

A 2025. évi rendkívüli szárazság meteorológiai háttere

Horváth Ákos¹, Szentes Olivér²

¹ Horváth Ákos meteorológus, Hungaromet Zrt. Siófoki Viharjelző Observatórium (e-mail: horvath.a@met.hu)

² Szentes Olivér meteorológus, Hungaromet Zrt. (e-mail: szentes.o@met.hu)

DOI: 10.59258/hk.23783



Kivonat

A tanulmány Magyarországot sújtó 2025-ös rendkívüli szárazság meteorológiai hátterét igyekszik bemutatni. A rendkívüli aszály a megelőző években is gyakran előfordult, mely különösen a 2022-es évben okozott súlyos nehézséget a vízgazdálkodásban és a mezőgazdaságban. A csapadékhány 2022-ben elsősorban a térségbe sodródó rendkívül meleg levegővel kapcsolatos, ugyanis a légkör jóval több nedveséget tudott felvenni telítetlen állapotban maradván, mint amennyit a felszín párologtatni tudott. A 2025-ös aszály hátterében viszont alapvetően nagytérségű, szinoptikus skálájú cirkulációs okok húzódtak, a nyugati áramlási zóna szisztematikusan északabbra húzódásával a Kárpát-medencében meghatározóan az anticiklon-peremhelyzetek alakították az időjárást. A légkör stabilizációja és a medence hatás fokozott megerősödése kedvezőtlenül hatott a csapadékképződési folyamatokra.

Kulcsszavak

Meteorológia, aszály, légköri cirkuláció, légnedvesség.

Meteorological background of the extreme drought of 2025

Abstract

This study presents the meteorological background of the extreme drought in Hungary in 2025. Extreme droughts have also occurred frequently in previous years, especially in 2022, causing serious difficulties in water management and agriculture. The lack of precipitation in 2022 was primarily related to the extremely warm air advection into the region, when the atmosphere was able to absorb much more moisture while remaining unsaturated than the surface could evaporate. However, the background of the 2025 drought was fundamentally due to large-scale, synoptic-scale circulation reasons. The western flow zone systematically moved further north of the Carpathian Basin, and the weather was determined by anticyclone edge situations. The stabilization of the atmosphere and the increased strengthening of the basin effect provided unfavourable conditions for precipitation formation processes.

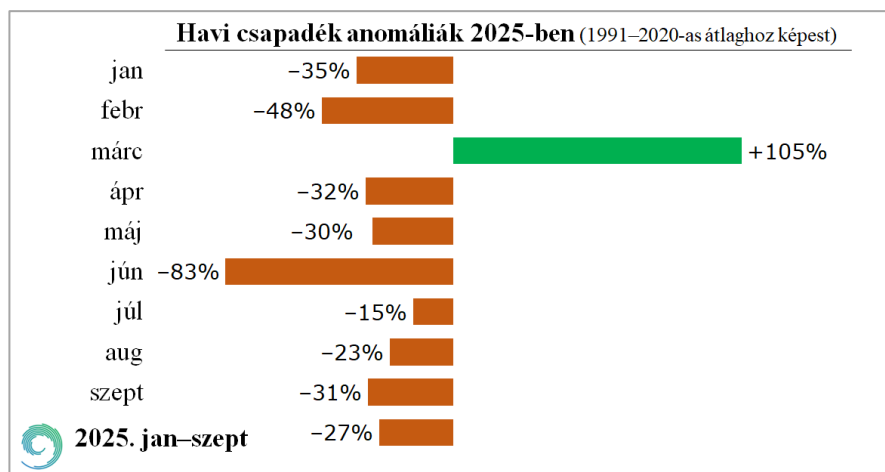
Keywords

Meteorology, drought, atmospheric circulation, air humidity.

BEVEZETÉS

Az elmúlt évtizedben Magyarország, illetve a Kárpát-medence időjárásában megszaporodtak a szélsőségek. A forró nyári időszakokat térben és időben erősen változó mennyiségű, rövid ideig tartó, intenzív csapadékot adó, gyakran viharos periódusok szakították meg. Különösen élesen jelentkezett ez a sajátosság 2021-től, amikortól a nyári csapadékmennyiség jelentős részét biztosító Medárd-időszak konvektív, záporos-zivataros periódusai kezdtek elmáradni. Kritikusan forró és száraz időszak volt 2022 nyara, amikor a talajfelszíni és vízfelszíni párologás különösen erős volt (*URL1*, Horváth és Breuer 2022). Ezt követte a viharok évének is emlegetett 2023-as esztendő (*URL2*), amikor elsősorban a zivatarok gondoskodtak a vízutánpótlásról. Jellemző adat, hogy míg 2022 őszére 67 cm-re csökkent a Balaton vízszintje, 2023 júniusára már 121 cm-re

emelkedett. A 2024-es év nyara ismét rendkívül száraz és forró volt (*URL3*). A nyári erőteljes párologás mértékét ugyancsak a Balaton vízállása jelzi: a tavaszi 124 cm-es vízállás őszre mindössze 86 cm-re csökkent. Szeptemberben egy szokatlanul erős ciklon alakult ki, amely az egész országban jelentősen csökkentette a talajok vízhiányát (*URL5*). A 2025-ös év már kezdettől csapadékhányos volt, országos átlagban csak március hónapban hullott a szokásos mennyiség kétszerese körüli mennyiség (*1. ábra*) (*URL4*). 2025-ben a nyári időszak egyébként legcsapadékosabb hónapja, a június, rendkívül száraz volt. A csapadékhány főként a Dunántúl középső területein és az Alföldön őszre már kritikus méreteket öltött (*2. ábra*) (*URL6*). A 2025. évi hosszú száraz periódus meteorológiai háttere sok tekintetben eltért az előző évek aszályait okozó cirkulációs típusoktól.



1. ábra. Havi csapadék anomáliák a 2025 január–szeptember időszakban (URL7)

A júniusi erős negatív anomália a Medárd-időszaki konvekció teljes elmaradását mutatja

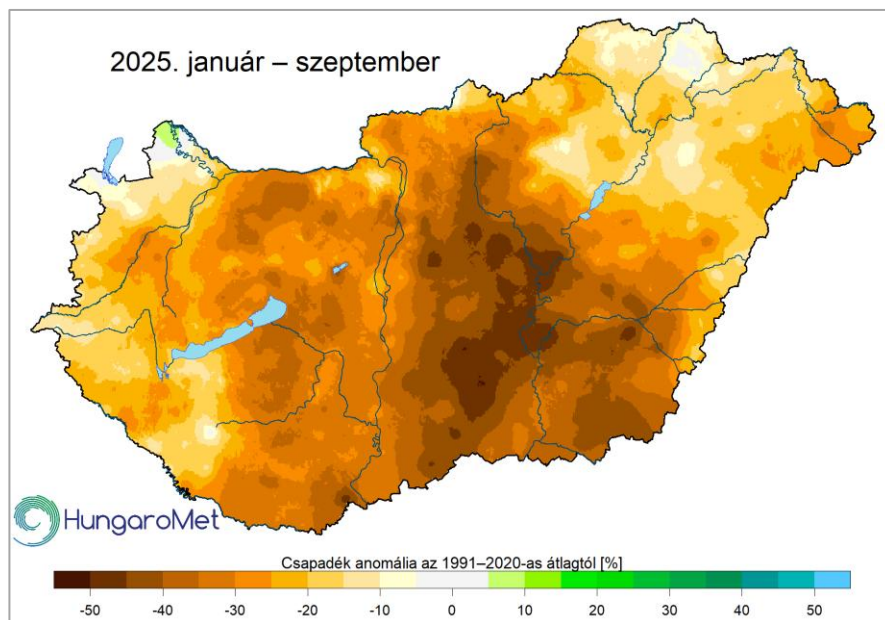
Figure 1. Monthly precipitation anomalies for the period January–September 2025 (URL7)

The strong negative anomaly in June shows the complete absence of Medárd-period convection

A VÍZ LÉGKÖRI CIRKULÁCIÓJA ÉS AZ ASZÁLY

A víz légköri forgalma három alapvető ciklusra bontható (Horváth és Breuer 2022, Horváth és Breuer 2023, URL6). Az első ciklus a trópusi övből a mérsékelt övbe történő áramlás, amely során a trópusokról származó vízgőz legtöbbször telítetlen formában, egyfajta „légköri folyamatok” által jut a nyugati szelek övébe. Az itt kondenzálódó vízgőz aktív szerepet játszik a ciklonok

kialakulásában. A második ciklus a mérsékelt égövön belül, a nyugati szelek övében zajlik, ahol tipikusan az óceánok felől áramlik a magasabb nedvességtartalmú légtömeg a kontinensek irányába, legtöbbször a ciklonok által. A harmadik ciklus – a konvektív ciklus – az előzőekhez képest jóval kisebb skálájú folyamat: a helyben keletkező záporok és zivatarok által, sokszor a helyben összegyűlt nedvesség hullik vissza a talajra.



2. ábra. Csapadék anomália-térkép 2025. január–szeptember időszakokra (URL7)

Az alföldi és a közép-dunántúli kritikus csapadékhiány jól kirajzolódik

Figure 2. Precipitation anomaly map for the period January–September 2025 (URL7)

The critical precipitation deficit in the Great Plain and Central Transdanubia is clearly visible

A 2022-es rendkívül száraz, forró nyár folyamán a meleg levegő vízgőzmegtartó képessége jelentősen megnövekedett, így a légkör minden, a felszínről elpárolgott vizet fel tudott venni telítetlen vízgőz formájában (Horváth és Breuer 2022). Ez mindenekelőtt a konvektív ciklusra volt hatással, hiszen a vízgőz kondenzációjának hiányában nem alakultak ki záporok, vagy zivatarok, így a felszín gyorsan kiszáradt. A felhőzet hiányában megnövekedett

napsugárzás tovább melegítette a talajt, az pedig a levegőt, amely ezáltal még inkább telítetlenné vált. A 2022-es évben mindehhez hozzájárulhatott a „La Niña-hatás” is, vagyis a Csendes-óceán keleti medencéjében megjelenő negatív tengerfelszínhőmérséklet-anomália, mivel a hidegebb tengerfelszínről történő visszafogottabb párolgás globális méretekben is csökkentette a légkör nedvességtartalmát.

A 2025-ÖS ASZÁLY CIRKULÁCIÓS HÁTTERE

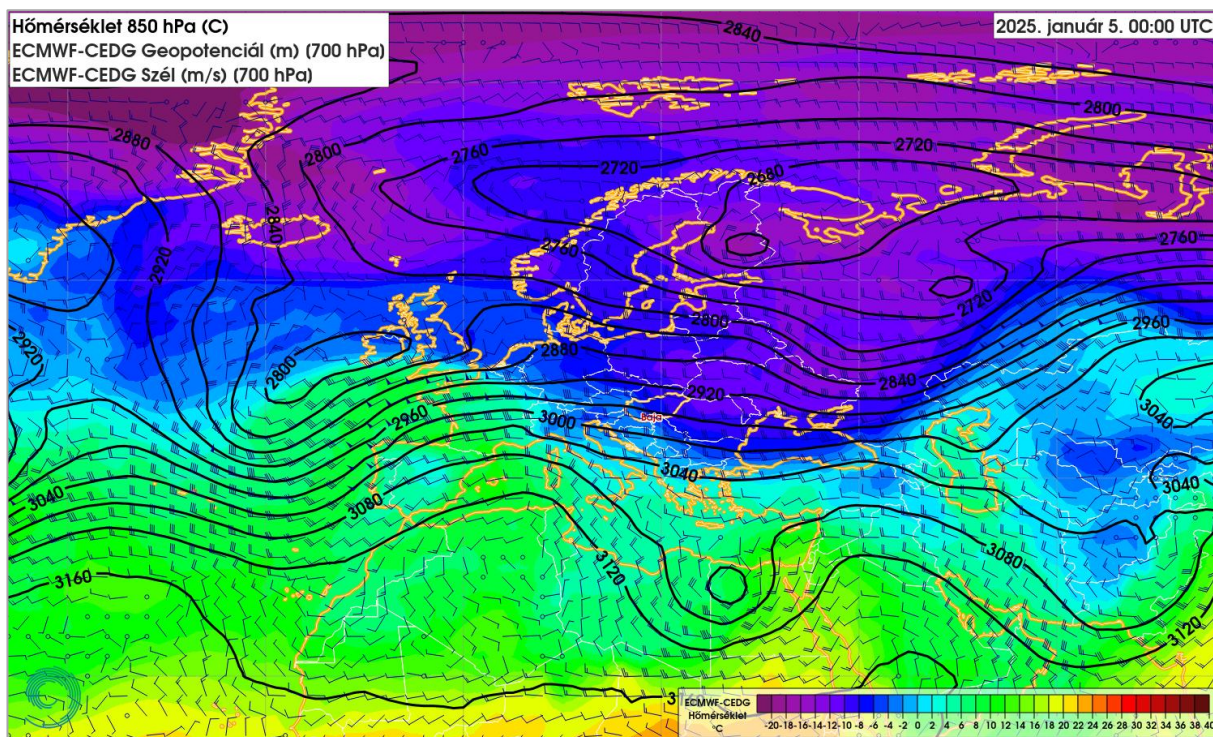
A mérsékelt övi cirkulációnak két alaptípusát lehet megkülönböztetni: a zonális és a meridionális állapotot. A zonális áramlás során a hidegebb poláris és a melegebb déli területeket egy erőteljes nyugat-kelet irányú áramlás határolja el egymástól. Az erős zonális áramlás nem kedvez az észak-déli hő- és nedvességáramoknak. Ezzel szemben a meridionális áramlás során a nyugat-keleti áramláson kialakult mély hullámok észak-déli, illetve dél-északi légtömegmozgásokat hoznak létre. Ilyenkor a trópusi eredetű meleg, nedves levegő északra, a sarkvidéki hideg délebbre tud áramlani, és általában lassan mozgó, de mély ciklonok, illetve magas nyomású anticiklonok alakulnak ki (3a. és 3b. ábrák).

A 2025-ös szárazság már 2024 végén megkezdődött a száraz tél folyamán. A téli csapadékhiányért a tipikusan nyáron jelentkező légköri konvekció nem tehető felelőssé, így az okokat az égővek közötti globális skálájú, illetve a nyugati szelek övében zajló anomáliákban kell keresni.

A téli hónapok makrocirkulációs állapotát jól jellemzi a 2025. január 1-jei légköri nedvességet és alapáramlást mutató időjárási térkép (4. ábra). Az ábra a nedvességet,

illetve az alapáramlást ábrázolja. Látható, hogy a mérsékelt égöv atlanti és európai területei felett erős és hosszú zonális áramlás található, amelyet dél felől markáns anticiklonok határolnak. Ezek az anticiklonok megakadályozták a trópusi eredetű légtömegek északra jutását, ezáltal a ciklonok kialakulásának esélye csökkent. A bemutatott esetben egyedül az Atlanti-óceán középső részén található egy ciklon, amelynek az előoldalán nedves levegő áramlott a nyugati szelek övébe. Általában is elmondható, hogy a téli félévben viszonylag kevés nedvesség jutott a trópusok felől a mérsékelt égövbe; ami pedig eljutott, az Európa északnyugati területei felett hullott ki csapadék formájában. Magyarországhoz közelebb a Földközi-tenger medencéje jelent jelentős nedvességforrást, ami hozzájárul ahhoz, hogy télen itt gyakrabban ki tudnak alakulni mediterrán ciklonok. Az említett anticiklonok azonban többnyire megakadályozták, hogy ezek a mediterrán ciklonok északra, így a Kárpát-medence fölé kerüljenek.

A 3a. ábrán a színezett területek a 850 hPa nyomási szint (kb. 1 500 m magasság) hőmérsékletét, a szélzászlók a 700 hPa (kb. 3 000 m) szélviszonyait és a folytonos vonalak az áramvonalként is tekinthető 700 hPa nyomási felület (geopotenciál) magasságát mutatják.



3a. ábra. Tipikus nyugat-keleti irányú zonális nagytérsegi áramlási kép (URL7)

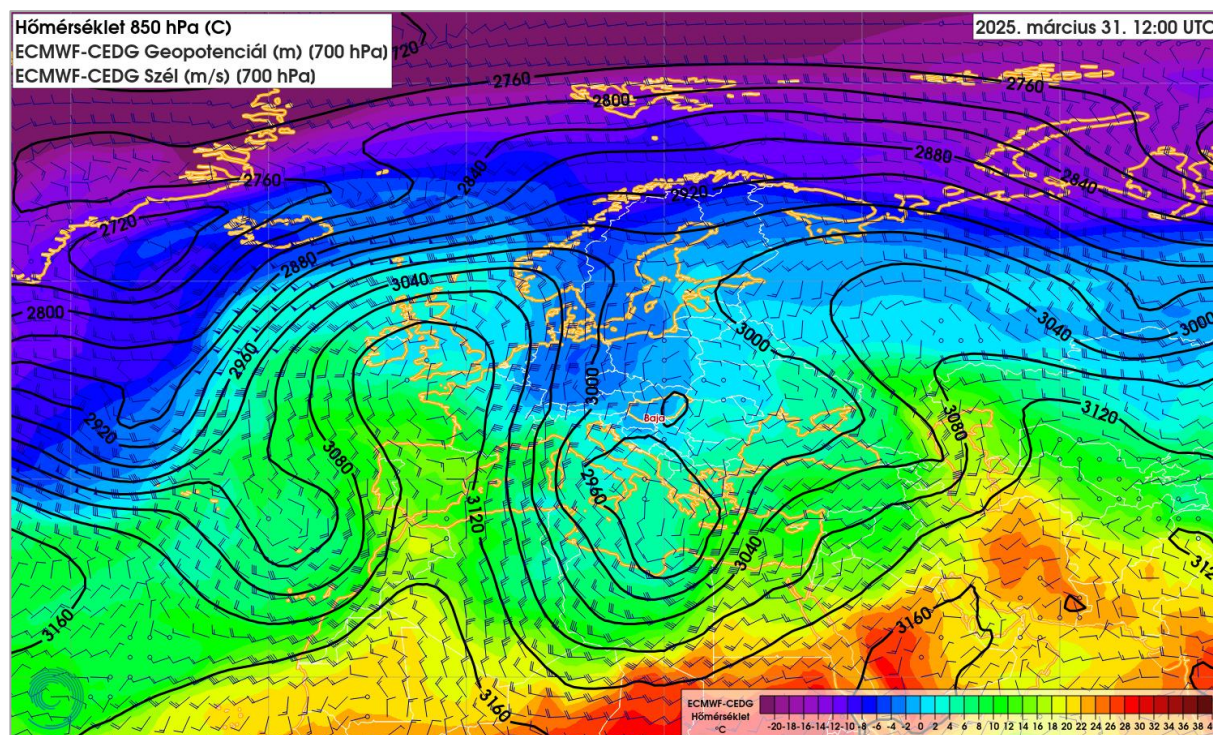
2025.01.05. 00:00 UTC-s ECMWF analízis alapján

Figure 3a. Typical west-east zonal regional flow pattern (URL7)

05. 01. 2025. 00:00 UTC based on ECMWF analysis

A 3b. ábrán a színezett területek a 850 hPa nyomási szint (kb. 1 500 m magasság) hőmérsékletét, a szélzászlók a 700 hPa (kb. 3 000 m) szélviszonyait és a folytonos vonalak az áramvonalként is tekinthető 700 hPa nyomási felület (geopotenciál) magasságát mutatják.

A 4. ábrán látható, hogy a mérsékelt égövi hosszan elnyúló nyugat-kelet irányú áramlási rendszer csak az óceán felett, egy keskeny sávban kap trópusi eredetű nedvességet. A 4. ábrán a színezett területek a vertikálisan integrált nedvességet (specifikus nedvességet), a szélzászlók a 700 hPa (kb. 3 000 m) szélviszonyait, a folytonos vonalak az áramvonalként is tekinthető 700 hPa nyomási szint geopotenciálját mutatják.

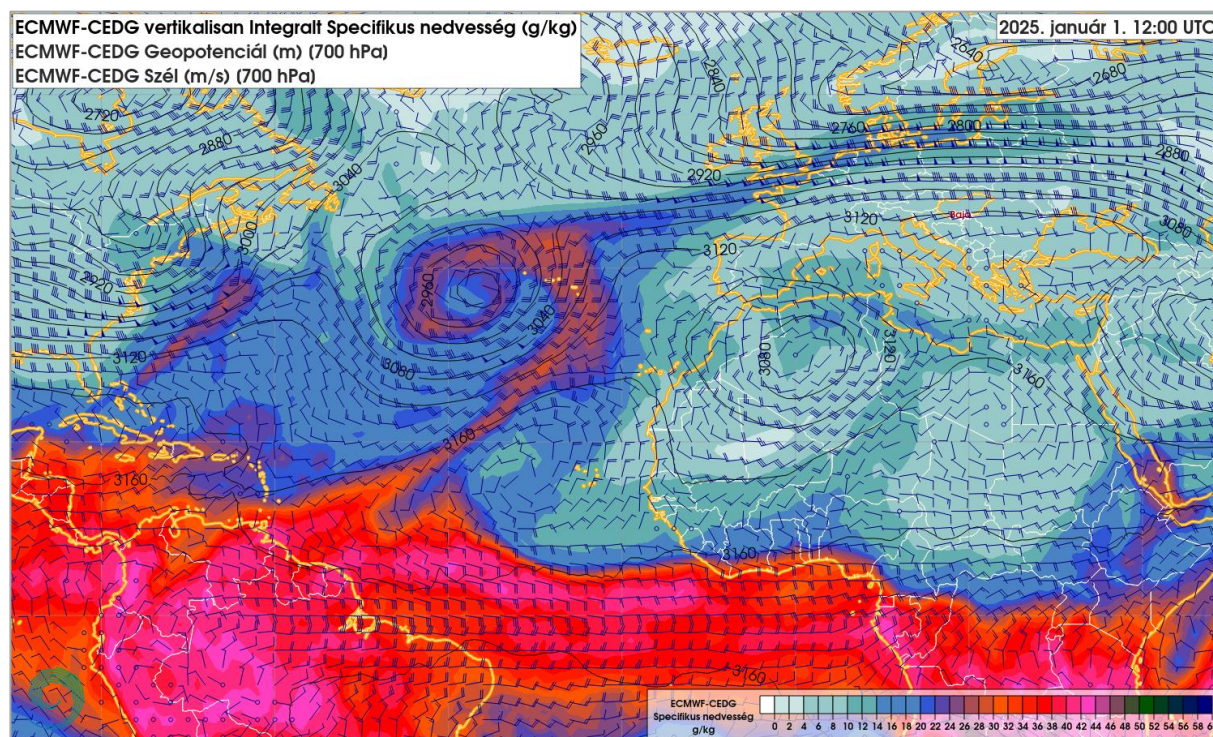


3b. ábra. Tipikus meridionális nagytérési áramlási helyzet (URL7)

2025. 03.31. 12:00 UTC-s ECMWF analízis alapján

Figure 3b. Typical meridional regional flow situation (URL7)

Based on ECMWF analysis at 12:00 UTC, 31 March 2025.

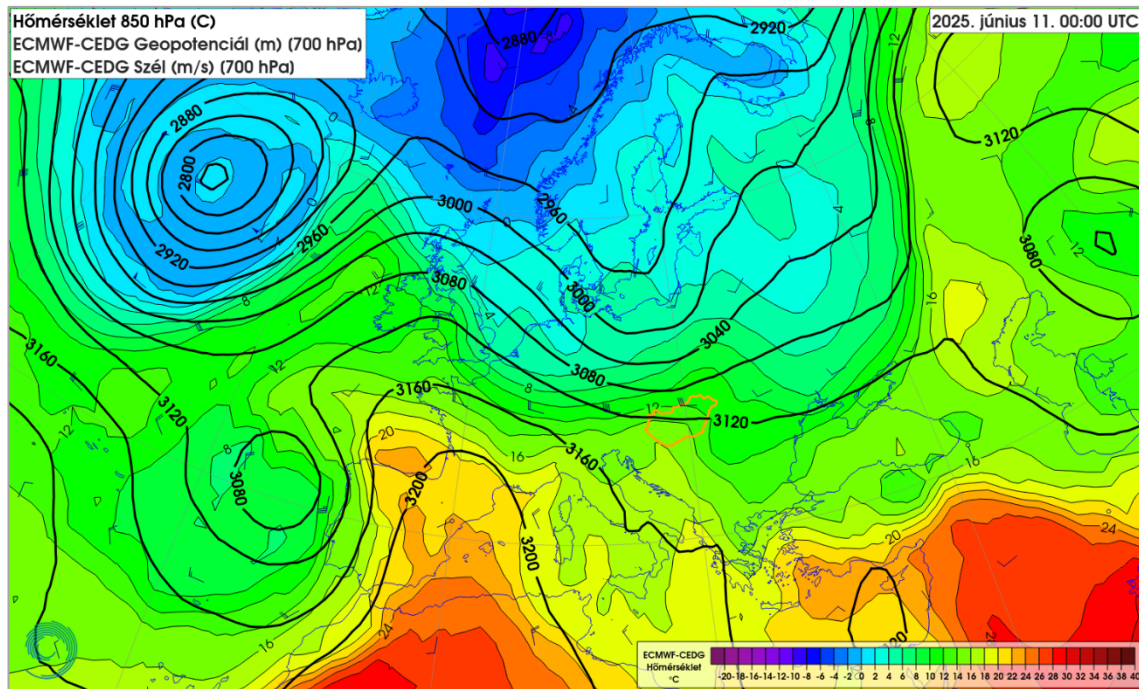


4. ábra. Zonális áramlás az euroatlanti térségben 2025.01.01. 12:00 UTC-s ECMWF-analízis alapján (URL3)

Figure 4. Zonal flow in the Euro-Atlantic region based on ECMWF analysis at 12:00 UTC on 01/01/2025 (URL3)

A nyári félévben hasonló zonális állapot gyakran állt fenn, azzal együtt, hogy a légköri nedvesség mennyisége az északi féltekén ebben az évszakban jóval magasabb, mint télen. A nyári félév cirkulációs viszonyaira a június 11-i időjárási helyzet tipikusnak tekinthető. Az Európa északi területei felett lévő erős nyugati-északnyugati áram-

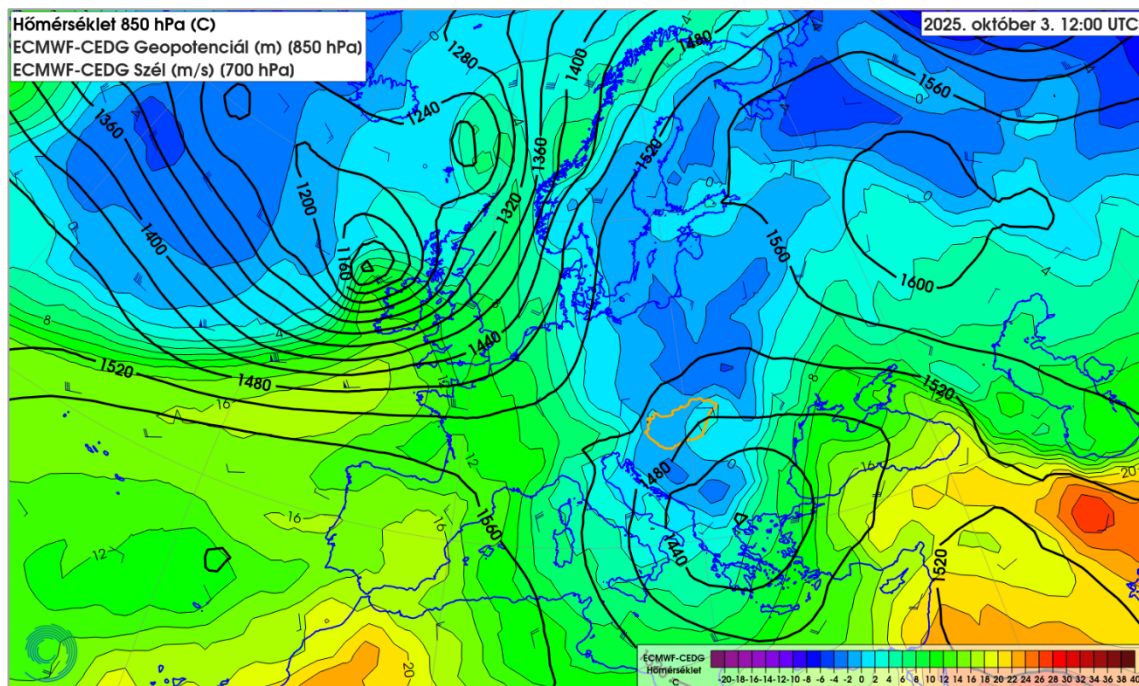
lás Közép- és Dél-Európa felett megerősítette az anticiklont, illetve az alsó rétegekben kissé hűvösebb levegőt szállított a Kárpát-medencébe (5. ábra). A két hatás együttesen nem kedvezett a zivatarok kialakulásának, emiatt elmaradt a Medárd-időszakhoz köthető konvektív csapadékos periódus.



5. ábra. Tipikus nyári időjárási helyzet a 2025.06.11. 00:00 UTC-s ECMWF-analízis alapján (URL7)
Figure 5. Typical summer weather situation based on ECMWF analysis at 00:00 UTC on 11/06/2025 (URL7)

Az 5. ábra mutatja, hogy a Kárpát-medencét egy északnyugatról súroló hidegfront hatására az alacsonyabb rétegekben hűvösebb levegő érte el. A színezett területek a 850 hPa nyomási szint (kb. 1 500 m magasság) hőmérsékletét, a szélvonalok a 700 hPa-os (kb. 3 000 m) szélviszonyait és a folytonos vonalak az áramvonalként is tekinthető 700 hPa nyomási felület (geopotenciál) magasságát mutatják.

Az ősz folyamán az erős nyugati áramlás tengelye többnyire Észak-Európa felett maradt, illetve többször is megismétlődött az az állapot, amikor az áramlásról leszakadó ciklon a Balkán-félsziget vagy Ukrajna felett mélyült ki. Ilyen volt az október eleji Barbara névre keresztelt légörvény, amely Romániában, Bulgáriában és Görögországban okozott rendkívüli csapadékokat és jelentős árvizeket. A Kárpát-medence térségére ebben az esetben is csak a ciklon hátoldalán lévő erős északias szél jutott (6. ábra).



6. ábra. A Balkán-félszigeten nagy csapadékokat és viharos időjárást okozó "Barbara" ciklon (URL7)
Figure 6. Cyclone "Barbara" causing heavy rainfall and stormy weather in the Balkan Peninsula (URL7)

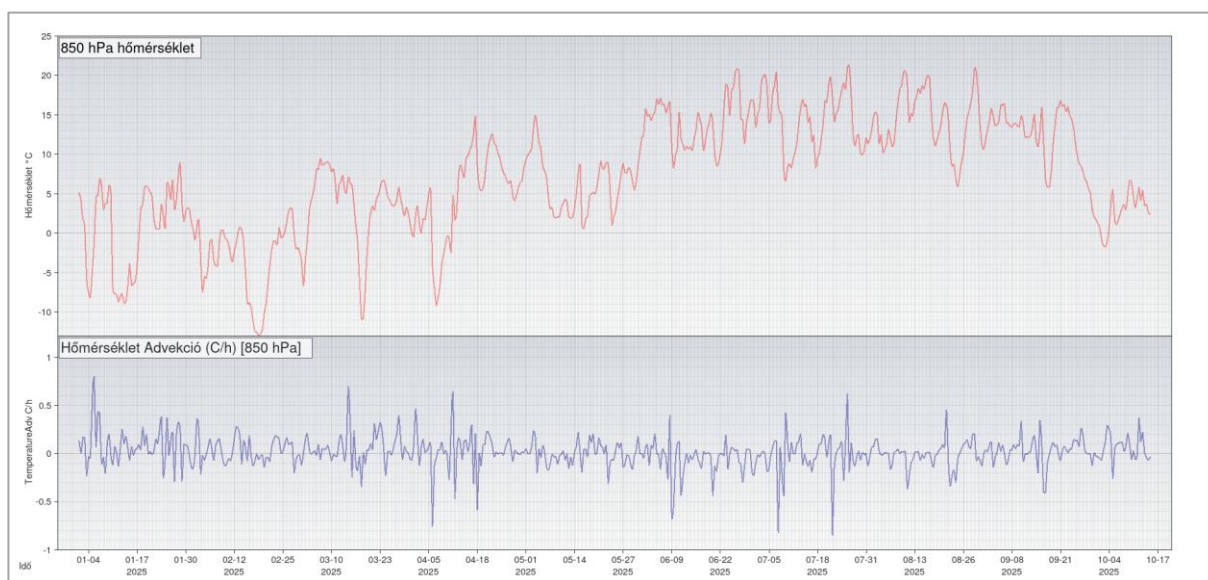
A 6. ábrán látható ciklon Magyarországon csak viharos szelet okozott 2025. 10. 03. 13:00 UTC-kor az ECMWF-analízis alapján. A színezett területek a 850 hPa-os nyomási szint (kb. 1 500 m magasság) hőmérsékletét, a szélzászlók a szint szélviszonyait, a folytonos vonalak az áramvonalként is tekinthető 850 hPa nyomási felület magasságát (geopotenciál) mutatják.

CIRKULÁCIÓ OKOZTA SZÁRAZSÁG A KÁRPÁT-MEDENCÉBEN

A fentiek alapján a Kárpát-medence időjárását 2025-ben alapvetően a hosszan fennmaradó, északra tolódott zonális áramlás határozta meg. A ciklonok csapadékot adó centrumai a területtől északra haladtak el, a medencét leggyakrabban az Alpokon, illetve a Kárpátokon átbukó, kiszáradó hidegfrontok érintették. Ebben a helyzetben maximálisan érvényesült a medencehatás, így elsősorban a közép- és dél-dunántúli területeken és az Alföldön kritikusán kevés

csapadék hullott. A domináns északnyugati áramlás ellenére is meleg volt a nyár.

Ennek egyik oka, hogy több alkalommal is a délnyugat-európai térségekből, így az Ibériai-félszigetről is úgy érkezett hozzánk a meleg levegő, hogy az anticiklon peremén először északnyugatra került, majd onnan áramlott a térségünkbe. Ugyancsak az északnyugati áramlással gyakoriak voltak a száraz, de markáns lehűlést nem okozó hidegfrontok, melyek az alacsonyabb szinteken történő hidegbeáramlással stabilizálták a levegőt, így a nyári félévben egyébként meghatározó konvektív felhőképződés gyenge volt. A napsugárzás gyorsan felmelegítette az egyébként sem hideg, az Alpokon és a Kárpátokon átbukó, főnös jellegű áramlással érkezett levegőt, és így kialakultak hosszabb meleg periódusok is (7. ábra). A meleg és száraz levegő kiszáritotta a felső talajréteget, amelyhez hozzájárult a gyakran erős szél is.



7. ábra. A hőmérséklet és a hőmérséklet advektió alakulása a 850 hPa (kb. 1 500 m) magasságban (URL7)

A június hónapban domináló hidegadvektió gátolta a konvektív folyamatok kialakulását

Figure 7. Temperature and temperature advection at an altitude of 850 hPa (approx. 1,500 m) (URL7)

The cold advection dominating in June inhibited the development of convective processes

A LÉGKÖRI KONVEKCIÓ ÉS AZ ASZÁLY

A légköri konvekció két részre osztható. Az egész troposzférát átfogó mély konvekció során alakulnak ki a nyári csapadék túlnyomó részét adó záporok, illetve zivatarok, amelyek elmaradása a nyári aszály meghatározó eleme. A konvekció gyengébb formája a sekély konvekció, amely csak a légkör alsó, kb. ezer méterét fogja át, és legfeljebb a „szépidő-gomolyok” (cumulus humilis, cumulus mediocris) kialakításáig jut el. Ha a légkör stabil állapotú, de van elég nedvesség a talajban, akkor a sekély konvekció által kitermelt gomolyfelhők csökkentik a napsugárzás mértékét. Amikor hosszan elmaradnak a gomolyfelhők, akkor a talaj, illetve a növények levelei is sokkal nagyobb napsugárzás-terhelésnek vannak kitéve. Ha ehhez még hozzáadódik, hogy az egyébként is száraz talajból a növények nem tudnak a párologtatáshoz, így a levél felületének hűtéséhez szükséges nedvességhez hozzájutni, akkor úgy tűnik, hogy „kiégnek” a növények, mint azt 2025 és 2022 nyarán a termelők sokfelé érzékelték.

A talajnedvesség egyfajta stabilizáló puffer szerepet is betölt a gyorsan változó légköri folyamatok, különösen a konvekció tekintetében. Amikor labilisabb, de viszonylag kevesebb nedvességet tartalmazó légtömeg érkezik egy nedvesebb felszíni terület fölé, akkor a talajból a párolgással jövő nedvességáram hozzájárulhat a zivatarok kialakulásához. Ha a légkörben van elég nedvesség, de a talaj száraz, akkor a napsugárzás energiája csak a felszín melegítésére fordítódik (a párolgásra nem). Ebben az esetben a gyorsan melegedő felszín felett gyorsabban megindul a légköri konvekció, hamarabb megjelennek a gomolyfelhők, és gyorsabban felépülnek a zivatarok is. Általában elmondható, hogy szárazabb talaj felett gyorsabban fejlődő, de rövidebb életű zivatarok alakulnak ki, míg a nedvesebb talajfelszín a lassabban felépülő, de nagyobb csapadékot adó zivatarok irányába segíti a légköri konvekciót. Ebből is következik, hogy szárazabb felszín felett nagyobb eséllyel hevesebb, de kevesebb csapadékot adó zivatarok alakulnak ki, amíg nedvesebb felszín felett kevésbé heves, de nagyobb csapadékot adó konvektív rendszerek létrejöttek nagyobb a valószínűsége.

A 2025-ös évben már a konvektív szezon elején száraz volt a talaj. A korábban említett permanens északnyugati áramlás és a száraz talaj nemcsak a mély, de a sekély konvekciónak sem kedvezett. Ami kevés nedvesség volt a talajban, az nem segítette a gomolyfelhők kialakulását, ezért sok volt a napsütés, ami még tovább szárította a felszínt.

ÖSSZEFOGLALÁS

A 2025-ös rendkívül száraz időjárás kialakulásához mindhárom légköri vízciklus hozzájárult, de az alapvető okokat a globális skálájú folyamatok hordozták. Már az év elejétől a szokásosnál északabbra tolódott zonális áramlás és az annak déli oldalán megerősödő anticiklonok sem kedveztek a trópusi eredetű nedvesség mérsékelt övbe történő feljutásának. A kevesebb nedvesség a nyugati szelek övében gyengítette a ciklonok kialakulásához szükséges feltételeket, így a térségünkben kevesebb csapadékot adó zonális áramlás stabilan fennmaradt. A Kárpát-medence domborzati viszonyai északnyugati szélnél elősegítik a medencehatás érvényesülését. Az északnyugatról jövő légtömegek a fön jellegű kiszáradás miatt elveszítik nedvességük jelentős részét. 2025 nyári félévében az így stabilizálódó levegő vizont nem kedvezett a légköri konvekció kialakulásának sem, ezért például a Medárd-időszaki zivatarok is elmaradtak. Mindehhez hozzájárult a téli félévről fennmaradt száraz talaj, amely tovább gyengítette a záporok és zivatarok kialakulásának esélyét, teljessé téve a rendkívüli aszályt.

A közlemény a Vízügyi Közlemények 2025/3 kötetében megjelent dolgozat másodközlése.

SZERZŐK



HORVÁTH ÁKOS meteorológus (ELTE, 1984), kandidátus, címzetes egyetemi docens (ELTE), a HungaroMet Siófoki viharjelző Observatóriumának vezetője.



SZENTES OLIVÉR meteorológus, 2019-től a HungaroMet (2024 előtt OMSZ) éghajlati szakértője. Meteorológus diplomáját 2018-ban szerezte az ELTE Meteorológia Tanszéken, majd 2022-től az ELTE Földtudományi Doktori Iskolájának doktorandusza. 2023-ban Miniszteri Elismerő Oklevélben részesült, 2024-ben Ifjú Fejlesztő Meteorológus Díjat és Götz Gusztáv Publikációs Díjat kapott.

IRODALOMJEGYZÉK

Horváth Á., Breuer H. (2022). A 2022. évi rendkívüli aszály meteorológiai háttere a légköri vízciklusok tükrében. Vízügyi Közlemények, 2022. évi 3. füzet.

Horváth Á., Breuer H. (2023). A víz körforgalma a légkörben és a 2022-es rendkívüli aszály meteorológiai háttere pp. 2-8. https://doi.org/10.56474/leg_kor.2023.1.1

URL1. https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3200&hir=A_2022-es_rendkivuli_szarazsag_fizikai-meteorologiai_hattere

URL2. https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3397&hir=2023_a_nagy_viharok_eve

URL3. https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3499&hir=A_forrosag_meteorologiaja_%E2%80%93_a_2024-es_nyar_idojarasi_okai_es_okezatai

URL4. https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3586&hir=A_hetedik_legmelegebb_es_a_nyolcadik_legszarazabb_nyar_1901_ota

URL5. https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3476&hir=A_2024_szeptemberi_rendkivuli_dunai_arviz_meteorologiai_hattere

URL6. https://www.met.hu/ismeret-tar/erdekessegek_tanulmanyok/index.php?id=3212&hir=A_viz_korforgalma_a_legkorben_%E2%80%93_a_rendkivuli_aszaly_idojarasi_hattere

URL7. Hungaromet adatbázis <https://www.met.hu>