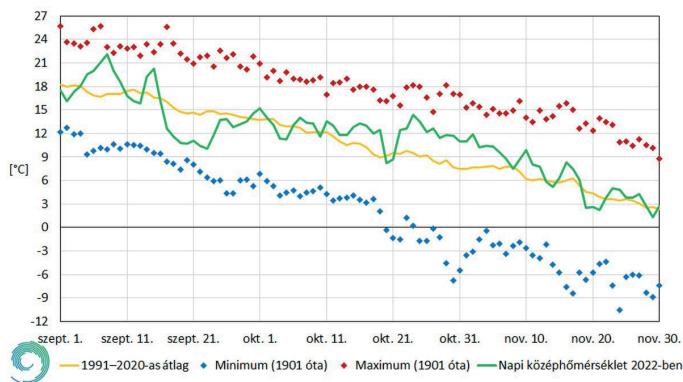
Az évszak során országos átlagban 154,7 mm csapadék hullott, ami az 1991–2020-as átlag 98%-a, tehát összességében átlagosan csapadékos volt az ősz, különösen egyenetlen időbeli eloszlással. A kördiagramok területei arányosak a havi és évszakai csapadékösszegekkel: a 2022-es ősz esetén az évszakai eltérés olyan kicsi, hogy már nem érzékelhető a különbség (2. ábra). Szeptemberben a szokásosnál 64%-kal több (96,6 mm) csapadék hullott, ezzel az elmúlt 122 év 9. legcsapadékosabb szeptemberét hagytuk magunk mögött. Ebben az esetben jól látható a két kördiagram közötti különbség, míg átlagos esetben szeptemberben az évszakai összegnek kicsit több mint egyharmada hullik, addig 2022 szeptemberében az évszakai összeg háromötöde ekkor érkezett. Az október rendkívül száraz volt, a normál értéknek mindössze az ötöde hullott le,



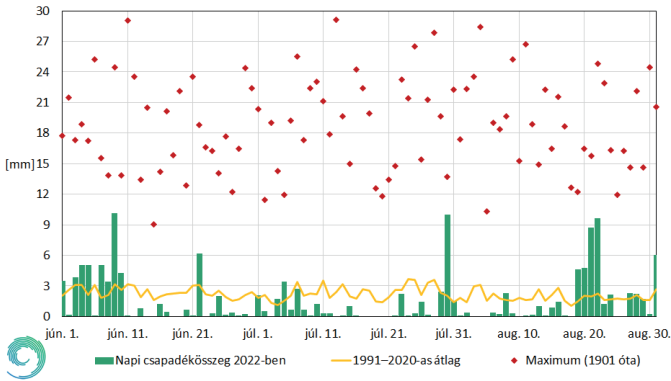
2. ábra. A 2022-es ősz havi csapadékösszegei és a normál területarányos kördiagramon (mértékegység: mm).

így a 8. helyre került a legszárazabb október sorában. Az évszakai összegnek mintegy 5%-a köthető októberhez. Végül egy átlagos novemberrel zárult az évszak, amikor 48,9 mm csapadék hullott, ami az évszakai csapadékösszeg harmada.

A 3. ábrán a 2022-es őszi napi középhőmérsékletei, sokéves átlagai, valamint 1901 óta tapasztalt szélsőértékei láthatók. Nyáriassal kezdődött az ősz, szeptember első hetében még gyakran 25 fok feletti maximumokat mértünk. Szeptember 8-án egy érkező hidegfront torlasztó hatása miatt a napi középhőmérséklet (22,1 °C) megközelítette az ezen a napon maximális értéket (3. ábra). A hidegfront hatására az átlagos köré hült a levegő és az erőteljes gomolyfelhő-képződésből záporokból, zivatarokból a keleti, északkeleti megyékben jelentős csapadék hullott. A szeptember 9-én Mezőkovácsházán mért 69,0 mm az évszak legnagyobb napi csapadéka és új napi országos csapadékrekord is. Ezt követően átmenetileg egy anticiklon határozta meg az időjárást nyugodtabb, szárazabb időt hozva. Szeptember 15-én egy évszakováltó hidegfront érkezett, ami a Kárpátok és az Alpok vonulatain hullámot vetett, ezért a markáns lehülés mellett több napon át okozott térségünkben csapadékos időjárást (4. ábra). A front távozása után átmenetileg naposabb, szárazabb időjárásban volt részünk. Az éjszakai órákban erőteljesebbé vált a lehülés, ezért megjelentek az első őszi fagyok. Szeptember végén a hazánkat érintő mediterrán ciklonok miatt gyakorivá



3. ábra. Országos napi középhőmérsékletek 2022 őszén, a sokéves átlag (1991–2020), illetve a szélsőértékek 1901 óta homogenizált, ellenőrzött, interpolált adatsorok alapján.



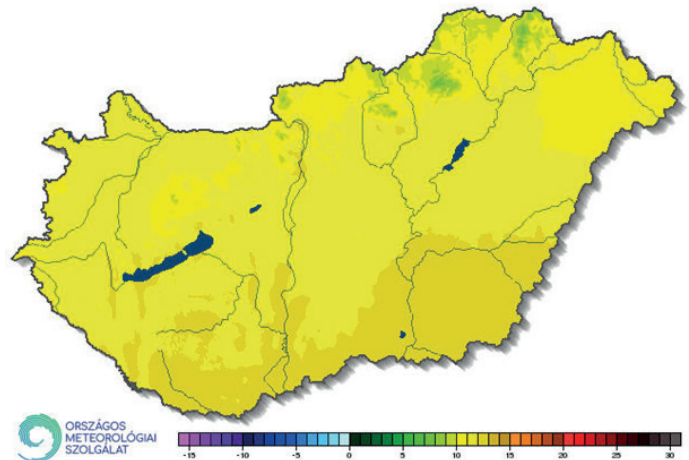
4. ábra. Országos napi átlagos csapadékösszegek 2022 őszén, a sokévi napi átlagok (1991–2020), illetve a maximumok 1901 óta homogenizált, ellenőrzött, interpolált adatsorok alapján.

váltak a frontátvonulások, így ismét csapadékosra fordult az idő. Október első napjaiban még egy ciklon határozta meg térségünk időjárását, viharos széllel egyre hidegebb levegő érkezett, az ország jelentős részén a hónap első két napján hullott csapadék adta a havi összeg nagy részét. Ezt követően egy anticiklon vált uralkodóvá. Az eseménytelen, szinte teljesen száraz időjárás egészen október 22-ig eltartott, amikor először egy hullámzó frontrendszerből hullott néhány milliméter, majd 24–25-én a tőlünk nyugatra örvénylő ciklon melegszektorába került térségünk, melynek hatására október 24-én közel 5 °C-kal az átlag felett alakult a napi középhőmérséklet, majd némi csapadék is érkezett. A hónap végéig anticiklon hatására a sokévi átlagnál 3–4 °C-kal melegebb, jobbra borult, párás, ködös idő volt jellemző, ködszitalással, néhol gyenge esővel. November 4-én és 5-én egy hullámzó frontrendszer és mediterrán ciklon okozott sokféle szeptember vége óta nem látott mennyiségű (>10 mm) csapadékot. Ezt követően az átlagot követve nagy kilengések nélkül fokozatosan csökkent a hőmérséklet. November második hetében szárazabb volt az idő, de a sok felhő miatt országos fagy nem alakult ki. A napos tájakon a legmagasabb hőmérséklet elérte még a 15 fokot, másutt már inkább 10 °C alatt maradt. A hónap második felében egyre csapadékosabbra fordult az időjárás hazánkban, november 16-án és 18-án is sokfelé 5 mm-t meghaladó mennyiség esett, 18-án, észak-

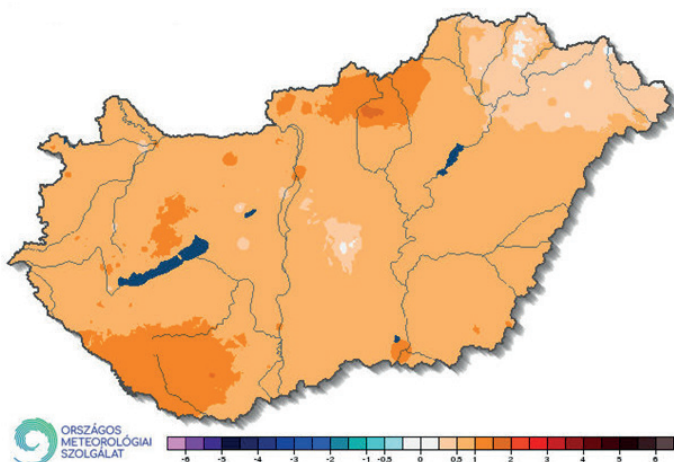
kon havazás is előfordult. Több front – főleg hidegfront – is átvonult, emiatt a hőmérséklet november 20-a körül az átlagos alatt alakult, és a kevésbé felhős északi országrészben nagy területen fagyott. A november 21-én Gagybátorban mért -5,9 °C az évszak legalacsonyabb hőmérséklete volt. November 22-én és 23-án egy mediterrán ciklon adott jelentős mennyiségű esőt. A nyugati határ mentén a magasabban fekvő helyeken vékony összefüggő hóréteg is kialakult (például Sopron Brennbergbánya: 3 cm), de a Kőszegi-hegység magasabb részein 10 cm-t meghaladó hóréteg gyűlt össze. Az ős utolsó hetén többnyire anticiklon alakította időjárásunkat, napsütés kevés volt, és az általában alacsony szintű rétegfelhőzet miatt borult, párás, helyenként ködös idő volt jellemző, néhol szitalással, gyenge esővel. A hőmérséklet a sokéves átlagnak megfelelően alakult.

### A hőmérséklet térbeli eloszlása

2022-ben az ős átlaghőmérséklete 11,5 °C volt, mely 0,8 °C-kal magasabb, mint az 1991–2020-as sokévi átlag. Magyarország legnagyobb részén az ős középhőmérséklete 11–13 °C között alakult (5. ábra). A középhegységeink voltak hűvösebbek, itt 10 °C alatti évszakos átlagok is előfordultak. A legalacsonyabb évszakos átlag Kékestetőn adódott (7,9 °C). A Dél-Dunántúlon és a Dél-Alföldön nagyobb területen 12 °C feletti középhőmérséklet is előfordult. Az ős átlag-



5. ábra. A 2022-es ős középhőmérséklete (°C).

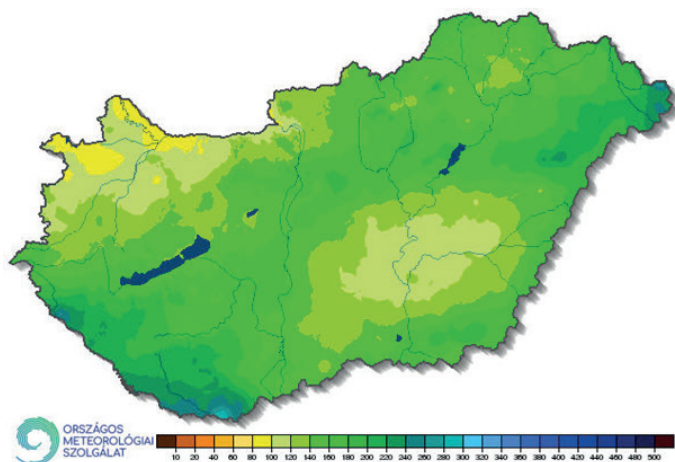


6. ábra. A 2022-es őszi középhőmérsékletének eltérése a sokévi (1991–2020) átlagtól.

gos hőmérséklete Szeged belterület állomáson a  $13\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot is meghaladta ( $13,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). A 6. ábrán megfigyelhetjük, hogy Magyarország területének túlnyomó részén az 1991–2020-as átlag felett alakult a 2022-es őszi középhőmérséklete (6. ábra). Az anomália értéke általában  $0,5\text{--}1\text{ }^{\circ}\text{C}$  között mozgott. A Dunántúl délnyugati részén nagyobb területen jelentkezett  $+1\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot meghaladó eltérés. Ezen kívül az Északi-középhegység Mátrához közeli területeit jellemezte még az átlagosnál nagyobb pozitív anomália, a legmagasabban fekvő részein  $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot meghaladó anomália is látható.

### A csapadék térbeli eloszlása

Az évszak csapadékösszege országos átlagban  $148,5\text{ mm}$ . A Dunántúl délnyugati és az ország északkeleti részén találjuk a legcsapadékosabb tájakat, különösen a Dráva-menti síkságon és a Szatmári-síkon hullott sok csapadék (Milota:  $313,8\text{ mm}$ ). Ezek a területek  $200\text{ mm}$  feletti évszakai csapadékösszegek voltak jellemzők (7. ábra). A legszárazabb a Kisalföld volt, ahol nagyobb területen nem érte el a csapadékösszeg a  $100\text{ mm}$ -t, az Alföld közepén és a Dunakanyar térségében is jelentkezett olyan rész, ahol az évszakai csapadékösszeg  $120\text{ mm}$  alatt maradt. A legkisebb csapadékösszeget  $79,0\text{ mm}$ -t Győr Belváros állomáson mértük. 2022 őszi a legnagyobb csapadék-anomália a Dunántúl északi részét

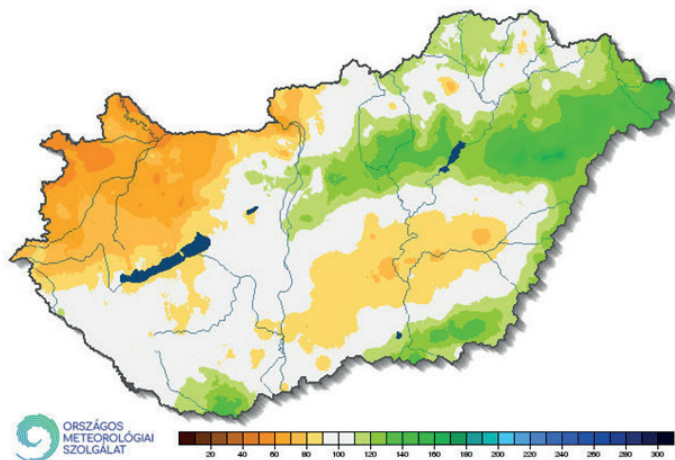


7. ábra. A 2022-es őszi csapadékösszege (mm).

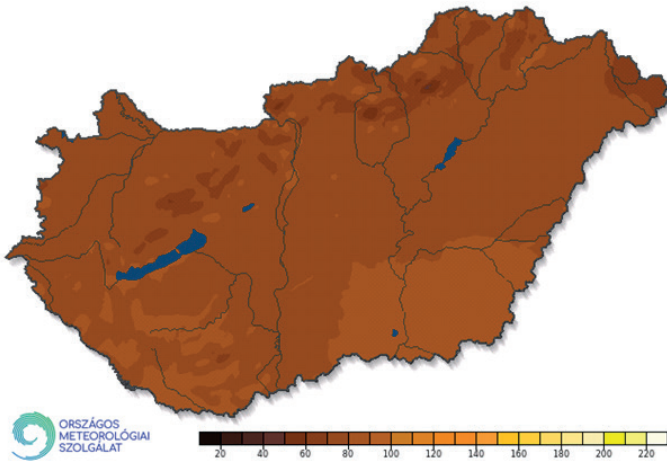
jellemezte, itt nagyobb területen a normálnak csak  $50\text{--}70\%$ -a hullott le (8. ábra). Az Alföld középső területein és a Börzsönyben is csapadékhiány lépett fel ( $80\text{--}90\%$ ). Az átlagosnál több csapadék hullott az Északi-középhegységtől délre eső területeken ( $140\text{--}180\%$ ), a Dráva menti síkságon ( $130\text{--}150\%$ ) és az Alföld délkeleti határvidékén ( $120\text{--}140\%$ ).

### A globálisugárzás térbeli eloszlása

Ősszel hazánk legnagyobb részén  $70\text{--}90\text{ kJ/m}^2$  globálisugárzás volt jellemző, ennél alacsonyabb értékeket ( $50\text{--}70\text{ kJ/cm}^2$ ) a magasabban fekvő



8. ábra. A 2022-es őszi csapadékösszege a sokévi (1991–2020-as) átlag százalékos arányában kifejezve.

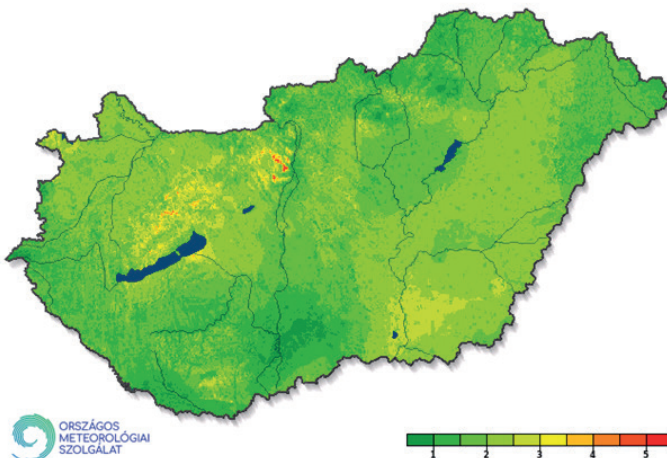


9. ábra. A 2022-es őszi globálsugárzás összege ( $\text{kJ}/\text{cm}^2$ ).

területeken és Szabolcs-Szatmár-Bereg vármegye keleti részén kaptunk (9. ábra). A legmagasabb értékek az Alföld déli területein jelentkeztek.

### A szélsőségek térbeli eloszlása

Az ország legnagyobb részén 1,5 és 2,5 m/s között volt az átlagos szélsőségek 2022 őszi. A legalacsonyabb értékeket az Alföldön: a Kiskunság délnyugati részén, a Mezőföld déli területein, a Szekszárdi-dombságban és a Mohácsi-szigeten mérték, hasonlóan alacsony értékek születtek a Dráva mentén is (10. ábra). Ezek a területeken 1 m/s alatti értékek is megjelentek. A legmagasabb átlagértékek a Bakonyban és



10. ábra. A 2022-es őszi átlagos szélsőségek 10 m-es magasságban (m/s).

a Budai-hegyvidéken fordultak elő, ahol a hegy-csúcsok közelében 4 m/s körüli őszi átlagos szélsőségek is születtek. A síkvidékek közül a legszelebb Csongrád-Csanád vármegye volt. A legnagyobb szélhűlés ősszel egy északnyugat felől érkező mérsékeltövi ciklon hidegfrontjának a hatására alakult ki: Pécs Pogányvár állomásunkon szeptember 8-án 26,0 m/s-ot mértük.

A hónap során mért legmagasabb hőmérséklet			
	Hőmérséklet	Állomás	Napja
Szeptember	32,6 °C	Baja Csillagvizsgáló	szeptember 8.
Október	25,5 °C	Pitvaros	október 1.
November	22,7 °C	Letenye	november 1.
A hónap során mért legalacsonyabb hőmérséklet			
	Hőmérséklet	Állomás	Napja
Szeptember	-1,1 °C	Fülöpháza Hattyús-szék	szeptember 24.
Október	-5,3 °C	Nyírlugos	október 21.
November	-5,9 °C	Gagybátor, Szikszó Vízmű	november 21.

2. táblázat. A őszi hónapok során mért legmagasabb és legalacsonyabb hőmérsékletek 2022-ben.

A hónap legnagyobb csapadékösszege			
	Csapadék	Állomás	
Szeptember	239,6 mm	Milota	
Október	33,1 mm	Milota	
November	97,7 mm	Alsószentmárton	
A hónap legkisebb csapadékösszege			
	Csapadék	Állomás	
Szeptember	27,7 mm	Fertőrákos	
Október	0,3 mm	Csabacsüd Nagyráta	
November	13,8 mm	Felsődobosza	
24 óra alatt lehullott maximális csapadék			
	Csapadék	Állomás	Napja
Szeptember	69,0 mm	Mezőkovácsháza	szeptember 9.
Október	24,8 mm	Tiszakarád	október 1.
November	41,8 mm	Körösújfalú	november 22.

3. táblázat. Az őszi hónapok során mért legnagyobb és legkisebb havi csapadékösszegek, valamint a 24 órás maximumok 2022-ben.

## 2022. ősz időjárás adatainak összesítője

Állomás	Sugárzás, kJ cm <sup>-2</sup>	Hőmérséklet, °C						Csapadék, mm			Szél
	évszakos összeg	évszak közép	eltérés	max	napja	min	napja	évszak összes	átlag %-ában	r ≥ 1 mm napok	viharos nap ( $f_v \geq 15 \text{ m s}^{-1}$ )
Szombathely	77	11.4	1.0	28.6	2022.09.07	-1.0	2022.11.27	115	69	19	1
Nagykanizsa	79	11.4	1.1	28.7	2022.09.07	-1.0	2022.11.26	196	91	22	0
Pér	75	11.4		29.6	2022.09.08	-3.6	2022.11.22	113	71	14	5
Siófok	77	12.7	0.8	27.2	2022.09.07	-0.8	2022.11.22	129	83	20	6
Pécs		12.5	1.0	30.5	2022.09.07	-0.4	2022.11.26	218	120	26	6
Budapest	76	11.9	0.5	30.0	2022.09.08	-2.8	2022.11.21	155	109	21	3
Miskolc	68	11.1	0.7	30.0	2022.09.08	-2.8	2022.11.21	151	101	20	0
Kékestető	75	7.9	1.3	20.9	2022.10.31	-3.5	2022.11.19	192	96	22	7
Szolnok	77	12.1	0.7	30.5	2022.09.08	-3.3	2022.11.25	108	82	19	2
Szeged	87	12.5	1.0	30.4	2022.09.08	-1.3	2022.11.25	144	110	24	6
Nyíregyháza	72	11.1	0.5	29.4	2022.09.08	-2.9	2022.11.21	177	131	26	1
Debrecen	79	11.7	0.8	30.1	2022.09.08	-2.1	2022.11.29	188	146	26	3
Békéscsaba	82	12.1	0.9	30.7	2022.09.08	-2.5	2022.10.21	129	93	20	4

## Kislexikon

**Dekarbonizáció:** Klasszikus értelemben a szén kivonását jelenti. Napjainkban a klímaegyezmények keretében a fosszilis tüzelőanyagok égetéséből származó antropogén eredetű üvegházgázok, elsősorban a légköri szén-dioxid kibocsátás csökkentését értjük alatta. 2050-re a globális cél a nettó karbonsemlegesség elérése, azaz a szén-dioxid kibocsátás és elnyelés légköri egyensúlyának megteremtése. (In: Dobi Ildikó, Biróné Kircsi Andrea, Péliné Németh Csilla: Nap- és szélenergia hasznosítás helyzete 2020-ban és 2021-ben)

**Energiamix:** Adott időszakban megtermelt – felhasznált vagy értékesített – primer energiaforrások összessége, melyekből közvetlen felhasználásra szánt másodlagos energiát – például villamos energiát – állítanak elő. Példaként Magyarország villamosenergia termelésének összetétele 2022-ben: atomenergia (44,7%), fosszilis energia (34,2%) és megújuló energiaforrások (21,1%). (In: Dobi Ildikó, Biróné Kircsi Andrea, Péliné Németh Csilla: Nap- és szélenergia hasznosítás helyzete 2020-ban és 2021-ben)

**Fotovillamos:** A napsugárzás elektromágneses sugárzását közvetlenül villamos energiává alakító technológiák gyűjtőneve. Szinonimái: a „napelemes”, az angol elnevezésből származó „PV” és annak fordításából ismert „fotovoltaikus” elnevezések. (In: Dobi Ildikó, Biróné Kircsi Andrea, Péliné Németh Csilla: Nap- és szélenergia hasznosítás helyzete 2020-ban és 2021-ben)

**Napégés növényeken:** Forró nyári napokon magas UV sugárzás mellett a növények termésein, főként gyümölcsökön és zöldségeken, valamint fiatal fák, cserjék levelein a bőrszövet károsodhat, elhalhat az erős napsugárzás hatására. Mindig a növény Nap felőli oldalán jelentkezik a napégés, és leggyakrabban a kisebb lombsűrűségű fajták termésein figyelhető meg. A száraz talajállapot is hozzájárul a jelenség kialakulásához, mert ilyenkor a növény a talajból sem tud a hűtéséhez kellő mennyiségű nedvességet felszívni. (In: Erdődiné Molnár Zsófia, Kovács Attila: A 2022-es aszály agrometeorológiai elemzése)

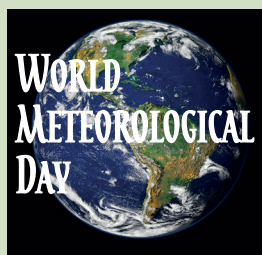
## Hírek

Érdekességek a meteorológia világából, jeles napok, megemlékezések belföldről és külföldről

### ÉMNL Projektnyitó rendezvény, Veszprém

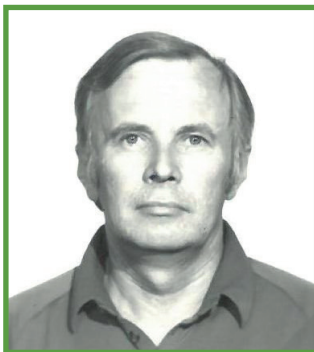
**2023.02.14.** ■ Az Éghajlatváltozás Multidiszciplináris Nemzeti Laboratórium (ÉMNL) projektnyitó rendezvényére 2023. február 14-én kerül sor Veszprémben a konzorciumot vezető Pannon Egyetem Konferencia Központjában. A résztvevők a konzorcium tagjai: a Pannon Egyetem, a Balatoni Limnológiai Kutatóintézet, az Ökológiai Kutatóközpont, az Eötvös Loránd Tudományegyetem, a Semmelweis Egyetem, a Miskolci Egyetem és az Országos Meteorológiai Szolgálat részéről a szakmai feladatok vezetését és a menedzsmentet ellátó munkatársak. A projekt célja az éghajlatváltozás okainak és magyarországi jellemzőinek vizsgálata, a klímaváltozás emberi egészségre, természeti, gazdasági rendszerekre és a társadalomra gyakorolt hatásainak tanulmányozásával a szakpolitikailag érintett döntéshozók számára szükséges információk folyamatos biztosítása.

### Márciusban ünnepeljük a Meteorológiai világnapot



**2023.03.23.** ■ Az Országos Meteorológiai Szolgálat idén is megünnepli a Meteorológiai világnapot. A Meteorológiai Világszervezet (WMO) és a nemzetközi meteorológus közösség minden évben megünnepli a WMO Egyezmény 1950. március 23-ai hatályba lépésének évfordulóját. A Meteorológiai Világnap idei témája "Az időjárás, éghajlat és víz generációkon átívelő története és jövője". A hagyományokhoz híven, a Meteorológiai világnapon kerülnek átadásra a Schenzl Guidó Díjak és a Pro Meteorologia Emlékplakettek, valamint a Miniszteri Elismerő Oklevelek is. Kiosztásra kerül az Innováció a Meteorológiáért Díj, és az Év MET-ÉSZ észlelője cím, illetve a kiváló társadalmi észlelőinket is köszöntjük.

### dr. Dunkel Zoltán: Elhunyt dr. Galló Vilmos



Galló Vilmos (Ózd, 1932.06.19. – Csákvár, 2022.12.12.) az ELTE TTK meteorológus szakán 1955-ben szerzett diplomát. Az oklevél megszerzése után a Magyar Honvédség Légierijében lett szinoptikus tiszt, hadnagyi rendfokozattal. A Repülő Időjelző Központban kapott beosztást. Miután nem írta alá a Kádár

kormányzat által a forradalom után megkövetelt „Tiszti Nyilatkozatot” 1957 elején leszerelt és másfél évig, mint gépkocsivezető dolgozott.

1958. december 1-én tudományos gyakornokként nyert felvételt az Országos Meteorológiai Intézet Sugárzáskutató Osztályára. Itt a Nemzetközi Geofizikai Év munkálatainak volt aktív résztvevője. 1960-ban a Műszerszerkesztő Osztályra helyezték át, műszerkonstrukciós feladatok végrehajtására, tudományos munkatársi besorolásban. 1969-től vezette a Műszerszerkesztő Osztályt. Konstruktív témái villámszámlálók, UV sugárzásmérők, hőhő- és párolgásmérők, műholdvevő berendezés,



meteorológiai adatgyűjtők voltak. 1971-ben osztályvezetői beosztása mellett megkapta a tudományos főmunkatársi besorolást.

1974-ben, az időközben létesült Szarvasi Agrometeorológiai Observatóriumba kérte áthelyezését, ahol tudományos főmunkatársi besorolásban, osztályvezető helyettesi rangban dolgozott nyugdíjazásáig. Az ott folyó agrometeorológiai mérések mellett számos műszer fejlesztésében is részt vett. Egyik közreműködője volt a Fertő-tó párolgásával foglalkozó kutatásnak. 1983. június 1-én Debrecenben egyetemi doktori szigorlatot tett, disszertációjának címe: A vízfelszín párolgása volt. Eredményeit az intézeti Beszámoló

Kötetben publikálta. Aktívan közreműködött a nyolcvanas évek végén megindult műholdas mérések agrometeorológiai hasznosításához kapcsolódó felszini kalibrációs mérésekben. 1994-es nyugállományba vonulásáig szorosan együttműködött a Szarvasi Főiskolával és a Szarvasi Öntözési Intézettel.

A Magyar Meteorológiai Társaság a Berényi Dénes Emlékdíjjal tüntette ki 2006-ban. Sok évtizedes szakmai munkája elismeréseként 2022-ben az agrárminiszter az Életfa Emlékplakett Arany Fokozat kitüntetését adományozta neki.

*Kedves Vili! Igaz ember és nagyon jó kolléga voltál. Béke Vele! Emléked kegyelettel őrizzük.*

## Medvemeteorológia

**2023.02.02.** ■ Az időjárás alakulása az ősidők óta foglalkoztatja az emberiséget. A régi korok embere azonban nem hívhatta még segítségül a tudományt, csak saját megfigyelései, tapasztalatai alapján próbálta megjósolni az előtte álló, akár hosszabb időszak, várható időjárását. Általában egy-egy jeles naphoz kötődtek ezek a megfigyelések. Ilyen jeles napként tartották számon február 2-át is. Úgy tartották, ha ezen a napon borult, csapadékos az idő, akkor hamar beköszönt a tavasz. Viszont, ha hétágra süt a nap, akkor messze van még a tél vége. Az egyik jóslat szerint, ameddig ezen a napon a tornácra besüt a nap, addig fog még a tél folyamán beverni a hó. Egy másik megfigyelésen nyugvó hiedelem szerint, az ezen a napon téli álmából felébredő medve, a napsütés miatt meglátja az árnyékát, megijed tőle és visszabújik barlangjába, hogy folytassa

téli álmát, tehát a tél vége még jócskán odébb van. A medvék időjós képességét ma már ugyan kételkedve fogadjuk, azonban érdekesség, hogy a jegesmedvék viselkedéséből ténylegesen lehet következtetni az időjárás alakulására. A jegesmedvék viselkedését ugyanis nagyban befolyásolja az időjárás. A hideg téli napokon inkább kerülik a vizet, sokkal szívesebben lubickolnak melegebb időben. A Fővárosi Állat- és Növénykertben az 1960-as években végzett kutatások azt bizonyították, hogy jegesmedvék fürdési hajlandósága nem az időjárással együtt változik, hanem néhány nappal korábban. Ha tehát az állatkertben hidegben pancsoló jegesmedvéket látunk, már előre örülhetünk a jó időnek. Annak idején ezzel a kutatással még a sajtó is foglalkozott. A Szolnok Megyei Néplap, 1964 februárjában „Fehérbundás meteorológusok” címmel számolt be az érdekes megfigyelésről.

## A MAGYAR METEOROLÓGIAI TÁRSASÁG TERVEZETT ELŐADÓÜLÉSEI

A Magyar Meteorológiai Társaság (MMT) célja a meteorológia művelése, a közművelődés szolgálata, a meteorológiai ismeretek és az új kutatási eredmények széleskörű ismertetése, terjesztése. Az MMT-n belül 8 Szakosztály (Agro-és Biometeorológiai, Éghajlati, Légekördinamikai, Levegőkörnyezeti, Nap- és Szélenergia, Repülésmeteorológiai, Távérzékelési és a Róna Zsigmond Ifjúsági Kör) és

5 Területi Csoport (Debreceni, Eger-Bükkvidéki, Pécsi, Szegedi, Szombathelyi) működik. Az MMT Szakosztályai és Területi Csoportjai évente jellemzően két előadóülést szerveznek, tavasszal és ősszel, amelyben bemutatják a legújabb kutatási eredményeket, illetve egyéb aktualitásokat. Az idei tavaszra tervezett programok az alábbiak.

### Levegőkörnyezeti Szakosztály

**2023. február 24. 12:30 óra,** OMSZ Díszterem:

- Randriamampianina Roger: A Destination Earth On-Demand Extremes projekt célkitűzései
- Ferenczi Zita: Hatások modellezése a DEODE projekten belül – Levegőminőség

**Április 13. 14:00 óra,** OMSZ Díszterem:

- Haszpra László: Metán – Az ózonképződéstől az éghajlatváltozásig
- Kis-Kovács Gábor: Metán leltár

### Távérzékelési Szakosztály

**2023. február 28. 14:00 óra,** OMSZ Díszterem:

- Putsay Mária: Milyen új információk várhatók a Harmadik Generációs Meteorosát műhold leképező (FCI) berendezésétől?

### Éghajlati Szakosztály és az MHT Hidraulikai és Műszaki Hidrológiai Szakosztálya

**2023. március 8. 14:00 óra,** OMSZ Díszterem:

A 2022-es év meteorológiai és hidrológiai értékelése:

- Marton Annamária, Lakatos Mónika, Izsák Beatrix, Szentés Olivér, Szolnoki-Tótván Bernadett: A 2022. év értékelése éghajlati szempontból
- Erdődiné Molnár Zsófia, Kovács Attila: 2022 a történelmi aszály éve – az év agrometeorológiai áttekintése
- Vaszkó András: Veszélyes időjárási események 2022-ben
- Csik András, Varga György: A 2022. év hidrológiai jellemzése
- Nagy Eszter Dóra: Hazai kis és közepes vízgyűjtők válasz idejének vizsgálata

### Légekördinamikai Szakosztály

**2023. március 17. 11:00 óra,** OMSZ Díszterem:

- Az utó-feldolgozási módszerek az AROME operatív szél- és sugárzás-előrejelzéseire.

### Szegedi Területi Csoport

**2023. március 17. 10:00 óra,** SZTE Földrajzi és Földtudományi Intézet:

- Kacsóva Csenge: A városi fák ökoszisztéma szolgáltatásait befolyásoló fiziológiai és környezeti tényezők komplex vizsgálata egy szegedi utcai fasor példáján
- Guo Yuchen: Urban air temperature pattern estimation using satellite-based LST: A case study in Szeged, Hungary

- Khabibolla Almaskhan: Assessment of the heat load in Central Asian cities using models of the urban climate and comparison with monitoring data

### Nap- és Szélenergia Szakosztály

**2023. március 29. 14:00 óra,** OMSZ Díszterem:

- Péliné Németh Csilla: A megújuló energia hasznosítása a katonai műveletek során

### Repülésmeteorológiai Szakosztály

**2023. április 19. 14:00 óra,** OMSZ Díszterem:

- Tuba Zoltán: Jegesedés-előrejelzési módszerek vizsgálata 2006-2021 időszak reanalízis adatai alapján
- Kardos Péter: UAS mérések adatasszimilációs vizsgálata konténer technológián alapuló WRF-Queue rendszerben
- Gyöngyösi András Zénó, dr. Bottyán Zsolt: A WMO UAS demonstrációs kampány jelentősége és hazai meteorológiai vonatkozásai

### Szombathelyi Területi Csoport

**2023. március,** ELTE SEK C előadó:

- Koroknai Anikó: 63 év elveszett nyomában – Ausztrália és rokoni kapcsolatok felfedezése

**2023. április 14. 16:00 óra,** ELTE SEK Forrásközpont Konferencia Terme:

- Könyvbemutató: László Nowinszky, János Puskás and Lionel Hill: The Light Trapping of Insect Influenced by the Sun and Moon in Europe, Australia and the USA.

**2023. április 15. Kőszeg, Öregtorony**

### 13. Szőlő és Klíma Konferencia:

1740 óta Kőszeg városa feljegyzi és lerajzoltatja a Szent György napján látható szőlőhajtásokat. Ez a gyűjtemény a Szőlő jövőnek könyve, amely nemcsak kultúra- és szőlőtermesztés történeti mű, hanem az éghajlatváltozásnak is egyik tanúja. Ezt felismerve 2009 óta kerül sor a szőlőtermesztés és az időjárási, éghajlati körülmények kapcsolataival foglalkozó szakmai konferenciára.

### Agro- és Biometeorológiai Szakosztály

Témája: a parlagfű hazai helyzetének és hatásainak bemutatása. A Szakosztálynak ilyen jellegű rendezvényei korábban is voltak, ezért ezzel mintegy "visszanyúlunk" a Szalai Sándor által bevezetett előzményekhez, s tisztelegnek a hagyományok előtt, miközben egy napjainkban is erőteljesen aktuális témát mutatnak be.

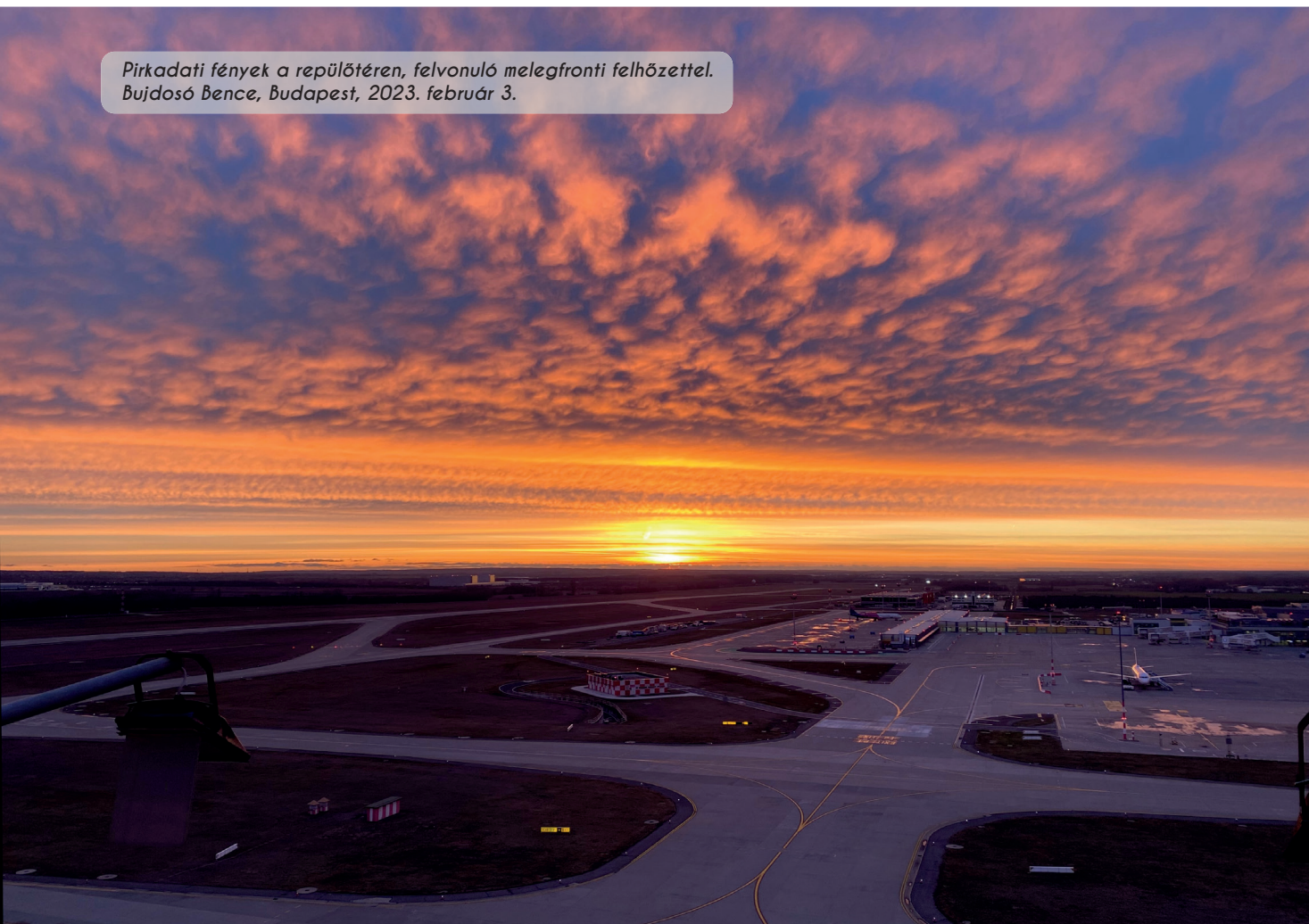
*Téli konvekció szivárvánnyal*

*Veres Viktor, Budapest, 2023. február 1.*

*A melegebb időjárás és az előforduló zonális áramlási helyzetek mellett gyakrabban pillanthattunk meg szivárványokat 2022-2023. telén.*



*Pirkadati fények a repülőtéren, felvonuló melegfronti felhőzettel.*  
*Bujdosó Bence, Budapest, 2023. február 3.*





ORSZÁGOS  
METEOROLÓGIAI  
SZOLGÁLAT

# ÁPRILIS 1-TŐL ÚJRA VIHARJELZÉS A TAVAINKON

KÖVESSE A VIHARJELZÉST A  
[WWW.MET.HU/IDOJARAS/TAVAINK](http://WWW.MET.HU/IDOJARAS/TAVAINK)

OLDALON, ÉS TÖLTSE BIZTONSÁGOSAN IDEJÉT A BALATONON,  
A VELENCEI-TAVON, VAGY A TISZA-TAVON.



## Magyar Meteorológiai Társaság

A Társaság várja tagjai közé mindazokat, akik érdeklődnek a meteorológia iránt, részt kívánnak venni a Társaság rendezvényein, szívesen bekapcsolódnának tevékenységébe.

[www.mettars.hu](http://www.mettars.hu)

## METEOROLÓGIAI INFORMÁCIÓK ÉS ÉRDEKESSÉGEK

**ELŐREJELZÉS**

**AKTUÁLIS, MÉRT ADATOK**

**ÉGHAJLAT**

**VESZÉLYJELZÉS, RIASZTÁS**

**LÉGSZENNYEZETTSÉG**



ORSZÁGOS  
METEOROLÓGIAI  
SZOLGÁLAT

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

Minden információ egy helyen az időjárásról és a meteorológiáról

ORSZÁGOS METEOROLÓGIAI SZOLGÁLAT