

Éghajlati kockázatok Magyarországon, 2026–2035

Nemzeti kockázati értékelés államigazgatási
vezetők számára, 2050-ig szóló kitekintéssel

ÉVTIZEDES ABLAK



2026

2035

KITEKINTÉS

2050

Közérthető összefoglaló a részletes háttéranyag alapján

Feiler József · Nemes Csaba · Kardos Péter · Szabó Péter

2026. október

Éghajlati kockázatok Magyarországon, 2026–2035

Nemzeti kockázati értékelés államigazgatási vezetők számára, 2050-ig szóló kitekintéssel

Közérthető összefoglaló a részletes háttéranyag alapján · 2026. október

SZERZŐK

Feiler József · Nemes Csaba · Kardos Péter · Szabó Péter

A RÉSZLETES HÁTTÉR- ANYAG

Az elkövetkező évtized éghajlati kockázatai Magyarországon. Kockázati helyzetkép 2026–2035, 2050-ig szóló kitekintéssel. Háttéranyag államigazgatási szakmai vezetők számára. Budapest, 2026. október. DOI 10.5281/zenodo.23430763

JEGYZETEK

A kék indexszámok a C melléklet forrásjegyzékére mutatnak; a PDF-ben kattinthatók, a jegyzet végén álló nyíl (↔) visszavezet a szövegbe.

TARTALOM

01	Fő állítások és megbízhatóságuk foka	3
02	Miről szól ez az értékelés	6
03	Hogyan kezeljük a bizonytalanságot	7
04	A veszély korábban jelentkezik, mint amire a tervezés számít	8
05	A hazai sérülékenységi legérzékenyebb pontja a vízrendszer	9
06	A szárazodás fő hajtóereje a párolgási igény	11
07	Kockázat és következmények: a veszélytől a kárig	13
08	2026 nyara: az összetett esemény üzemzavarrá válik	15
09	Kitekintés 2050-ig: mire kell méretezni	16
10	Alkalmazott kockázati sávok	18
11	Szakpolitikai döntések	20
A	A melléklet – Fogalomtár	21
B	B melléklet – Módszertan	22
C	C melléklet – Források	23

01

Fő állítások és megbízhatóságuk foka

1

A négy legfontosabb éghajlati mutató az előrejelzésekhez képest gyorsabban változik. Az átlaghőmérséklet, a hőségnapok száma, a tavaszi fagy és a – párolgást erősítő – vízgőz telítési hiány esetében a rendelkezésre álló hazai modellelőrejelzések egyike sem mutatja azt a változási ütemet, amelyet a legfrissebb meteorológiai méréseink már jeleznek. Ezért ezeknél az éghajlati mutatóknál át kell állnunk arra a megközelítésre, hogy az előrejelzések helyett a mérési adatokat tekintjük tervezési minimumnak, mert a modell-előrejelzési sáv alja már nem tekinthető biztonságos kiindulópontnak, legfeljebb az elvi legkisebb értéknek.


Magas

2

A következő évtized hazai éghajlati kockázatának középpontjában a víz áll. A Dunától keletre a kutjaink 98 százalékában annak ellenére csökken a vízszint, hogy a téli félév csapadéka nem lett kevesebb. Hazánk vízkészlete érdemben már csak a bőséges csapadékot hozó teleken képes valamennyire regenerálódni. A korábban jellemző ciklikus helyreállítás 2014 óta lényegében megszűnt, a vízszint már a bő csapadékot hozó telek után sem tér vissza a korábbiakban jellemző szintre. 2026 augusztusában az országos törzskúthálózat kútjainak 79 százaléka a saját mérési adatsorának legalacsonyabb értékén állt.


Magas

3

Az ivóvízellátás mintegy harmadát adó mélyebb rétegvíz³² 2019 óta süllyed. Ez a süllyedés 2 évtizedes stabil állapotnak vetett véget, de arra a kérdésre nem tudjuk a választ, hogy ezt maga az aszály vagy az annak kapcsán megnőtt kitermelés okozza, ugyanis a vízkivétel jelentős része ma is méretlen. Miután az ivóvízbázissal kapcsolatban nagyon súlyos ára van a tévedésnek, ezért a mérés pótlása az egyik legsürgősebb lépés.



A süllyedésre közepes, az okára alacsony

4

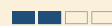
Éghajlatunk szárazabbá válásának fő oka a párolgási igény erősödése, amit az előrejelzések nem fogtak meg. A vízgőz telítési hiánya, amely a párolgásigény fő hajtóereje, nyáron az 1970-es évek óta 39 százalékkal nőtt. Ezt a növekedést a 28 hazai modellfuttatás egyike sem jelezte előre. A csapadékmentes időszakok hossza 2025-ig nem nőtt, 2026-ban viszont a 125 éves adatsor legnagyobb rekordja született. Egy év természetesen nem jelent tendenciát, de a tározók és az öntözés méretezéséhez ez extrém 2026-os nyár vált kiindulási alappá.



A szárazodásra magas, a fordulatra alacsony

5

2026 nyarán az aszály, a hőség és a kisvíz együtt jelentkezett, és üzemzavarrá vált. A paksi erőműben a nyilvános közlések szerint először állt le teljes blokk kisvíz miatt, a Duna, a Körösök és a Maros vízhozama a mérési sor minimumára esett, az őszi búza termésátlaga 4,3 t/ha volt a 2025-ös 5,5 után, a kukoricáé az előzetes becslés szerint 3 t/ha körül, a 2022-es 3,4 alatt. A kockázatoknak közös az okuk, így együtt jelentkeznek, a felkészülést ezért két egymást követő rossz évre kell méretezni.



Közepes

6

A hőség által okozott többlethalálózásról nincsen hivatalos hazai adatunk. A hőség által okozott halálozás a haláloki statisztikában nem követhető nyomon, és a kockázat két tényezőjéről is csupán tízéves adatunk van. 2024-ben mintegy 2300 haláleset tulajdonítható a hőségnek, miközben a haláloki statisztika csak 27 esetben nevezte meg a hőséget halálokként. Egy európai becslés szerint a terhelést szinte teljes egészében a 75 év felettiek viselik. E korcsoport hőségterhelése, vagyis a forró napok és a létszám szorzata, 2021–2025-ben az 1991–2020-as szint 3,2-szerese volt. A hivatalosan elérhető legfrissebb sérülékenységi adatréteg 2005–2014-es adatokon alapul.



A nagyságrendre közepes, az adatok elavulása magas

7

A tervezésben 2050-re legalább 2 °C-os globális melegedéssel kell számolni, 2,5 °C-os stresszpróbával. A mért melegedési ütem folytatása önmagában 2 °C-ot ad 2050-re. Magyarországon a 2 °C-os szint az 1991–2020-as átlaghoz mérve mintegy 1,9, a 2,5 °C-os 2,5 °C-kal melegebb évi középhőmérsékletet jelent. A kedvezőbb megállás nem számolható el megtakarításként, mert a hozzá tartozó szénkölségvetés a mai kibocsátás mellett néhány év alatt elfogy. A Duna alpesi jégtartaléka 2050-ig körülbelül a felére csökken, ezért a forró, száraz nyarak kisvízszintjei egyre szélsőségesebbé válhatnak.



Közepes

8

Nincs átfogó információnk a hazai éghajlati károkról. Nincsen hivatalos magyar kárszámla, és nem tudjuk, hogy kik fizetik károkat. Az európai kársor szerint 1980 és 2024 között a hazai időjárási és éghajlati kár 2024-es áron 12,8 milliárd euró volt, ennek 78 százaléka öt évre esett, és csak 4,8 százaléka volt biztosított.



A hiányra magas, a nagyságrendre alacsony

A megbízhatósági fokozatok jelentését a következő oldal magyarázza.

02

Miről szól ez az értékelés

Ez az értékelés a hazai mérési sorokra, a két hazai éghajlati projekcióra és az IPCC hatodik jelentése óta megjelent nemzetközi szakirodalomra épül.¹ Nem tudományos jelentés, hanem kockázatértékelés. Azt vizsgálja, hogy a mérhető veszélyek közül melyik változott meg és milyen mértékben, továbbá, hogy milyen döntések támaszkodnak ezekre az információkra. Az államigazgatási kockázatértékelés bevett gyakorlatát követi, vagyis az elfogadhatóan lehetséges legrosszabb esetre tekint, a nagyon valószínűtlen változatok kizárása után.² Azt, hogy pontosan mi fog történni, nem mondja meg. Azt viszont igen, hogy mire kell felkészülni, és melyik hiba a drágább.

Az értékelés három kérdése

1. Mely éghajlati veszélyek térnek el a következő évtizedben a tervezés feltevéseitől, és milyen irányba?
2. A hazai sérülékenységek hol vannak a legérzékenyebb pontjai, és hogyan éri kár a társadalmat és a gazdaságot?
3. Hol hiányoznak ma az adatok ahhoz, hogy a kockázatot egyáltalán számszerűsíteni lehessen?

Megbízhatósági fokozatok

Magas: mért adaton álló megállapítás, amelyet több, egymástól független mérési vonal is megerősít. A forrásadat nyilvános, a számítás megismételhető, és független újraszámítás ellenőrizte; a közös módszertani szemléletből eredő vakfoltokat az újraszámítás nem feltétlenül mutatja ki. Ilyen a hazai melegezés üteme, a talajvíz süllyedése és a telítési hiány növekedése.

Közepes: mért jel, amely rövid időszakon, egyetlen eseményen, részben előzetes adaton vagy szakértői értékelésen alapszik. Az irány megalapozott, a gyakoriság vagy a mérték nem. Ilyen a 2026-os összetett esemény tanulsága és a 2050-es tervezési szint.

Alacsony: a jelenség mérhető, de az oka vagy a nagyságrendje hazai adatból nem különíthető el, mert a szükséges idősor hiányzik. Ilyen a rétegvíz süllyedésének oka és az éghajlati kár nemzetgazdasági nagysága.

HÁROM ALAPFOGALOM

Tervezési minimum: az a szint, amely alá a tervezés nem mehet. Azokon a mutatókon, ahol a modellek a mérés alatt maradnak, ez a már megfigyelt érték.

Elfogadhatóan lehetséges legrosszabb eset: a legrosszabb lefolyás, amely a nagyon valószínűtlen változatok kizárása után marad. Az arányos felkészülés méretezési alapja.

Összetett esemény: több, egymással összefüggő veszély együttállása, például száraz tél után nyári hőség és kisvíz. A veszélyeket külön kezelő tervezés az ilyen eseményt rendszeresen alulbecsüli.

A teljes fogalomtár az A mellékletben olvasható.

03

Hogyan kezeljük a bizonytalanságot

A brit és más nemzetbiztonsági értékelések rögzített valószínűségi szókésszettel dolgoznak. Ez az értékelés ugyanakkor tudatosan nem ezt használja. A legsúlyosabb azonosított hazai kimenetek és együttes események: az alacsony csapadékú tél miatt nem regenerálódó talajvízszint, amelyhez nyári hőség és kisvíz társul. Ezek együttes valószínűsége a rendelkezésre álló adatból megbízhatóan nem becsülhető, és mivel a veszélyeknek közös az okuk, a függetlenségük feltételezése alulbecsülné az együttes bekövetkezést. A megállapítások ezért megbízhatósági fokozatot kapnak, valószínűségi osztályozás nélkül.

Kétféleképpen lehet tévedni. Fel lehet készülni valamire, ami nem következik be, és el lehet mulasztani a felkészülést valamire, ami bekövetkezik. Tervezési helyzetben a mulasztás a drágább hiba, mert az elmaradt beruházás következménye évtizedes és részben visszafordíthatatlan, míg a főleges felkészülés költsége egyszeri és látható. A rétegvíznél ez különösen nagy hangsúlyt kap, hiszen aki a 2019 utáni süllyedést a korábbi stagnálásra hivatkozva figyelmen kívül hagyja, olyan döntést hozhat az ivóvízbázisról, amelynek helyreállítása évtizedekbe telik. A két hiba súlyozása nyilvánvalóan értékválasztás, amit nyíltan vállalunk.

A tervezési minimum szabálya. Ahol a hazai éghajlati modellek a mérés alatt maradnak, ott a mért érték a kiindulópont, a modellsáv alja pedig a legkisebb még elképzelhető érték, nem a jó eset. A szabályt mutatóként külön igazoltuk, és csak ott alkalmazzuk, ahol igazolható. A száraz időszakok hosszán, az intenzív csapadék szintjén és a 35 °C-ot elérő forró napok számán a modellek nem maradnak a mérés alatt, ott ez a szabály nem érvényes.

A TERVEZÉSI MINIMUM NÉGY MUTATÓJA

Mutató	Mit mért a hazai adatsor	Mit ad a hazai modell	Mire vonatkozik a szabály
Évi középhőmérséklet	9,9 °C (1971–1990) → 11,5 °C (2006–2025)	a futások mediánja 13–16 évvel később ér el a mért szintre; a 28 futás egyike sem éri el	mindkét hazai projekció
30 °C-ot elérő napok száma	a mérés a hivatalos projekció sávja fölött áll 20 megyéből 16-ban, 173 járásból 136-ban	a hivatalos, négyfutásos projekció a mérés alatt marad	mindkét hazai projekció
Tavaszi fagy	a rügyfakadás tizenkét nappal előbbre került, az utolsó tavaszi fagy időpontja nem mozdult	a mérsékelt kibocsátási pálya 14 futásának egyike sem éri el a mért értéket	egy készlet; a hivatalos projekció nem közli
Telítési hiány (a párolgásigény hajtóereje)	nyáron +73 Pa/évtized (1971–2025); 2021–2025-ben +39 % az 1971–1980-as átlaghoz képest	a 28 futás egyike sem adja vissza, egyik kibocsátási pályán sem	egy készlet; a hivatalos projekció nem közli

Forrás: a háttéranyag II.2 és IV. fejezete.¹

04

A veszély korábban jelentkezik, mint amire a tervezés számít

A globális keret eltolódott. A 2016–2025-ös évtized melegedése az 1850–1900-as bázishoz mérve 1,26 [1,13–1,36] °C, az emberi eredetű melegedés üteme évtizedenként 0,27 °C, a műszeres mérési sor eddigi legmagasabb értéke.³ A földi energiamérleg többlete, vagyis a rendszerben maradó hőmennyiség, két évtized alatt több mint kétszeresére nőtt. Egy vizsgálat szerint a modellek a 2023-as értéknek a felét adják, egy másik szerint a megfigyelt éves értékek a modelltartományon belül maradnak; a háttéranyag a kettőből arra következtet, hogy a növekedés ütemét a modellek többsége alulbecsüli.^{4,5} A globális kép a hazai megállapításokhoz határfeltétel, a hazai állítások a hazai mérésen alapulnak.

A Kárpát-medence a globális átlagnál gyorsabban melegszik, és évszakonként egyenetlenül: a tél és a nyár a leggyorsabban, a tavasz a leglassabban. Két egyforma, húszéves időszakot összevetve az évi középhőmérséklet az 1971–1990-es 9,9 °C-ról 2006–2025-re 11,5 °C-ra emelkedett. A legalább 35 °C-os forró napok száma ugyanekkor évi 0,3-ról 4,9-re, a trópusi éjszakáké 0,4-ről 3,6-ra nőtt, a legutóbbi öt évben pedig évente átlagosan 8,5 forró nap és 6,6 trópusi éjszaka volt.⁶

A következő évtizedre ma először van mért kiindulóállapotból indított előrejelzés. A felhasznált nemzetközi rendszer 2025–2034-re az évi középhőmérsékletre $+1,7\text{ °C}$ -ot, a nyárra $+1,9\text{ °C}$ -ot ad a saját 1991–2020-as referenciájához mérve, a forró napok száma pedig az ország déli harmadában nő a legjobban.⁷ A rendszernek a nyári hőmérsékletre igazolt készsége van, a csapadékra vonatkozóan azonban ez nem jelenthető ki, a Kárpát-medencére külön készségértéke pedig egyik terméknek sincs. A $+1,7\text{ °C}$ -os eltérés tervezési értéként használható, de a sáv felső része felé is eshet. A forró napok számát viszont a rendszer már a kiinduló időszakra háromszor akkórának adja, mint a mérés, ezért abból csak az irány és a területi mintázat vehető át.

A hazai regionális modellek négy mutatón a mérés alatt maradnak. A hőmérsékleten, a 30 °C -ot elérő napok számán és a telítési hiányon a 28 futásos hazai modellegyüttes⁸ egyik tagja sem éri el a megfigyelt értéket, a tavaszi fagyon pedig a mérsékelt kibocsátási pálya 14 futásának egyike sem. A hőmérsékleten és a 30 °C -os napokon a HungaroMet hivatalos, négyfutásos projekciója ugyanezt mutatja, 2026-ban közzétett megyei és járási rétegein a megyék és a járások többségében, a nyári napi maximumon pedig mindegyikben.⁹ Mindkét hazai készlet az előző globális modellgenerációra épül, amelynél az újabb generáció sávja szélesebb és felfelé tolódott. A hazai projekciók ezért alsó becslésnek tekintendők, a tervezési minimum próbáját pedig az új generáción meg kell ismételni.

2026: A MÉRT SZÉLSŐSÉGEK HATÁRA KITOLÓDOTT

A nyáron a normál csapadék 36 százaléka hullott, ez a mérések 1901-es kezdete óta a legszárazabb és a második legmelegebb nyár volt.¹⁰ Ugyanabban az évben $-18,3\text{ °C}$ -ot és $+42,0\text{ °C}$ -ot is mértek, így a hideg elleni felkészülés leépítése is korai. A tenyészidőszak leghosszabb csapadékmentes időszaka a tíz, 1901 óta mérő állomás átlagában 30,2 nap volt, Szegeden 53 nap, 12 nappal a korábbi helyi csúcs fölött.⁶ A Duna budapesti vízmércéje szeptemberben a nulla pont alá süllyedt, a Körösök és a Maros nyári vízhozama 2000 óta a legkisebb volt.¹¹ A melegedő éghajlatban a rekordok nagyobb ugrással dőlnek meg, ezért a méretezést az ilyen évekhez kell igazítani, nem az átlagos évhez.

05

A hazai sérülékenység legérzékenyebb pontja a vízrendszer

A téli félév csapadéka nem csökkent, a talajvíz ennek ellenére fogy. Két húszéves időszakot (1972–1991 és 2006–2025) összevetve a téli félév csapa-

déka 226-ról 255 mm-re nőtt, a nyári félévé 351-ről 355 mm-re változott, és csak a legutóbbi öt évben esett érdemben vissza (2021–2025: 312 mm).⁶ Az országos törzskúthálózat 763, negyedszázados sorú kútjából 721-ben süllyed a talajvízszint. A Dunától keletre a kutak 98 százaléka süllyed, mediánban évtizedenként fél méterrel, a Dunántúlon a süllyedés lassabb, a Nyugat-Dunántúlon nincs egyirányú süllyedés.¹¹ A talaj, a talajvíz és a felszíni víz együttes mennyiségét mérő műholdas gravimetria ugyanezt mutatja: 2026 júniusa ugyanis a 2002 óta tartó sor legalacsonyabb értéket adó hónapja.¹²

A magyarázat a feltöltés szerkezetében van. A készlet néhány bő csapadéku télen gyarapszik, egy átlagos tél a talajvízszintet alig emeli, és talajvízszint szempontjából egy szárazabb telet követő átlagos tél nem biztosítja a visszapótlást. A másik éghajlati tényező a párolgás: egy még nem lektorált Duna–Tisza közti vízmérleg-bebecslés szerint a csapadék és a párolgás különbségéből adódó utánpótlódás az 1950-es évek óta a töredékére csökkent, a párolgás súlyáról azonban a kutatók véleménye eltér.¹ Korábban a száraz évek okozta süllyedést a bőséges telek rendre visszapótlták, ez a ciklus azonban megszakadt: a Dunától keletre a hosszú sorú kutak 84 százalékan a szint 2014 óta nem tért vissza a 2001–2013-as csúcsokig, holott az előző évtizedben a bő telek még visszaemelték. A legfontosabb beavatkozás ezért a téli félév csapadékának tájban térségenként meghatározott sorrendben történő visszatartása.

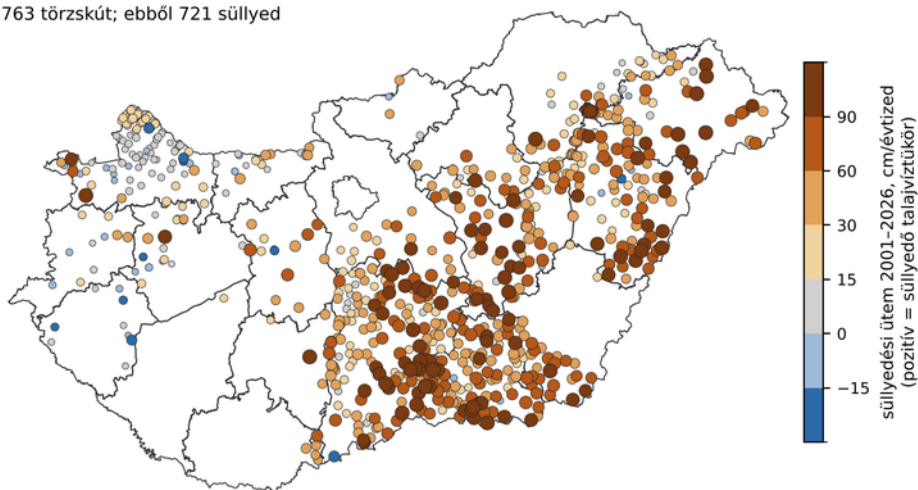
A mélyebb rétegvíz más képet ad. Egy 102 kutas, huszonhat évet lefedő országos kútdatszór vizsgálata alapján a szint 2001 és 2019 között nem mozdult, 2019 és 2026 között viszont évtizedre vetítve 1,67 métert süllyedt, a 102 kútból 85 ugyanabba az irányba mozdult.¹¹ Erre a csökkenésre két magyarázat merül fel. Egyrészt az aszály áterjedése a mélyebb rétegekre, másrészt a rétegvíz-kivétel növekedése a sekélyebb készlet elapadása után. Kitermelési idősor azonban nem tudjuk ezt a két folyamatos szétválasztani, ugyanis a vízkivétel jelentős része a mai napig méretlen.

A két nagy folyó szétválík. A harmadfokú árvízi készültség napjai a Tiszán 2013 óta szinte eltűntek (Szolnokon évi 12-ről 1,5 napra csökkentek), a Dunán lényegében változatlanok, 2024 szeptemberében pedig ugyanabban a hónapban volt a Dunán az évszázad egyik legnagyobb árvize és a Tiszán tartós kisvíz. A Dunát az alpesi hó- és jégkészlet is táplálja, a Tiszát a kárpáti csapadék, ezért a felkészülés folyónként eltér.

1. ÁBRA

A talajvíztükör süllyedésének üteme az országos törzskúthálózat 763 kútján, 2001–2026 (cm/évtized). A barna árnyalatok süllyedő, a kékek emelkedő talajvíztükröt jelölnek; az üres foltok egy része adathiány.

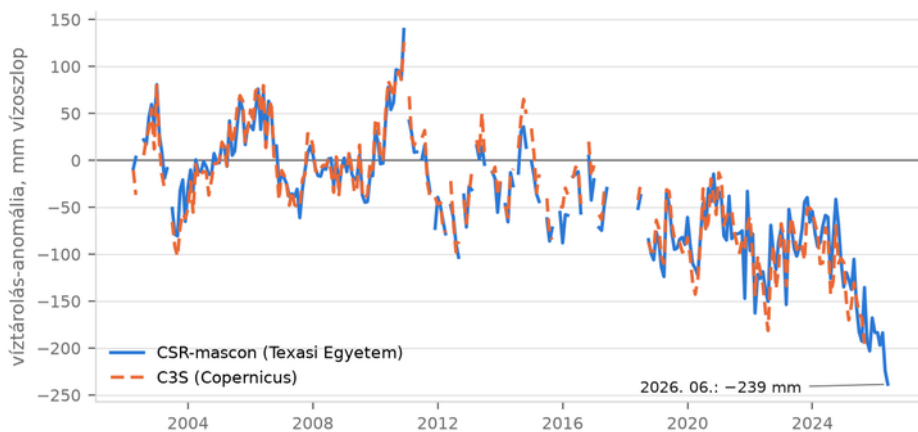
763 törzskút; ebből 721 süllyed



FORRÁS saját számítás a vízügyi szolgálat nyilvános törzskút-adataiból.¹¹

2. ÁBRA

Magyarország területén 2014 óta lépcsőzetesen fogy a szárazföldön tárolt víz. Havi víztárolás-eltérés, mm vízoszlop, a 2004–2009-es átlaghoz mérve; két független feldolgozás. 100 mm vízoszlop az ország területén mintegy 9 km³ víz.¹²



06

A szárazodás fő hajtóereje a párolgási igény

A vízgőz telítési hiány növekedése a legerősebb megfigyelt jel. A vízgőz telítési hiány azt mutatja meg, hogy mennyi vízgőz férne még a levegőbe azon felül, mint amennyi benne van. Magyarul a levegő párabefogadó ké-

pességét mutatja, ami egyben a párolgásigény fő hajtóereje. Nyári értéke 1971 és 2025 között évtizedenként 73 Pa-lal nőtt, 2021–2025-ben 39 százalékkal haladta meg az 1971–1980-as átlagot, a növényeket már terhelő, 1500 Pa fölötti napok száma pedig ugyanezen időszakok között évi 19-ről 57-re emelkedett.⁶ Ez lényegesen gyorsabb, mint a szabványos módon számított párolgásigény növekedése, és a 28 hazai modellfuttatás egyike sem adja vissza. A futások a levegő nedvességét közvetett módon, a hőmérsékletből becsülik, ezért kiszáradt talajon, hóhullámban a valós növekedésnek mindössze a felét képesek előrejelezni.⁸

A tényleges párolgás már nem követi. Száraz levegőben a párolgás gyors, ha van mit elpárologtatni. Kiszáradt talajon a tényleges párolgás elmarad a párolgásigénytől, és a növény vízhiányt szenved. A MATE bugaci örvénykovariancia-állomásának publikálás előtt álló mérései szerint a tényleges párolgás a párolgásigény növekedését már régóta nem követi. Az országos, modellel becsült tényleges párolgás 1981 és 2020 között nőtt, de lassabban, mint a párolgásigény, 2000 és 2022 között pedig az Alföld egy részén csökkent is.¹ A légköri szárazodás ezért elsősorban a növényre nehezedő vízhiányban érhető tetten, az elpárologtott víz mennyisége ütemét tekintve lassabban nő.

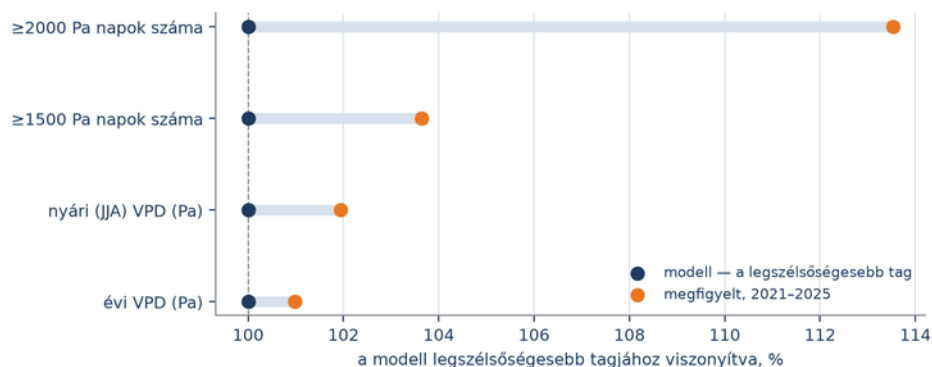
A csapadékmentes időszakok hossza 2025-ig nem nőtt. A tenyészidőszak leghosszabb száraz időszakában 2025-ig nem volt kimutatható trend, 2026-ban viszont a tíz, 1901 óta mérő állomás átlagában 30,2 nap volt, ami a mérések kezdete óta a legnagyobb érték, bár az 1992-es csúcsot csak 1,2 nappal haladta meg.⁶ Egyetlen év nem jelent tendenciát, így ma még nem dönthető el, hogy egyszeri kiugrást vagy fordulatot látunk. Ha 2027 és 2031 között legalább két évben újra eléri a 28 napot, akkor ebben a paraméterben is már fordulatról beszélünk.

Ugyanannyi csapadék, kevesebb és hevesebb alkalommal. Az éves csapadékösszeg nem csökkent, a legalább 20 mm csapadékú napok száma viszont az 1971–2000-es és az 1996–2025-ös ablak között mintegy 20 százalékkal több. Ez ablakösszevetés, emiatt trendnek nem nevezhető, de a kis vízgyűjtőkön mégis a villámárvíz veszélyének növekedése felé mutat.

A fagykockázat nem tűnik el, csak átalakul. A fagyos napok száma az 1971–1990-es és a 2006–2025-ös időszak között évi 96-ról 80-ra csökkent, a csökkenés azonban a késő őszi és a kora tavaszi napokból ered, az április–májusi fagyok száma nem változott, miközben a hőösszegeből számított rügyfakadás tizenkét nappal előbbre került. A rügyfakadás és az utolsó fagy közötti kitett időszak a 2021–2025-ös öt év átlagában hosszabb volt bármelyik korábbi évtizedénél, ez azonban csak jelzés, és nem igazolt tendencia.¹

3. ÁBRA

A telítési hiány már túllépte a hazai modellegyüttes legszélsőségebb tagját. A megfigyelt 2021–2025-ös érték a 28 futás legszélsőségebb tagjának százalékában, négy telítésihiány-mutatón (VPD: telítési hiány; JJA: nyár). Mind a négy mutató a megfigyelés a modelltartományon kívül van.



FORRÁS saját számítás.^{6,8}

MIÉRT SZÁMÍT A HÓ

A téli csapadék mennyisége mellett az is számít, mennyi ideig marad a felszínen hóként, mert a lassan olvadó hótakaró ad időt a víznek a beszivárgásra. A vízügyi hálózat alföldi állomásain a hótakarós napok mediánja 2003–2014 és 2015–2026 között 22-ről 6 napra esett, és mind a tizenhét vizsgált állomáson csökken.¹¹ A homokhátsági kutakon mintegy 185 mm az a téli félévi csapadék, amely alatt a talajvíz a télen nettó értelemben nem emelkedik, az átlagos tél (239 mm) e küszöb fölött van, de a szintet alig emeli. A feltöltéshez szükséges küszöb tájegységenként eltér, és külön mérendő.

07

Kockázat és következmények: a veszélytől a kárig

A kockázat három tényezőből áll össze. A veszély a fizikai esemény: hóhulám, aszály, kisvíz. A kitettség az, hogy ki és mi van ott, ahol a veszély jelentkezik. A sérülékenységi pedig az, hogy mennyire árt, ha bekövetkezik. A hazai kockázatot a veszély és a társadalmi-gazdasági következmény közötti láncok hordozzák, és a láncok egymást erősíthetik. Ahol az alábbi tárgyalás rövidebb, ott hiányzó adatot jelez, nem kisebb kockázatot.

Hőség és egészség	A hőség halálozási hatása azonnali, és nagyobb része nem csupán előrehozott halál. 2011 és 2023 között az éves többlethalálozás átlagosan 814 fő volt, 28 és 1741 közötti szélső értékekkel. ¹³ A hőségnek 2024-ben mintegy 2300 haláleset tulajdonítható, miközben a haláloki statisztika csak 27 esetben nevezte meg a hőséget halálokként. ¹⁴ A terhelés szinte teljesen a 75 év felettieket éri, a sürgősségi ellátásban a hőhullámnapokon 2 százalékkal nő az esetszám, a háziorvoshiányos járásokban ennél harmadával-felével jobban. ¹⁵ Egy 2019-es felmérés szerint a szociális intézmények 88 százalékában nem volt klimatizált helyiség. Egy 2026-os európai vizsgálat szerint a magyar városokban a hőségahalálok több mint fele (56 százalék) az ember okozta melegedés következménye, Budapesten 2025-ben 76 százalék. ³³
Városi hősziget	A hősziget elsősorban éjszaka hat. Szeged belterületén 2016 és 2025 között évente átlagosan 31, a külterületen 9 trópusi éjszaka volt, 2026-ban október elejéig 41, illetve 18. ⁶ A sűrű városrészekben a helyzet rosszabb, mint amit az országos rács mutat.
Mezőgazdaság	A kukorica a legérzékenyebb nagy kultúra. Termésátlaga 1990 óta hat évben maradt több mint 20 százalékkal a hétéves gördülő medián alatt, mindegyik szokatlanul forró nyáron, a termésátlag azonban a tenyészidőszak csapadékával ugyanolyan szorosan függ össze, mint a nyári hőséggel. ¹⁶ Békés megyében a 2010–2019-es 6,7 t/ha 2021–2025-re 4,6 t/ha-ra csökkent, Zalaiban ugyanekkor nőtt. 2026-ban az aszály ezt a képet is meghaladta: Békésben az előzetes megyei átlag 1,4 t/ha volt, országosan a kukorica termésátlaga az előzetes becslés szerint 3 t/ha körül alakult, a 2022-es 3,4 és a 2025-ös 5,3 után. Az őszi búza országos átlaga 4,3 t/ha lett a 2025-ös 5,5 után, a napraforgóé mintegy 1,6 t/ha, az ötéves átlagnál 20 százalékkal kevesebb. ³⁴ A 2022-es aszályban hat fő szántóföldi kultúra terméskiesésének értéke mintegy 2,4 milliárd euró, a 2022-es csúcsárakon számolva, ami nem azonos a jövedelemvesztéssel. ¹⁷ A kárenyhítési kifizetések 2012 és 2024 között 162,8 milliárd forintot tettek ki, 2022-ben a jogos igényeknek csak 80 százalékát sikerült kifizetni. A másodlagos szikesedéssel veszélyeztetett terület nagyságrendje 400 ezer hektár, és a folyamat magától nem fordul vissza; ez másodközlésből ismert érték.
Erdő	A hazai erdészet klímaosztályai már eltolódtak, és a két értékelés 2010-ben zárul, az azóta eltelt másfél évtized melegedése nincs bennük. A telepítést és a fafajválasztást a szárazabb klímaosztályra kell méretezni.
Ivóvíz és öntözés	A vízkészlet fogyása az ivóvízellátást is érinti. Az 1746 üzemelő vízbázisból 208 nagyon érzékeny, további 113 érzékeny, a sekély porózus vízádókon álló bázisok a legérzékenyebbek. ¹ A felszín alatti vízre alapozott öntözésbővítés a vízkivétel mérése előtt nem védhető. Az öntözés drága, nyári, utólagos eszköz, amely a készletet nem pótolja.
Energia	A folyami kisvíz hűtővíz- és hajózási korlátozást egyszerre vált ki, miközben a forró, száraz nyár a villamosenergia-igényt növeli. A hűtővíztől függő kapacitás hányadáról, valamint az importra és az árakra gyakorolt hatásról nincs összesítés.
Települések és infrastruktúra	A heves csapadék a kis vízgyűjtőkön villámárvizet okoz, a kár zöme biztosítatlan. A hivatalos térinformatikai rendszer 2120 hegy- és dombvidéki vízgyűjtőt minősít villámárvíz-veszély szerint, közülük 367 fokozottan veszélyeztetett. ¹ Az épületállomány zöme 2050-ben is állni fog, nyári túlmelegedési követelmény azonban ma nincs.
Gazdaság és közpénzügyek	Hivatalos magyar kárszámla nincs, az egyetlen azonosított hivatalos makroszintű becslés 2010-es. ¹⁸ Egy 2021-es, a Magyar Nemzeti Bank megbízásából készült modellszámítás szerint a fokozatosan erősödő hatások 2050-re a GDP-t 2 °C alatti melegedésnél mintegy 1 százalékkal, 3,5–4 °C-nál 4,25 százalékkal csökkentik, a szélsőséges események kára nélkül. ¹⁹ A kockázat egy része maga az elosztás. A vízgazdálkodási törvény rögzíti a vízigények sorrendjét, a korlátozás ennek fordított sorrendjében, a létfenntartási célú vízhasználat kivételével kártalanítás nélkül történik, a beruházástervezés azonban nem igazodik ehhez a sorrendhez. ²⁰

08

2026 nyara: az összetett esemény üzemzavarrá válik

A kockázatok közös okból, egy időben jelentkeznek. 2026 nyarán a hőség, az aszály, a kisvíz és az erőművi visszaterhelés egyszerre jelentkezett. Az ilyen együttes eseményeket a veszélyeket külön kezelő tervezés rendszeresen alulbecsüli. A kár is néhány rendkívüli évben keletkezik. Az európai kársor szerint 1980 és 2024 között a hazai időjárási és éghajlati kár 2024-es áron 12,8 milliárd euró volt, ennek 78 százaléka öt évre esett, és csak 4,8 százaléka volt biztosított.²¹ Egy átlagos évre méretezett tartalék ezért nem elég.

A romlás kétsebességű. A lassú erózió, például a talajvíz negyedszázados süllyedése, egyik évben sem látványos, különösen ha a jelent mindig a közelmúlthoz mérjük, a hirtelen fordulat pedig a már meggyengült rendszert éri. 2026 előtt a leghosszabb száraz időszak évtizedes átlaga a normál alatt volt, a közelmúlt tapasztalata tehát éppen az ellenkező irányba mutatott.

Vízkészletünk 96 százaléka külföldről érkezik, ezért a felvízi országok aszálya közvetlenül hat ránk. Különösen veszélyes a kisiklási kockázat, amikor a sorozatos károk és a válságkezelés elvonják a pénzt és a figyelmet a megelőzéstől, és ez a kedvezőtlenebb pályák felé tol.

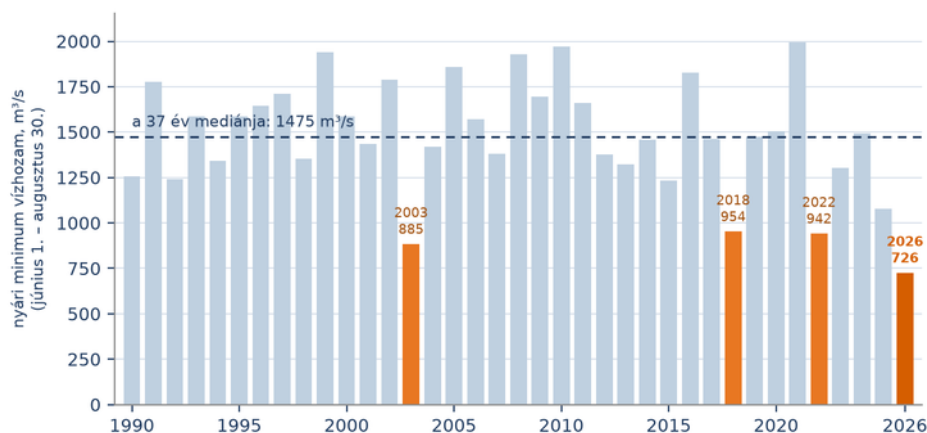
A finanszírozás sincs előre rendezve. Egy európai modell szerint egy évi 1 százalékos valószínűségű (a forrás szóhasználatában százéves) árvíznél a hazai tartalék mintegy 175, az uniós Szolidaritási Alap mintegy 196 millió eurót fedezne, mintegy 936 millió euró pedig fedezetlen maradna.²² A fedezetlen rész ma eseti költségvetési döntésre vár.

ESETTANULMÁNY: KISVÍZ ÉS ATOMERŐMŰ, 2026 NYARA

A Duna rekordalacsony vízhozama és a visszabocsátott hűtővíz hőmérsékleti előírása miatt a Paksi Atomerőmű teljesítményét 2026. július 27-től csökkenteni kellett. Július 29-én a nyilvános közlések szerint az erőmű történetében először állt le teljes blokk kisvíz miatt, augusztus 1-jén az összteljesítmény 476 MW-ra esett.²³ Paksnál a nyári legkisebb vízhozam 726 m³/s volt, a harminchét éves mérési sor legkisebb nyári értéke, október 8-án a napi átlag 613 m³/s-ra csökkent.¹¹ A lánc intézményi oldalán felelősségi hézag áll. A tiszaiújvárosi erőmű környezethasználati engedélyében a vízügyi hatóság rögzíti, hogy a bizonytalan kisvízi viszonyok miatt a teljes megbízhatóságú vízellátásról nem nyilatkozik,²⁴ az energetikai tervezés eközben ugyanezt a kapacitást szilárdként kezeli.

4. ÁBRA

A Duna nyári legkisebb vízhozama Paksnál 2026-ban a harminchét éves sor legalacsonyabb értéke volt. Vízhozam, m³/s; az év legkisebb napi átlaga a június 1. és augusztus 30. közötti időszakban, 1990–2026.



FORRÁS saját számítás az Országos Vízügyi Főigazgatóság paksi vízhozamsorából.¹¹

09

Kitekintés 2050-ig: mire kell méretezni

Az évtizeden túl a hazai mérés már nem ad közvetlen támpontot, ezért a 2050-es képet kockázatkezelési kérdésnek kell kezelni. Vagyis ahhoz nyújt támpontot, hogy mire kell méretezni, és mit kell figyelni. Ha a mért évtizedes ütem folytatódik, a globális melegedés 2050-re eléri a 2,0 °C-ot. A 2013–2014 óta öt mért adatsoron kimutatható gyorsabb ütem fennmaradása 2,2–2,4 °C-ot ad; a gyorsulást statisztikailag egyelőre a 2024-es rekordév hordozza. Mindkettő egyszerű extrapoláció, és nem előrejelzés.^{3,25} Az IPCC a 2041–2060-as évek átlagára a közepes kibocsátási pályán 2,0 °C-ot ad,²⁶ a brit Éghajlatváltozási Bizottság pedig a 2050-re elért 2 °C-ot minimális tervezési feltevésnek tekinti.²⁷

A kedvezőbb megállás nem számolható el megtakarításként. Az egyik legkedvezőbb értékelésbe bevont kibocsátási pályán (ha minden vállalat és nettó zero cél teljesül) a melegedés mintegy 1,8 °C-on tetőzik, míg a legszigorúbb, 2025-ben induló pályák 50 százalékos eséllyel 1,6–1,8 °C-on.²⁸ Az 1,5 °C-hoz tartozó szénköltésgvetés a mai kibocsátás mellett három, az 1,7 °C-hoz tartozó tizenkét év alatt elfogy. A három szint globális érték, szorzóval hazai értéké nem alakítható. A háttéranyag ezért a globális modellek regionális melegedéséből és a mért hazai felerősödésből becsüli: az 1991–2020-as átlaghoz mérve a 2 °C-os szint Magyarországon mintegy 1,9, a 2,5 °C-os 2,5, a 3 °C-os 3,3 °C-kal melegebb évi középhőmérsékletet je-

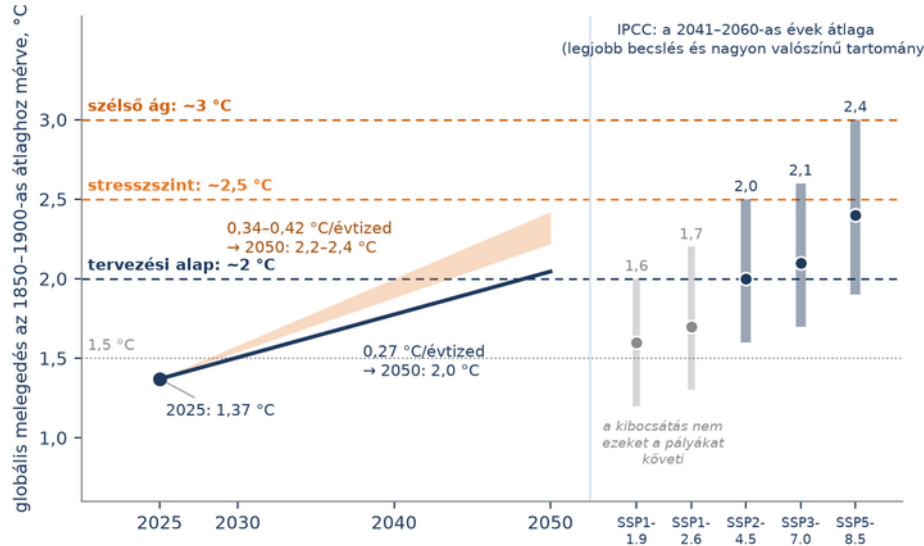
lent. Azonos alapon mérve a térség 1,4–1,5-szer gyorsabban melegszik a globális átlagnál. Ez kisebb a múltbeli felerősödésnél, részben mert a múltbeli európai melegedést gyorsító kényszennyezés-csökkenés nagyrészt lezajlott; mivel azonban ugyanezek a modellek a múltbeli európai melegedést alulbecsülték, az értékek alsó becslésnek tekintendők. A hazai regionális futások a 2 °C-os szintre évi 7,7 forró napot adnak, kevesebbet, mint a 2021–2025-ben már mért 8,5; a 2050-es tervezésben a mért átlag alá menni indokolatlan.¹

A Duna vízjárása 2050-ig átalakul. Az Alpok gleccsereinek térfogata a modellszámítások szerint 2050-ig a 2017-es szinthez képest 47–52 százalékkal csökken, a kibocsátási pályától lényegében függetlenül, ráadásul a 2022 óta mért olvadás ennek az ütemnek nagyjából a kétszerese.²⁹ A téli vízhozam nő, a nyári átlag iránya bizonytalan, a kisvízszintek viszont egyre szélsőségesebbé válhatnak, mert forró, száraz nyarakon a jégolvadék adja a tartalékot. 2050-ig a 2 és a 2,5 °C-os szint között a dunai jégtartalék szempontjából kicsi a különbség, mert a jég nagy része a már bekövetkezett melegedés miatt mindenképpen elolvad; 2050 után viszont a szint dönt, 3 °C-nál az alpesi jég gyakorlatilag eltűnik. A hűtővíz, a hajózás és az ivóvízbázisok tervezésében ezért a 2026-os nyár mérési adatait kell a stresszpróba alapesetének tekinteni.

A billenőpontok Magyarországot a légköri áramlás, a Duna vízjárása és a globális melegedés gyorsulása útján érik el. A Magyarországot érintő hét billenőelem közül öt küszöbének legjobb becslése a 2–2,5 °C-os sávba esik, vagy az alatt van.³⁰ A 2025–2026-os szakirodalom szerint 2050-ig az északi mélykeveredés leállása a reális kockázat, nem a teljes áramlás összeomlása; abban pedig nincs egyetértés, hogy az áramlás már gyengül-e. Az atlanti mélyáramlás gyengülése a hazai melegedést nem oltja ki, egy modellkísérlet szerint viszont a közép-európai téli csapadék csökkenése felé hat, összeomlása esetén pedig a téli hideg szélsőségek élesedhetnek. Ezek a háttéranyag saját következtetései.

5. ÁBRA

2050 körül a mért ütem folytatódása is 2 °C-os globális melegedést ad. Bal oldal: a mért ütem továbbvezetése a 2025-ös értékből. Jobb oldal: a 2041–2060-as évek átlaga öt kibocsátási pályán; a két alacsony pálya azonnali, meredek kibocsátáscsökkentést feltételez, amely nem következett be.



FORRÁS saját számítás. ^{3,25,26}

Tervezési szint	Globális melegedés 2050 körül	Szerepe
tervezési alap	~2 °C	minden 2050 után is működő létesítmény és szabvány viszonyítási alapja
stresszpróba	~2,5 °C	kötelező érzékenységvizsgálat a hosszú élettartamú létesítményeken
szélső ág	~3 °C	forratókönyv, nem méretezési alap

10 Alkalmazott kockázati sávok

Krónikus, rendszerszintű kockázatnál a valószínűségi keret önmagában kevés. Az értékelés ezért a következő évtized három, megfigyeléssel elkülöníthető kockázati sávját írja le, és mindegyikhez figyelendő mutatókat rendel. A mutatók csak akkor használhatók, ha mindegyikhez előre rögzítjük, milyen döntést indít az átlépésük, különben a jelzés megfigyelés marad.

Kockázati sáv	Leírás	Szerepe a tervezésben
kedvező sáv	A bőséges, feltöltő telek a mainál gyakrabban ismétlődnek, a nyári hőségterhelés az előrejelzés alsó felében marad. A készlet fogyása megáll.	Nem tervezési alap.
tervezési alap sávja	Az előrejelzés központi jelzése teljesül: +1,7 °C éves és +1,9 °C nyári eltérés, több forró nap. A bőséges telek nem lesznek a mainál gyakoribbak, ezért a készlet lassan tovább fogy.	A legnagyobb súlyú sáv, a tervezésnek innen kell indulnia.
összetett stressz sávja	Két vagy több egymást követő évben a téli csapadék a feltöltési szint alá esik, és erre nyári hőség, kisvízi erőművi visszatérhelés és tavaszi fagykár rakódik.	Nem a legvalószínűbb, de elfogadhatóan lehetséges: erre kell méretezni a felkészülést.

Mi gyengítené ezt az értékelést

Ha a Dunától keletre fekvő kutakon a talajvízszint a következő öt évben átlagos telek mellett is tartósan emelkedni kezd, a vízrendszerre vonatkozó fő megállapítás gyengül. Ha egy új modellgeneráció visszaadja a megfigyelt párolgási és hőmérsékleti trendeket, a tervezési minimum szabálya gyengül, és a modellsáv közepe visszanyeri tervezési szerepét. Ha a több-lethalalozási adatok több éven át a 2026-os mintát követik erősödő hőségterhelés mellett, az egészségügyi kockázat súlyozása lefelé módosítandó, mert a riasztás és az alkalmazkodás hatása tartósan bizonyul.

FIGYELMEZTETŐ JELEK, 2027–2031

1. a téli félév csapadéka a tájegységenként mért feltöltési szinthez képest, három egymást követő évben, és a bőséges telek gyakorisága – a kedvező sáv és a tervezési alap ezen válik el;
2. az országos törzskúthálózat augusztusi mélypontjai, és az, hogy a bőséges telek visszaemelik-e a szintet a korábbi csúcsokig;
3. a rétegvíz 2019 utáni süllyedésének magyarázata, ha addigra van kitermelési adat;
4. a forró napos hetek halálalozási többlete, vagyis hogy visszaerősödik-e, vagy tartós az alkalmazkodás hatása;
5. a tenyészidőszak leghosszabb száraz időszaka, vagyis hogy a 2026-os rekord kiugrás volt-e, vagy fordulat;
6. az évtizedes előrejelzés beválása, vagyis hogy a 2026–2030-as tényadatok az előrejelzett sávon belül maradnak-e;
7. intézményi jelzőként az, hogy frissülnek-e a sérülékenységi adatrétegek, és épül-e öt-napos felbontású talajnedvesség-sor a gyökérzónára.

11

Szakpolitikai döntések

Az értékelésnek nem célja beruházási döntések meghozatala, és ezekre költségbecslést és ütemezést sem ad. Hanem csupán azt jelzi, hogy hol és milyen bizonyíték alapján kell meghozni a döntéseket. A következő három alapszabály követendő minden szakterületen:

(1) **A négy fő éghajlati paraméternél a mérést kell a méretezés alapjául venni.** A hőmérsékleten, a 30 °C-ot elérő napokon, a tavaszi fagyon és a telítési hiányon a modellsáv alja a legkisebb elképzelhető értéként kezelendő, és nem egy biztonságos tervezési alapnak

(2) **A méretezés a kedvezőtlen, de reális esetre készül,** vagyis két egymást követő aszályos évre hőséggel, kisvízzel és fagykárrel, és nem az éghajlati projekciók középértékére. A 2026-os nyár a száraz időszaki méretezés mértékadó eseményének tekintendő és a hűtővíztől függő kapacitások stresszpróbája is egyben.

(3) **A 2050 után is működő létesítményeket legalább 2 °C-os globális melegedésre kell tervezni, 2,5 °C-os stresszpróbával,** és ezt a szintet jogszabályban érdemes rögzíteni, hogy minden ágazati terv és szabvány ugyanarra hivatkozzon. Franciaország 2026 januárjában rendeletben rögzítette a saját referenciapályáját.³¹

Az alábbi táblázat foglalja össze a legfontosabb szakterületi tennivalókat. A részletes lista a háttéranyagban olvasható, több tennivalóhoz más európai országok működő gyakorlata ad mintát.¹

Szakterület	A legfontosabb tennivaló	Jellege
Vízgazdálkodás	A vízkivétel mérhetővé tétele ott is, ahol ma nincs mérve, mert ez a legolcsóbb lépés és minden további vízügyi döntés előfeltétele. A téli félév vizét a tájban kell tartani, a művelési ágot váltó, szántóként tartósan nem gazdaságos területek ennek elsődleges helyszínei.	adat; szabály
Mezőgazdaság és erdő	A telítési hiány, a párolgásigény hajtóereje kerüljön az agrártervezés és a támogatási feltételek mutatói közé. A kárenyhítést a termőhelyi alkalmassághoz kell kötni, és ahol a szántóföldi termesztés tartósan nem indokolt, ott a művelési ág váltását kell támogatni. Az erdőtelepítés a szárazabb klímaosztályra készüljön.	szabály
Energia	A kisvíz miatti teljesítménycsökkenést a mért vízhozamsor gyakoriságával be kell építeni a rendszertervezésbe, a vízügyi engedélyezés feltevéseit össze kell hangolni az energetikai tervezéssel.	működtetés

Szakterület	A legfontosabb tennivaló	Jellege
Egészségügy és szociális ellátás	A hőségre való felkészülés négy célcsoportra épüljön, az idősekre, a krónikus és fekvőbetegekre, a várandósokra és kisgyermekekre, valamint a szabadtéri dolgozókra. A riasztás elsődleges mérőszáma a 75 év felettiek hőségterhelése legyen, a riasztási rendszer nem építhető le.	működtetés
Épületek és települések	Kötelező nyári túlmelegedési követelmény az új és a jelentősen felújított épületekre, elsőként az időseket ellátó épületeken. A villámárvíz-veszélyes településeken a csapadékvíz-elvezetés megerősítése, a belső városrészekben kevesebb burkolt és több zöld- és vízfelület.	szabály; beruházás előkészítése
Pénzügy	Hivatalos nemzetgazdasági kárszámla, költségvetési tartalék a ritka, nagy kárerekre, valamint előre eldöntött kárfinanszírozás arról, ki és miből fizeti a nagy kárt. Vizsgálandó a kötelező katasztrófakár-biztosítás állami viszontbiztosítással.	adat; szabály
Adat és mérés	A sérülékenységi adatrétegek frissítése gyors és olcsó adatmunka. A légnedvesség mérésének bővítése, országos gyökérszónás talajnedvesség-mérőhálózat kijelölt adatgazdával, a meglévő ágazati hálózatok sorainak minősítése, a tényleges párolgást mérő állomások hosszú távú fenntartása.	adat
Kormányzás	Az alkalmazkodási stratégia mellé ötéves végrehajtási program költségvetéssel és felelősökkel, ötévente nemzeti éghajlati kockázatjelentés, és a figyelmeztető jelek évenkénti értékelése kijelölt felelőssel.	szabály

A melléklet – Fogalomtár

Évtizedes előrejelzés: a mért óceáni és légköri kiindulóállapotból indított modellfuttatás a következő tíz évre. Nem azonos a századvégi projekcióval, amely kibocsátási pályából indul.

Téli és nyári félév: október–március, illetve április–szeptember. A talajvíz feltöltődése a téli félévben történik.

Hőségnap és forró nap: a hőségnap az a nap, amelyen a napi legmagasabb hőmérséklet eléri a 30 °C-ot, forró nap az, amelyen a 35 °C-ot.

Trópusi éjszaka: az az éjszaka, amelyen a hőmérséklet nem süllyed 20 °C alá.

Telítési hiány (VPD): az a különbség, amennyivel a levegő több vízgőzt tudna felvenni, mint amennyit tartalmaz, azaz a levegő párabefogadó képessége. A párolgásigény fő hajtóereje, mérésekből számított mennyiség, nem az elpárolgott víz.

Párolgásigény: a légkör nedvességelvonó képessége, egy szabványos, jól ellátott gyepfelületre számított mutató. Kiszáradt talajon a tényleges párolgás már nem követi.

Tényleges párolgás: a talajból és a növényzetből ténylegesen elpárolgó víz, örvénykovariancia-módszerrel mérhető. Víz korlátozta helyzetben a párolgásigénynél lassabban nő, vagy nem nő.

Rétegvíz: a mélyebb, jellemzően zárt víztartókban tárolt felszín alatti víz, az ivóvízellátás egyik fő bázisa. A talajvíz ennél sekélyebb, és a csapadékkal közvetlen kapcsolatban áll.

Modellsáv: a modellfuttatások által adott értékek tartománya egy mutatóra.

Kockázat: a veszély, a kitettség és a sérülékenység együttese. A kitettség a veszélynek kitett népesség, termőterület, épületállomány és infrastruktúra, a sérülékenység pedig az, hogy a veszély mennyire árt, ha bekövetkezik.

Kisiklási kockázat: annak a veszélye, hogy a sorozatos károk és a válságkezelés elvonják a pénzt és a figyelmet a megelőzéstől, és ez a kedvezőtlenebb pályák felé tol.

Billenőpont: az éghajlati rendszer olyan eleme, amely egy küszöb átlépése után önfenntartó módon vált állapotot, és emberi időléptékben akkor sem tér vissza, ha a melegedés megáll.

B melléklet – Módszertan

Az értékelés a részletes háttéranyag megállapításait sűríti, új számítást nem végez.¹ A háttéranyag négy fő adathalmazra épül, a HungaroMet homogenizált napi rácsára 1971-től 2025-ig, a nemzetközi évtizedes előrejelző rendszerek 2024 végén indított futásaira, a vízügyi szolgálat országos talajvíz-észlelőhálózatának 2001–2026-os, a ciklikusság vizsgálatához 1975-ig visszanyúló soraira, valamint a vízmércék napi adataira. A számítások a forrásadatokból készültek, mesterségesintelligencia-támogatással, és független újraszámításon estek át, amely a közös módszertani szemléletből eredő vakfoltokat nem feltétlenül mutatja ki. Ahol egy szám más szerzőé, azt a forrásjegyzék megnevezi.

A megbízhatósági fokozatokat a szerzők rendelték a megállapításokhoz a bizonyítékbázis jellege alapján, vagyis aszerint, hány független mérési vonal támasztja alá, milyen hosszú a sor, és előzetes-e az adat. A 2050-es megállapítás modellen és szakértői értékelésen áll, ezért legfeljebb közepes. Minden szám mellett szerepel a bázis és az időszak, mert e kettő nélkül egy éghajlati szám nem értelmezhető. A 2025-ös és a 2026-os halálozási, csapadék- és vízhozam adatok előzetesek, és módosulhatnak.

Az értékelés nem közöl nemzetgazdasági aszálykár-bebecslést, visszatérési időket, teljes vízmérleget, egyes események éghajlati attribúcióját és összesített „tétlenségi költséget”. Ezeket a háttéranyag sem tartalmazza, határait külön melléklet sorolja fel.

C melléklet – Források

1. Feiler J., Nemes Cs., Kardos P., Szabó P. (2026): Az elkövetkező évtized éghajlati kockázatai Magyarországon. Kockázati helyzetkép a 2026–2035 közötti időszakról, 2050-ig szóló kitekintéssel. Kiadó: a szerzők, Budapest, 2026. október 20. DOI [10.5281/zenodo.23430763](https://doi.org/10.5281/zenodo.23430763). ↵
2. HM Government / Cabinet Office (2025): National Risk Register 2025. London. ↵
3. Forster, P. M. és mtsai (2026): Indicators of Global Climate Change 2025. Earth System Science Data 18, 3889–3933. ↵
4. Mauritsen, T. és mtsai (2025): Earth's Energy Imbalance More Than Doubled in Recent Decades. AGU Advances 6, e2024AV001636. ↵
5. Bimpiri, K., Hocking, T., Mauritsen, T. (2026): Climate models with moderate climate sensitivity best simulate the magnitude of Earth's energy imbalance. Earth System Dynamics 17, 877–892. ↵
6. HungaroMet Nyílt Adatpolitika portál (odp.met.hu): homogenizált napi rácsos adatbázis 1971–2025, a tíz, 1901 óta mérő állomás napi sora, a szegedi belterületi és külterületi állomás megfigyelései; saját számítás. ↵
7. Athéni Nemzeti Obszervatórium: Magyarországra leskálázott évtizedes előrejelzés (CMIP6 DCP, HadGEM3-GC31-MM, 2024. novemberi indítás); saját számítás. ↵
8. Kern, A. és mtsai (2024): Seamlessly combined historical and projected daily meteorological datasets for impact studies in Central Europe: The FORESEE v4.0 and the FORESEE-HUN v1.0. Climate Services 33, 100443. ↵
9. HungaroMet: KLIMADAT térinformatikai rendszer, 2.0 változat (2026. július 14.), gis01.met.hu/klimadat; a megyei és járási adattábla, letöltve 2026. október 10-én; saját számítás. ↵
10. HungaroMet (2026): a 2026-os nyár hőmérsékleti és csapadékviszonyainak értékelése, 2026. szeptember 7., előzetes adatok. ↵
11. Országos Vízügyi Főigazgatóság: vízügyi adatszolgáltatás (data.vizugy.hu), talajvízkutak 1960–2026, hóvastagság, vízmércék vízállás- és vízhozamadatai; saját számítás. ↵
12. Save, H., Bettadpur, S., Tapley, B. D. (2016): High-resolution CSR GRACE RL05 mascons. Journal of Geophysical Research: Solid Earth 121, 7547–7569; Copernicus Climate Change Service: szárazföldi víztárolás-anomália műholdas gravimetriából. ↵
13. Páldy A., Bobvos J., Rudnai T. (2024): A hőségriasztási rendszer felülvizsgálata és fejlesztése. Egészségtudomány 67(1): 36–52. ↵
14. KSH: Demográfiai évkönyv 2011–2024, napi halálozás és halálok; HungaroMet napi rács; saját számítás elosztott késleltetésű modellel (Gasparrini és mtsai 2010, Statistics in Medicine 29: 2224–2234). Korcsoportos európai becslés: Janoš, T. és mtsai (2025): Heat-related mortality in Europe during 2024. Nature Medicine 31: 4065–4074. ↵
15. Hajdu, T. (2025): Heterogeneous impacts of climate change on morbidity. Economics & Human Biology 58: 101517. ↵
16. KSH STADAT 19.1.1.18. és 19.1.1.12.: a fontosabb szántóföldi növények termésátlaga és betakarított területe; megyei termésátlag; saját számítás. ↵
17. Pinke, Zs. és mtsai (2024): Hotspots in the EU-27 and Economic Consequences of the 2022 Spring–Summer Drought. EuroChoices 23(1): 28–33. ↵
18. VAHAVA-jelentés (2010): Klímaváltozás és Magyarország: a veszély mérséklése és a hatásokra való felkészülés. MTA – Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium. ↵

19. Fazekas, D., Goldman, M., Kőműves, Zs., Pavelka, A. (2021): Climate impact assessment: Impacts of climate change scenarios on the Hungarian economy. Cambridge Econometrics a Magyar Nemzeti Bank részére, Budapest. ↩
20. 1995. évi LVII. törvény a vízgazdálkodásról, 15. §. ↩
21. European Environment Agency (2025): Economic losses from climate-related extremes in Europe, 1980–2024. ↩
22. World Bank, European Commission (2021): Economics for Disaster Prevention and Preparedness: Financial Risk and Opportunities to Build Resilience in Europe. Washington DC – Brüsszel. ↩
23. MVM Paksi Atomerőmű Zrt. közleményei, 2026. július–augusztus; Országos Atomenergia Hivatal adatai sajtóközlésben. ↩
24. Borsod-Abaúj-Zemplén megyei kormányhivatal: BO/32/02197-47/2025. számú határozat (egységes környezethasználati engedély, Tiszaújváros), 2025. április. ↩
25. Foster, G., Rahmstorf, S. (2026): Global warming has accelerated significantly. Geophysical Research Letters 53, e2025GL118804. ↩
26. IPCC (2021): Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Cambridge University Press. ↩
27. Climate Change Committee (2026): A Well-Adapted UK: The Fourth Independent Assessment of UK Climate Risk. London. ↩
28. UNEP (2026): Limiting Overshoot: Navigating exceedance of 1.5°C and pathways towards return. Nairobi. ↩
29. Zekollari, H., Huss, M., Farinotti, D. (2019): Modelling the future evolution of glaciers in the European Alps under the EURO-CORDEX RCM ensemble. The Cryosphere 13: 1125–1146; Cook, S. J. és mtsai (2023): Committed Ice Loss in the European Alps Until 2050. Geophysical Research Letters 50(23), e2023GL105029; GLAMOS (2026): a svájci gleccserek 2025/26-os mérlege, 2026. október 1. ↩
30. Armstrong McKay, D. I. és mtsai (2022): Exceeding 1.5°C global warming could trigger multiple climate tipping points. Science 377(6611), eabn7950; Lenton, T. M. és mtsai (szerk.) (2025): Global Tipping Points Report 2025. University of Exeter. ↩
31. Décret n° 2026-23 du 23 janvier 2026 relatif à la trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique. JORF, 2026. január 25. ↩
32. Ivóvízminőség 2011. Népegészségügyi jelentés, a Nemzeti Népegészségügyi Központ honlapján ([nk.gov.hu/attachments/article/726/Ivóvízminőség_2011.pdf](http://nk.gov.hu/attachments/article/726/Ivovizminoseg_2011.pdf)): a hazai ivóvíz 46 százaléka parti szűrésű, 35 százaléka rétegvíz, 11 százaléka védett karsztvíz, 8 százaléka felszíni víz. ↩
33. Barnes, C., Masselot, P., Xi, D. és mtsai (2026): Heat-related urban mortality attributable to human-induced climate change in Europe from 2000 to 2025. Nature Health, megjelent 2026. október 14. DOI [10.1038/s44360-026-00209-8](https://doi.org/10.1038/s44360-026-00209-8). A magyar városi értékek a közlemény 2. táblázatából (a mintában szereplő magyar városok, 2,8 millió lakos; évi átlag 393 haláleset, ebből 217 tulajdonítható a melegedésnek), a budapesti 2025-ös érték a 4. kiegészítő táblázatból (210, hányad 0,76). A modell az alkalmazkodással nem számol. ↩
34. 2026-os előzetes terméseredmények: AKI: Tájékoztató jelentés a nyári mezőgazdasági munkákról, 2026. augusztus 13-i állapot (őszi búza 4,235 millió tonna, 4,3 t/ha); az Agrár- és Élelmiszergazdasáért Felelős Minisztérium és a Gabonatermesztők Országos Szövetsége tájékoztatója, 2026. szeptember 23. (kukorica, napraforgó); a Békés megyei aratási bizottság 2026. szeptember 29-i adata (BEOL, 2026. szeptember 30.). Korábbi évek: KSH STADAT 19.1.2.5. Minden 2026-os adat előzetes. ↩