

Szélsőséges nyarak, új kihívások: felkészülés a hőhullámokra, avagy azok társadalomra és az energiagazdaságra gyakorolt hatása

Extreme summers, new challenges: preparing for heatwaves and their impact on society and the energy sector

NAGY T. Dávid¹, DR. HERCZEG András²

^{1,2} MVM Zrt., 1031 Budapest, Szentendrei út 207-209.

e-mail: ¹nagy.tibor.david@mvm.hu, ²herczeg.andras@mvm.hu

Abstract

Heatwaves pose increasingly significant global challenges to economies worldwide year after year. Extreme weather carries not only social but also severe economic consequences, with impacts that are felt at the national-economic level: declining labour productivity, the vulnerability of critical infrastructure—including railways, electricity-generating facilities and electricity distribution systems—and rising heat-related mortality. Europe is particularly affected by heat-stress events, during which the stability of electricity systems may also be at risk: the efficiency of RES and conventional power plants are decreasing, while several nuclear power plants have had to reduce their output or, in some cases, shut down completely because of cooling-water shortages and high-water temperatures. Increasingly warmer and more extreme weather is also showing an upward trend, further intensifying pressure on energy systems.

Keywords: Heatwave, Energy system, Energy sector, Extreme weather, Electricity generation, Power system reliability

Kivonat

A hőhullámok évről évre egyre nagyobb globális kihívások elé állítják a világ gazdaságait. A szélsőséges időjárás nem csupán társadalmi, de súlyos gazdasági hatásokat is magában hordoz, ami nemzetgazdasági szinten is érezhető következményekkel jár: csökkenő munkaerő-termelékenység, kritikus infrastruktúra – vasút, villamosenergia-termelőegységek vagy villamosenergia-elosztó rendszerek – sérülékenysége, valamint a hőség következtében növekvő halálozás. Európa kiváltképp érintett a hőstresszes eseményekben, ahol a villamosenergia-rendszer stabilitása is veszélybe kerül: a megújuló és hagyományos erőművek teljesítménye romlik, illetve több atomerőművet is le kellett terhelni, vagy esetekben teljesen le kellett állítani a hűtővízhiány és a magas vízhőmérséklet miatt. Az egyre melegebb és szélsőségebb időjárás pedig növekvő tendenciát mutat, ami tovább fokozza az energiarendszerre nehezedő nyomást.

Kulcsszavak: Hőhullám, Energiarendszer, Energetikai szektor, Szélsőséges időjárás, Villamosenergia-termelés, Villamosenergia-rendszer megbízhatósága

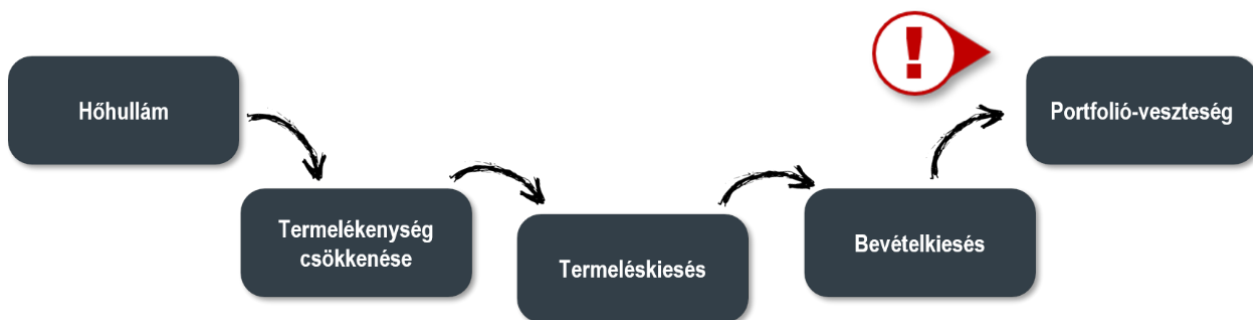
1. BEVEZETÉS

Szokatlanul korai és intenzív nyugat-európai hőhullám érte Európát 2026 májusában, ami rekordközeleli hőterheléssel járt több országban is. A gyors felmelegedés minimális alkalmazkodási időt hagyott a lakosság és az infrastruktúra számára. Ez a tendencia folytatódott júliusban is, amit a kutatók a valaha mért egyik leg-súlyosabb európai eseményként értékelték, egy olyan történelmi léptékű hőhullámként, ahol a vizsgált európai országok 45%-ban rekord, vagy rekordközeleli hőmérséklet alakult ki. [1] Augusztusban a hőség nem egyszeri eseményként jelent meg, hanem tartósan fennmaradó európai jelenséggé vált: a magas nappali és éjszakai hőmérsékletek tovább növelték a hűtési igényt, az infrastruktúra-terhelést és az ellátásbiztonsági kockázatokat. Magyarország különösen érzékeny a hőhullámokkal szemben természeti és területi adottságai miatt. A felmelegedés az átlagnál gyorsabb ütemű, ami egyszerre okoz egészségügyi, mezőgazdasági és energetikai kihívásokat. Ennek egyik példája, hogy 2026 júniusában az országos középhőmérséklet 22,5 °C volt, így 1901 óta a második legmelegebb júniust regisztrálták [3], ami már az egészséges szervezet számára is jelentős megterhe-

lést jelent. A mezőgazdaságot súlyosan érintette a tartós csapadékhiány: az elmúlt 90 napban a sokéves átlaghoz képest 80–160 mm csapadékhiány alakult ki, a növények számára hasznosítható talajnedvesség-tartalom országosan 10–20% közé süllyedt, a telítettséghez képesti vízhiány pedig 140–190 mm-es volt, miközben a száraz talaj és a hőstressz jelentősen terhelte a növényállományt. [4] A szélsőséges időjárás energetikai hatásai is jól láthatók voltak: az alacsony vízállás következtében [5] a Paksi Atomerőmű teljesítményét előbb egy blokkra kellett korlátozni, majd a termelés csaknem teljes leállítására is sor került. A 2026-os nyári események sorozata rávilágított arra, hogy a szélsőséges időjárás hatásai már nem rendkívüli eseményként, hanem tartós, rendszerszintű kihívásként jelentkeznek, ami országos és összeurópai szinten egyaránt tudatosan megtervezett, részletes felkészülést tesz szükségessé.

2. TRENDEK ÉS HATÁSOK

Az éghajlati rendszerek több szempontból is szorosan kapcsolódnak a hőhullámok kialakulásához ugyanis a bennük keletkező szélsőséges jelenségek gyakorisága és intenzitása növekszik, ami a klímarendszer sebezhetőségét fokozza és közelíti a billenési ponthoz. Szemléltetésként érdemes áttekinteni a jégolvadás időjárásra gyakorolt hatásának láncolatát. Az Észak-Atlanti-óceánon a grönlandi jégtakaró olvadása nagy mennyiségű édesvizet juttat a felszínre, ami csökkenti a víz sűrűségét és sótartalmát. A hígabb víz ennek következtében nem süllyed le, ami gyengíti a mélyvízképződést - ez az Atlanti-óceáni Áramlási Rendszer (AMOC) alapfolyamata. Az AMOC így lassabban szállítja a meleg, sós vizet észak felé, ami az Észak-Atlanti térségben egy tartósan hűvösebb terület, az úgynevezett „cold blob” kialakulásához vezet. Bár Európa összességében tovább melegszik, a megváltozó légköri cirkuláció miatt nő az időjárási szélsőségek, köztük a hőhullámok és az aszályok kialakulásának kockázata. Ez a hidegfolt megváltoztatja a hőmérsékleti gradienseket, ami módosítja a ciklonképződés folyamatait, és ezzel átalakulnak a nyugat-európai időjárási mintázatok is - bár a pontos regionális hatások (például a csapadékmennyiség vagy a viharok útvonala) részletei még aktív kutatás tárgyát képezik. [6]

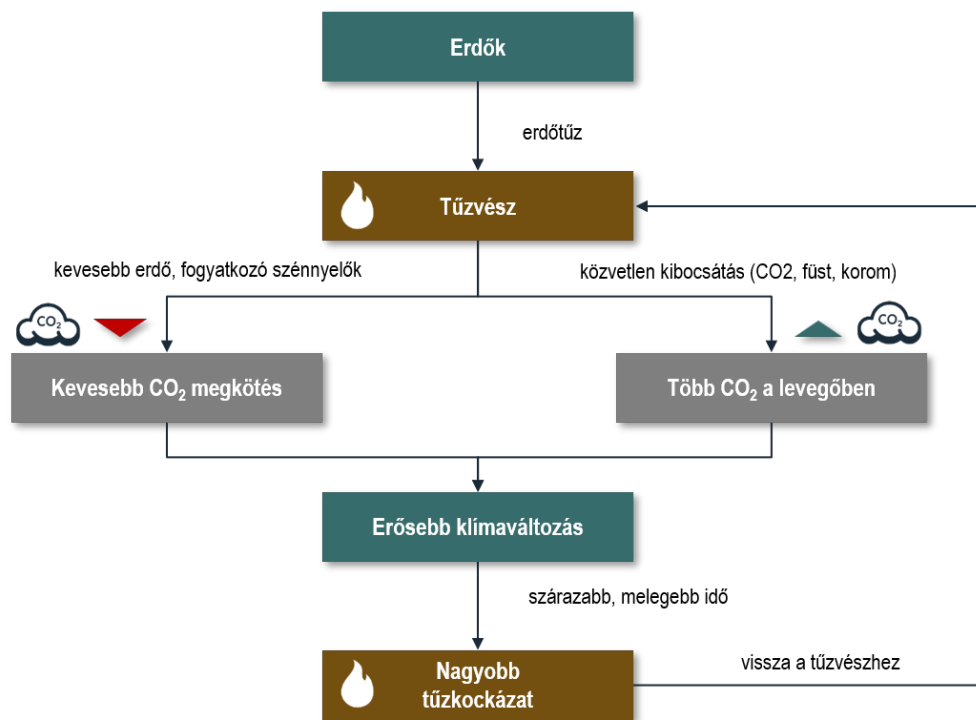


1. ábra: A hőhullámoktól a portfólió-vesztésig (saját szerkesztés)

A fizikai klímakockázatok a vállalati működést és a pénzügyi teljesítményt egyaránt egyre jelentősebben befolyásolják. Hatásuk nem korlátozódik az ingatlanokban, infrastruktúrában vagy termelőeszközökben keletkező közvetlen károokra, hanem termelés kiesést, ellátási láncbeli zavarokat, szállítási fennakadásokat és bevételcsökkenést is előidézhetnek.

A kitettség értékelését nehezíti, hogy a vállalatok tevékenysége gyakran több országra és földrajzi térségre terjed ki, így a kockázatok nem vezethetők le kizárólag az ágazati besorolásból vagy a vállalati székhelyből. A különböző fizikai veszélyek ráadásul sok esetben egyidejűleg jelentkeznek, ami felerősíti a működési zavarok és a pénzügyi veszteségek valószínűségét. Egy 11 000 vállalatot és 500 000 fizikai eszközt vizsgáló tanulmány szerint a vállalatok 55%-a legalább egy súlyos fizikai klímakockázatnak van kitéve, míg az eszközök 89%-át legalább két jelentős veszély érinti. A kutatás arra is rámutatott, hogy a halmozódó kockázatok következtében az üzletmenet megszakadásából származó potenciális veszteség a vizsgált portfóliókban meghaladhatja az 1 billió amerikai dollárt. [7]

Napjaink egyik legjelentősebb fizikai kockázata között tartják számon a tűzvészeket, ahol a klímaváltozás következtében 2003 és 2019 között globálisan 15,8%-kal nőtt a leégett területek nagysága. [8] A hőmérséklet emelkedése és a csapadék csökkenése egyaránt fokozza az erdőtüzek kialakulásának kockázatát, miközben a tüzek túlnyomó többsége közvetlenül vagy közvetve emberi tevékenységre vezethető vissza. Magyarország eddig elkerülte a dél-európai országokban tapasztalt katasztrofális léptékű erdőtüzeket, a változás iránya azonban hazánkban is hasonló, azonban jelenleg kisebb mértékben jelentkezik.



2. ábra: Az erdőtüzek kettős hatása (saját szerkesztés)

A tűzvészek dupla csapást jelentenek a környezetnek, ugyanis egyrészt csökken az erdőterületek nagysága, amelyek megkötik a szén-dioxidot, másrészt az erdőtüzek tovább növelik a károsanyag-kibocsátást.

A hőhullámok egyaránt jelentős hatást gyakorolnak az egyének egészségére és a gazdaság teljesítményére. A hőkomfort-tartományt tartósan meghaladó hőterhelés fokozott szív- és érrendszeri megterhelést, kiszáradást, alvásminőség-romlást és kognitív teljesítménycsökkenést okozhat. A melegebb éjszakák miatt 2024-re a bázisidőszakhoz viszonyított alvásidő-vesztesség 8,7%-ra emelkedett. A hőstressz közvetlenül rontja a munkatermelékenységet, különösen a szabadtéri és fizikailag megterhelő munkakörökben, mivel a munkavállalók rövidebb ideig és alacsonyabb intenzitással képesek dolgozni. A termelékenység visszaesése rendszerint gyorsabban jelenik meg, mint ahogyan a bérek alkalmazkodni tudnak a megváltozott körülményekhez, ami egyes országokban az órabérek mérséklődésével járhat. Más országokban a munkaerőpiaci feszesség, a kollektív béralku vagy a kompenzációs mechanizmusok miatt ezzel ellentétes, mérsékelt béremelkedés is megfigyelhető. A magas hőmérséklet így nemcsak a munkavégzés hatékonyságát csökkenti, hanem növeli a munkaidő-kiesést is. Ennek következtében a globális munkaidő-vesztesség az 1995-ös 1,4%-ról 2030-ra várhatóan 2,2%-ra emelkedhet. Ezzel megállapítható, hogy a hőhullámok nemcsak közvetlen egészségügyi kockázatot jelentenek, hanem olyan növekvő gazdasági és társadalmi költségeket is okoznak, amelyek jelentős részét nem közvetlenül a kibocsátók, hanem a munkavállalók, a vállalatok, az egészségügyi rendszer és a társadalom egésze viseli. [9]

3. ENERGIARENDSZERRE GYAKOROLT HATÁSOK

A magas hőmérséklet miatt természetes folyamat, hogy ugrásszerűen nő a klímaberendezések, a hűtőrendszerek és az ipari hűtési folyamatok energiaigénye, ezért a terhelési csúcsok egyre inkább a nappali időszakra koncentrálnak. A legmelegebb országokban a hőhullámok hatására jelentős különbségek figyelhetők meg az energiafogyasztásban. Magyarországon szélsőséges hőhullámok idején az egy főre jutó energiafogyasztás mintegy 2–3%-kal is meghaladhatja a bázisidőszaki szintet.

A hőhullámok nemcsak a villamosenergia-fogyasztást, hanem a hálózat üzembiztonságát és a termelési oldalt is jelentősen befolyásolják. A magasabb hőmérsékletek mellett a fogyasztás emelkedése egyre erőteljesebbé válik, amit elsősorban a hűtési igény növekedése, valamint a légkondicionáló berendezések és egyéb hűtőrendszerek intenzívebb használata hajt. A vizsgálatok alapján 30 °C körüli hőmérsékleti küszöbérték határozható meg: az ezt meghaladó átlagos TX5d¹-érték felett a hőstressz hatása egyre jelentősebbé válik. [9]

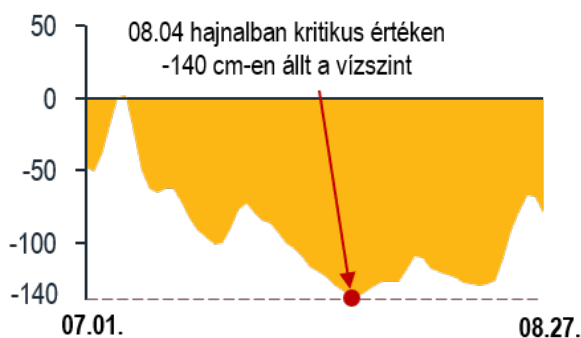
¹ 5 napos időszakhoz kapcsolt napi maximumhőmérsékletek átlaga

Mindez a rendszerirányítótól nagyobb teljesítménytartalék biztosítását, a fogyasztás átütemezésére való felhívást, valamint a hálózati terhelés fokozott figyelemmel kísérését teszi szükségessé.

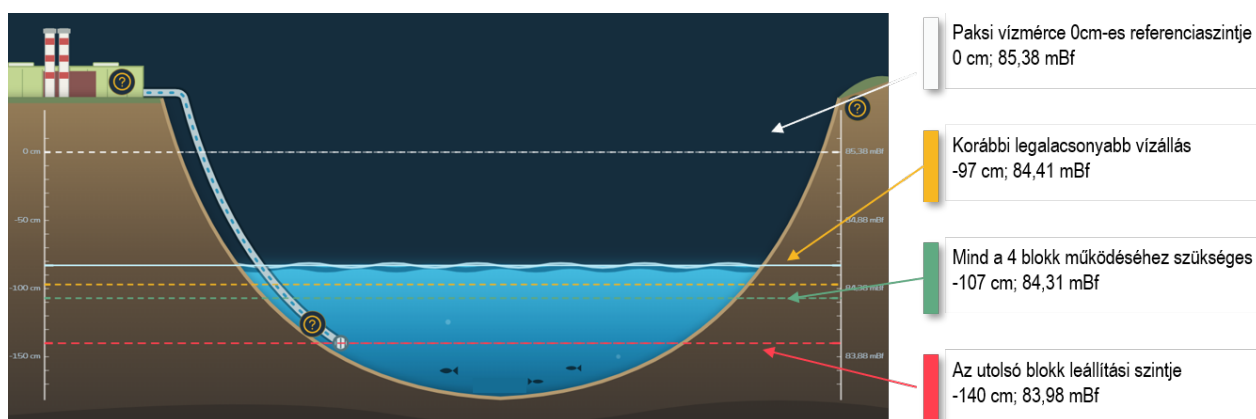
Nem könnyíti meg a helyzetet, hogy a hagyományos termikus erőművek teljesítménye és határfoka magas környezeti hőmérsékleten romolhat. A melegebb levegő, illetve a hűtővíz hőmérsékletének emelkedése csökkenti a kondenzáció és a hulladékhő-elvezetés hatékonyságát, ezért a blokkok rendelkezésre álló teljesítménye korlátozottá válhat. Szélsőséges hőmérsékletek mellett a hűtési teljesítmény fenntartásához kiegészítő műszaki megoldások is szükségessé válhatnak. Erre példa a Heller–Forgó rendszerű száraz hűtők kiegészítő permetezései hűtése vagy addicionális csúcshűtése, amelyet a legforróbb nyári napokon a hűtőteljesítmény növelésére alkalmaznak. [10] A gázturbinák esetében a magas külső hőmérséklet miatt csökken a beszívott levegő sűrűsége. Emiatt azonos térfogatáram mellett kisebb légtömeg áramlik a kompresszorba, ami mérsékli a gázturбина leadható teljesítményét. A melegebb levegő sűrítése nagyobb kompresszormunkát igényel, ami az üzemi hatásfokot is ronthatja. [11] Következésképpen csökkenhet az elérhető erőművi kapacitás, miközben éppen a hőhullámok idején emelkedik meg a villamosenergia-igény.

A 2026-os európai hőhullámok és aszályos időszakok több atomerőmű működésére is közvetlen hatással voltak. Svájcban a Beznau Atomerőműben az Aare folyó felmelegedése miatt először csökkentették a két blokk teljesítményét, majd a hűtési feltételek romlása következtében mindkét reaktort ideiglenesen le kellett állítani. Franciaországban a Bugey 3., a Chooz 2. és a Golfech 2. blokkok üzemét a magas folyóvíz-hőmérséklet, valamint a felmelegedett hűtővíz folyókba történő visszavezetésére vonatkozó előírások korlátozták.

Magyarországot is érintette ez a trend, ugyanis a Duna vízjárásának változása közvetlen ellátásbiztonsági és üzemeltetési kockázatot jelent a folyó vizét hűtési célra használó atomerőművek számára. A Paksi Atomerőmű esetében a hűtés alapvető feltétele, hogy a Dunában megfelelő vízszint és vízhozam álljon rendelkezésre a vízkivételhez valamint ahhoz, hogy a felmelegített hűtővíz visszavezetése ne emelje a folyó hőmérsékletét az engedélyezett határérték fölé. Augusztus 4-én hajnalban a Duna vízszintje kritikus értékre süllyedt, ugyanis mindössze néhány milliméteren múlt, hogy a Paksi Atomerőmű utolsó működő blokkját is teljesen le kelljen állítani. Rendkívül alacsony vízállás és tartós hőség együttes előfordulása ezért akár a termelés jelentős korlátozásához, szélsőséges esetben pedig az erőmű ideiglenes teljes leállításához is vezethet.



3. ábra: Duna vízállás – Paksnál (07.01. – 08. 27. között) (Saját szerkesztés OVF adatai alapján)



4. ábra: Paksi vízállás alakulása és információs tábla (saját szerkesztés, az MVM Áramforrás infografikája alapján)

A kockázatot fokozza, hogy a Duna vízhozamának jelentős részét hagyományosan az Alpokban a téli időszakban felhalmozódó hótakaró tavaszi és kora nyári olvadákvize adja. A felmelegedés hatására azonban a téli csapadék egyre nagyobb hányada esőként érkezik, a hóréteg mennyisége csökken, és az olvadás korábbra

tolódik. Emiatt a késő tavaszi és nyári időszakban kevesebb olvadákvíz táplálhatja a Dunát, miközben a csapadéhiány és a magas hőmérséklet tovább mérsékli a vízhozamot és fokozza a párolgást. Ez éppen abban az időszakban nehezítheti a paksi hűtés feltételeinek fenntartását, amikor a hőhullámok miatt a villamosenergia-rendszer terhelése is magasabb. [12]

Az eset nem kizárólag magyar sajátosság. Romániában a Cernavodă Atomerőmű 1. és 2. blokkjának üzemét is veszélyeztette a Duna rendkívül alacsony vízállása. A hűtéshez szükséges vízmennyiség és az üzem-biztonsági követelmények fenntartása érdekében mindkét blokk kontrollált, ideiglenes leállítására került sor. Ez jól mutatja, hogy a Duna vízhozamának tartós visszaesése nem csupán hidrológiai vagy környezeti kérdés, hanem a folyó mentén működő nukleáris létesítmények termelésbiztonságát is közvetlenül befolyásoló tényező.

A magas hőmérséklet ugyanakkor korlátozza egyes megújuló termelőeszközök működését is. A napelemek villamosenergia-termelése nem kizárólag a napsugárzás erősségétől, hanem a napelemcellák üzemi hőmérsékletétől is függ. Erős besugárzás és magas külső hőmérséklet esetén a panelek felülete, illetve a cellák hőmérséklete jelentősen megemelkedhet. A cellahőmérséklet növekedése csökkenti a napelemek feszültségét és energiaátalakítási határfokát, ezért a termelés a nagyobb napsütés ellenére is elmaradhat a hűvösebb körülmények között elérhető értéktől. A napelemes rendszerek teljesítménye általában a 25 °C-os referenciaérték fölött minden további 1 °C cellahőmérséklet-emelkedés hatására hozzávetőleg 0,3–0,5%-kal mérséklődhet, bár a tényleges érték függ a panel típusától és hőmérsékleti együtthatójától. [13]

		HATÁS	KÖVETKEZMÉNY
Szélsőséges hőség	Termelő eszközök	Megnő a lakossági és ipari hűtési igény	Villamosenergia-csúcsok emelkednek
		A napelemek cellahőmérséklete a magas léghőmérséklet miatt megemelkedik	A termelés nő, de a fajlagos hatások extrém hőségben romlik
		A szél-turbinák és napelemek működését a hőség korlátozza	Csökkenő elérhető kapacitás
		A gázturbinák beszívott levegője felmelegszik, sűrűsége csökken	A turbinák hatásfoka és teljesítménye romlik
		A hűtőtornyok hőleadó képessége a környezeti hőmérséklet miatt csökken	Romló hűtési, ezáltal termelési hatékonyság
	Átvitel és elosztás	A megnövekedett léghőmérséklet igénybe veszi a berendezéseket	Lassuló, akadózó termelési folyamatok
		A magas hőmérséklet miatt a vezetők ellenállása nő, a szigetelés terhelése fokozódik	Az átviteli hálózat vezetékeinek kapacitása csökken
		A transzformátorok hűtése a magas környezeti hőmérséklet mellett kevésbé hatékony	Túlmelegedés, meghibásodási kockázat nő
		A kábelszigetelések hőterhelése tartósan magas marad	Szigetelési meghibásodások
		Az ingadozó megújuló termelés és a megugró csúcsigény együtt nagyobb kiegyenlítési szükségletet teremt	Nagyobb igény az akkumulátoros rugalmassági szolgáltatásokra
Aszály és szárazság	Termelő eszközök	Víz-erőműveknél lecsökken a turbinálható vízhozam	Az erőmű teljesítménye visszaesik, szélsőséges esetben leáll
		Termikus és nukleáris erőműveknél az alacsony vízállás és a magas vízhőmérséklet egyszerre korlátozza a hűtővíz mennyiségét és hőelvezető képességét	Kényszerű teljesítménycsökkentés, szélsőséges esetben teljes leállítás
		A folyami vízszint csökkenése miatt a szénszállító uszályok nem tudnak teljes rakománnyal közlekedni	Közvetett üzemanyaghiány a folyóparti szén- és fosszilis erőműveknél
		Az alacsony dunai vízhozam miatt a vízi úton érkező üzemanyag-import (pl. kőolaj, gáz) korlátozottá válik	Az energiaellátás biztonsága sérül, drágább pótló forrásokra (import, gáz, szén) van szükség
	Átvitel és elosztás	A karbantartó személyzet munkakörülményei extrém hőségben, szárazságban romlanak	Elhalasztott karbantartás vagy javítás
		A kiszáradó, összezsugorodó talaj mechanikailag igénybe veszi a földalatti vezetékeket	Növekvő hibarány a hálózaton

5. ábra: A szélsőséges időjárás okozta hatások és azok következményei

A szél-erőművek esetében a hőség többféle módon is csökkentheti a termelést. A meleg levegő sűrűsége alacsonyabb, ezért azonos szélsébség mellett kisebb légtömeg áramlik át a rotor síkján. Mivel a turbina által kinyerhető energia a levegő sűrűségétől is függ, a szél-erőmű azonos mért szélsébség mellett is kevesebb villamos energiát termelhet meleg időben, mint hűvösebb levegőben. A hőhullámokhoz sok térségben tartós gyenge légmozgás is kapcsolódhat. Ilyenkor nemcsak a levegő ritkább, hanem maga a szélsébség is alacsony lehet, ami tovább mérsékli a szél-erőművek rendelkezésre álló teljesítményét. [14]

Elmondható tehát, hogy a hőhullámok idején az energiarendszer kettős kihívással szembesül: miközben a légkondicionálás és más hűtési célú felhasználások miatt megugrik a villamosenergia-csúcsigény, több termelőegység - köztük a naperőművek, szél-erőművek és hagyományos hőerőművek - rendelkezésre álló teljesítménye csökkenhet vagy bizonytalanabbá válhat. Ezért a villamosenergia-rendszer biztonságos működéséhez nagyobb, gyorsan mozgósítható tartalékokra, megfelelő energiatárolási kapacitásokra, rugalmasan szabályozható erőművi termelésre, valamint a fogyasztás időbeli áthelyezését ösztönző megoldásokra van szükség. Ez különösen fontos azokban az országokban, ahol az ellátásbiztonság nagymértékben egy vagy néhány nagy erőmű zavartalan működésétől függ, ahogyan Magyarország esetében a Paksi Atomerőmű rendelkezésre állása is meghatározó.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

Összességében a 2026-os nyári hőhullámok és az ahhoz kapcsolódó aszályos időszak azt mutatták, hogy a klímaváltozás fizikai kockázatai már nem távoli fenyegetésként, hanem jelen idejű, rendszerszintű kihívásként jelentkeznek Európában és Magyarországon is. A rekordközelű hőmérsékletek, a tartós csapadékhiány és a folyók vízhozamának visszaesése egyszerre terhelte meg az egészségügyi rendszert, a mezőgazdaságot és az energiarendszert. Az energiarendszereket különösen súlyos kihívás elé állította, hogy Európa-szerte a hatásfokromlás és a rendelkezésre álló kapacitások csökkenése mellett ugrásszerűen megnőtt a hűtési igény, így a legnagyobb fogyasztási csúcsok idején az ellátásbiztonság vált kritikussá. A tapasztalatok alapján a jövőbeni felkészülésnek nem csupán az egyes erőművek vagy hálózatok védelmére kell fókuszálnia, hanem a teljes energiaellátási lánc rugalmasságának növelésére: több gyorsan mozgósítható tartalékra, diverzifikált termelési szerkezetre, megfelelő tárolókapacitásokra, valamint a fogyasztás időbeli áthelyezését ösztönző megoldásokra van szükség. A klímarendszer további melegedése és az extrém időjárási események gyakoriságának növekedése mellett ugyanis csak ilyen átfogó, proaktív stratégiával biztosítható hosszú távon az ellátásbiztonság, a gazdasági stabilitás és a lakosság egészségének védelme.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] World Weather Attribution. (2026). *Fossil fuel emissions have rapidly worsened European heatwaves in just a few decades*. <https://www.worldweatherattribution.org/fossil-fuel-emissions-have-rapidly-worsened-european-heatwaves-in-just-a-few-decades/> (Utolsó letöltés: 2026.09.03.)
- [2] Copernicus Climate Change Service. (2026). *Copernicus: Record heatwave brings hottest June for western Europe during second-warmest June globally*. European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF). <https://climate.copernicus.eu/copernicus-record-heatwave-brings-hottest-june-western-europe-during-second-warmest-june-globally> (Utolsó letöltés: 2026.09.06.)
- [3] HungaroMet. (2026). *A második legmelegebb június, extrém hőhullámmal*. <https://www.met.hu/rolunk/hirek/index.php?id=3670> (Utolsó letöltés: 2026.09.09.)
- [4] HungaroMet. (2026). *Egyelőre nem enyhül a csapadékhiány*. <https://www.met.hu/idojaras/agrometeorologia/elemzes/index.php?id=6972&m=2> (Utolsó letöltés: 2026.09.09.)
- [5] Országos Vízügyi Főigazgatóság. (2026). Vízügyi adatportál. <https://data.vizugy.hu/> (Utolsó letöltés: 2026.08.10.)
- [6] Caesar, L., Rahmstorf, S., & Drijfhout, S. (2025). *Weakened Atlantic Meridional Overturning Circulation causes the historical North Atlantic Warming Hole*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/392168498_Weakened_Atlantic_Meridional_Overturning_Circulation_causes_the_historical_North_Atlantic_Warming_Hole (Utolsó letöltés: 2026.09.09.)
- [7] Lehmann, J., Bowdrey, R., Wang, X., & Eichler, L. (2025). *Hidden in plain sight: Physical risk in asset owners' portfolios*. MSCI. <https://www.msci.com/research-and-insights/paper/hidden-in-plain-sight-physical-risk-in-asset-owners-portfolios> (Utolsó letöltés: 2026.09.09.)
- [8] Green.hu. (2024). *Az erdőtűzek és klímaváltozás: Van összefüggés*. <https://green.hu/cikkek/erdotuzek-klimavaltozas-osszefugges/> (Utolsó letöltés: 2026.09.09.)
- [9] Krichene, H., Gröschl, J., Utermoehl, K., Griesbach, B., & Elisabeth, J. (2026). *Too hot to grow: The economic costs of extreme heat*. Allianz Research. https://www.allianz.com/content/dam/onemarketing/azcom/Allianz_com/economic-research/publications/specials/en/2026/may/2026-05-28-heat-AZ.pdf (Utolsó letöltés: 2026.09.09.)
- [10] MVM EGI Zrt. (n.d.). *Heller Indirect Dry Cooling Systems*. <https://mvmegi.mvm.hu/hu-HU/TermekEsSzolgáltatások/SzarazhutoRendszerek/HellerIndirectDryCoolingSystems> (Utolsó letöltés: 2026.09.11.)
- [11] Penninger, A. (Szerk.). (2013). *Kalorikus gépek*. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék. <https://www.scribd.com/document/638893225/Untitled> (Utolsó letöltés: 2026.09.11)
- [12] European Commission, Directorate-General for Environment. (2023, June 27). *Increase in reduced-snowmelt drought in the Alps affects downstream water-flow patterns*. https://environment.ec.europa.eu/news/increase-reduced-snowmelt-drought-alps-affects-downstream-water-flow-patterns-2023-06-27_en (Utolsó letöltés: 2026.09.10.)
- [13] International Energy Agency Photovoltaic Power Systems Programme. (2025). *Optimisation of photovoltaic systems for different climates* (Report IEA-PVPS T13-32:2025). <https://iea-pvps.org/> (Utolsó letöltés: 2026.09.10.)
- [14] Sills, R. (2026). *Wind turbines feel the heat*. PowerVeritas. <https://powerveritas.com/insights/temperature-power-curve> (Utolsó letöltés: 2026.09.10.)