



Párolgásmérés „A” típusú mérőkáddal

Ötvös Tamás

Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóság, tamasotvos@gmail.com

DOI: 10.56474/legkor.2026.2.5

A csapadékhányos évek és az egyre gyakoribb aszályok ráirányították a figyelmet a párolgás szerepére a vízháztartásban és a mezőgazdaságban. A tanulmány áttekinti az „A” típusú párolgásmérő kád hazai alkalmazását, ismerteti a mérési módszert és az Antal-féle számítási eljárást, valamint a Mernyén 2015 óta végzett mérések tapasztalatai alapján javaslatot tesz a kádpárolgás számításának pontosítására. Az eredmények rámutatnak arra is, hogy a párolgás az elmúlt évtizedben rendszeresen meghaladta a lehullott csapadék mennyiségét, hangsúlyozva a hosszú távú mérések és a vízgazdálkodási alkalmazások jelentőségét.

Evaporation measurement using a class an evaporation pan

The increasingly frequent droughts and precipitation-deficient years have highlighted the crucial role of evaporation in the water cycle and agricultural water management. This paper reviews the use of the Class A evaporation pan in Hungary, describes the measurement procedure and the Antal empirical calculation method, and, based on evaporation measurements carried out in Mernye since 2015, proposes an approach to improve the estimation of pan evaporation. The results also demonstrate that evaporation has consistently exceeded precipitation over the past decade, underscoring the importance of long-term observations and their application in water resources management and agricultural decision-making.

Az utóbbi évek csapadékban szegény, aszályos időjárása ismét a víz központi szerepére irányította mind a szakemberek, mind a hétköznapi ember figyelmét. A hosszan tartó száraz periódusokban jelentős mennyiségű víz távozott a talaj felső és alsóbb, mélyebb rétegeiből egyaránt, akár csak felszíni vizeinkből, de magából a légkörből is, hiszen – tavasztól őszig – egyre magasabb a légköri aszályos napok száma is.

Ebből következően mind a meteorológus, mind a hidrológus, nem utolsó sorban pedig a mezőgazdasággal foglalkozó szakemberek számára kiemelten

fontos, hogy a csapadékatok mellett rendelkezésre álljanak párolgással kapcsolatos mérési adatok is, amelyekre az előrejelzői, tervezői- és döntési munkafolyamatokat alapozni lehet.

A párolgás mérésére, valamint számítására sokféle mód és módszer került az évtizedek során szakemberek által kidolgozásra. Közös jellemzőjük, hogy bármelyik módszert is választjuk, pontos, egzakt módon nem tudjuk úgy meghatározni, megmérni velük a párolgást, mint pl. a csapadékot.

Jelen tanulmányom részletesebben – a párolgással kapcsolatos alapfogalmak tisztázása után – a Magyarországon elterjedt és évtizedekig használt mérési típust, az „A” típusú káddal történő párolgásmérést, valamint a számítási módszerek közül az *Antal-féle módszert* eleveníti fel, kiegészítve néhány, a mérések során gyűjtött személyes megfigyeléssel, tapasztalattal.

A *Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóság* észlelőjeként lakóhelyemen, Mernyén – hidrometeorológiai törzsállomás mérési programjának részeként – 2015 óta folytatok párolgásmérést „A” típusú párolgásmérő káddal.

A párolgás fogalma, fajtái

A párolgás a víz folyékony halmazállapotból gőzálapotba történő átmenetét jelenti. A víz az élet egyik legfontosabb eleme. A növények, az állatok és az ember számára elengedhetetlenül szükséges a víz ahhoz, hogy életüket fenntartsák. Ezért fontos a víz a mezőgazdasági termelés szempontjából is. A 19. század közepétől fokozatosan növekvő ipari termelés számára ugyancsak szükség van vízre. Az emberiség fokozatosan növekvő létszáma miatt pedig a vízszükséglet is fokozatosan növekszik. Egy lehetséges éghajlatváltozás szintén a vízellátás befolyásolásán keresztül fejthet ki jelentős hatást az élelmiszertermelésre.

A növények termesztéséhez szükséges egyik legfontosabb anyag a víz. A Földön található víz 97,5%-a a Világtengerben tárolódik, az Antarktisz és az Északi-sark hó- és jégmezői pedig az összes vízmennyiség mintegy 2%-át teszik ki. A fennmaradó rész az, amely a földi életet támogatja. Ez a vízmennyiség az, amely a földi életet támogatja. Ez a vízmennyiség az, amely a földi életet támogatja.

A lehulló csapadékmennyiségnek mintegy egyharmada az, amely a folyókba kerül, onnan pedig az óceánokba. A talajba jutó vízmennyiségnek is egy része a gyökérzóna alatti rétegekbe szivárog, táplálja a talaj vízkészletét. A gyökérzónában fennmaradó rész (talajnedvesség) pedig egyrészt a talajon keresztül párolog a levegőbe (*evaporáció*), egy másik rész pedig a növényeken keresztül, *transpiráció* (fiziológiai folyamat) útján kerül a légkörbe.

Amikor a víz közvetlenül a csupasz talajból párolog, azt *evaporációnak* nevezzük, amikor növényen keresztül történik a víz elpárologtatása, azt pedig *transpirációnak*.

Amikor növényzettel borított talajról párolog a víz a levegőbe, vagyis a talaj és a növény együttes párolgatatásáról van szó, akkor *evapotranspirációról* beszélünk.

A párolgás különböző intenzitással történik, s ezerről is megkülönböztetünk párolgási szinteket. Ezek a *potenciális párolgás* és a *tényleges párolgás*. A párolgást akkor nevezzük *potenciálisnak*, ha a párolgáshoz

szükséges víz nincsen korlátozva, és így a párolgás a környezeti (meteorológiai) tényezőktől függ. Ezért ezt korábban a szabad vízfelszínről történő párolgással tekintették egyenlőnek. *Tényleges párolgásról* akkor beszélünk, ha a víz korlátozott mennyiségben, csak egy küszöbérték alatti értékben áll rendelkezésre (*Varga-Haszonits et al.*, 2019).

A párolgás mérése

A párolgás mint vízháztartási és mint energetikai tényező, egyaránt foglalkoztatja a hidrológus és meteorológus szakembereket. Egzakt és pontos mérési/számítási módszer azonban mind a mai napig nem ismeretes. A legnagyobb nehézséget az okozza, hogy a párologtató felületek sokféle volta miatt – nem tekintve az éghajlati adottságokat –, a párolgás értéke igen nagy változatosságot mutat. Nem szorul különösebb bizonyításra, hogy a szabad vízfelszín (édesvíz, sósvíz), a vizenyős, mocsaras vagy csupasz talaj (különböző talajtípusok), a növényzettel borított felszín és a hó mind más és más mértékben párologtat.

Jellemző értéként megadható ugyan az ún. éghajlati párolgás, de ez az érték „átlagos talajfelszín”-re vonatkozik. Ám a természetben nincs „átlagos felszín”, s így konkrét esetekre (pl. tó, erdő, szántóföld stb.) nem ad az éghajlati párolgás jellemző értéket.

Az alkalmazott kutatásokban a párolgásmérés két ágazatra oszlik: az egyik a természetes, szabad vízfelszínek (tavak, folyók, víztározók, nemkülönben a hófelszín) evaporációjának, a másik pedig a növényzettel borított talajfelszín evapotranspirációjának a vizsgálata (*Dunay*, 1966).

A meteorológiai, hidrometeorológiai állomások feladata az evaporáció, ezen belül a szabad vízfelszínek párolgásának mérése (*Meteorológiai megfigyelések kézikönyve*, 1987).

A vízfelületek párolgását – meghatározott térségben – elsősorban az éghajlati adottságok befolyásolják. Értékük mindenekelőtt függ a légtér párafeltevő képességétől (telítési hiányától). Légmozgás esetén a párolgó vízfelület feletti légtömegek folyamatosan kicserélődnek, ami a párolgás növekedéséhez vezet.

A meteorológiai tényezők mellett a vízfelület párolgására hatással van magának a vízfelületnek, pontosabban a víztartónak az alakja, mérete, fekvése is. Az egyes tavak, tározók ilyen vonatkozású egymás közötti eltérései szigorúan véve azt jelentik, hogy az egyes tavak párolgása csak meghatározott feltételekkel hasonlítható egymás között össze, másfelől a tavak párolgása csak közelítően alkalmas az éghajlati

adottságok területi differenciáltságának feltárására. Ez utóbbira a *párolgásmérő kádak* alkalmasabbak, amelyek alakjukban és méretükben biztosítják a párolgási értékek összehasonlíthatóságát. Ugyanakkor még ebben az esetben is számolni kell azzal, hogy a kádpárolgást részben a földrajzi fekvéssel, részben a tengerszint feletti magassággal összefüggő éghajlati adottságokon kívül a talaj és a növényzet differenciáltságából adódó lokális hatások is befolyásolják.

A mérőkádas párolgásészleléseknél a méréstechnikai jellegű hibaforráson túlmenően számolni kell még egy körülménnyel, ami megnehezíti a különböző helyek észleléseinek összehasonlítását, nevezetesen azzal, hogy a kádpárolgás értéke függ a telepítésre éppen kiválasztott közvetlen mikrokörnyezettől.

A párolgás nagysága nemcsak a vízfelületre érkező energia nagyságától függ, hanem a környezetnek, a talajnak és a légtérnek hőcsere útján átadott vagy átvett hőmennyiségétől is. A párolgó víz és környezetének felszíni energiamérlegében mutatkozó különbségek az ún. oázis-hatáshoz vezetnek, amelyek eredményeképpen a kádak mérési eredményei – az oázis-hatás nélkülihez képest – nagyobbak adódnak.

Ugyancsak a mikrokörnyezeti tényezők közé sorolható a párolgási kád környezetének felszíni formáival, talaj- és növényadottságaival, a felszín nedvességi állapotával összefüggően helyileg változó felszíni érdesség. A felszíni érdesség kihat a felszínközeli szélviszonyokra, a légretesződésnek a hőmérséklet függőleges változásával kapcsolatos stabilitására, a turbulens hőkicserélődésére, s mindezekkel együtt magára a párolgásra (Nováky, 1984).

A párolgásmérő kádoknak több típusa ismeretes.

1. „A” típusú kád. Kör alakú, átmérője 120,65 cm, magassága 25,4 cm. A párolgó felület nagysága 1,14 m². Átlagos víztömege kb. 0,25 m³. A kád fehérre festett vas, vagy alumíniumlemezről készül, és a talajfelszínre helyezett 2,5-5 cm vastagságú farácsra állítva működik.
2. „G” típusú kád. 0,3 m² párolgató felületű, 60 cm mélységű, földbe süllyesztett.
3. „U” típusú kád. 3 m² párolgató felületű, 50 cm vízmélységű, földbe süllyesztett. (Dunay, 1966).

A kádpárolgásmérés múltja és jelene

A hazai vízügyi gyakorlatban az első észlelőkádakat a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet (VITUKI) 1951-ben helyezte el a kecskeméti „Komlósi Imre” telepen. Ezt követte 1954-ben a mirhogyolcsi (kunhegyesi) észlelőkád telepítése.

A kecskeméti észlelési tapasztalatokat felhasználva a VITUKI 1958-tól kezdődően fokozatosan építette ki az országos kádhálózatot. A hálózat kiépítésekor egyfelől az volt a cél, hogy az észlelési adatok segítségével lehetőség nyíljon az éghajlati és időjárási adottságok területi differenciálására, másfelől kezdetől fogva figyelembe vették a gyakorlati igényeket is. Ez utóbbiakat szem előtt tartva telepítettek észlelőkádakat a meglévő vagy tervezett hegy- és dombvidéki tározók és halastavak közelében.

Az országos kádhálózat telepítésének első szakaszában 1961-ig 10 állomás épült ki, mely az 1980-as évek elejére 22-re bővült. Az állomásokon a vízfelület párolgásának mérésére a hazai elgondolású, „U” típusú kád terjedt el, de emellett megtalálható volt az „A” és „G” típus is.

A VITUKI mellett párolgásmérő kádakat üzemeltettek a területileg illetékes vízügyi igazgatóságok, a Gödöllői Agrártudományi Egyetem, a sarvasi Öntözési és Rizstermesztési Kutató Intézet, valamint az Országos Meteorológiai Intézet is (Nováky, 1984).

Az Országos Meteorológiai Intézet 1965-ben határozta el országosan egységes párolgásmérő hálózat létesítését. A hálózat alapműszerül az „A” típusú kádat jelölte ki az alábbi megfontolások alapján:

- Mivel a kád nincs érintkezésben a talajjal, a hőátvitel túlnyomórészt a levegőből történik, így energetikailag jól definiálható zárt rendszert alkot.
- A növénytakaróhoz hasonlóan, kis tehetetlenséggel követi az időjárás változásait.
- Mivel a kád pereme magasabban helyezkedik el a talajfelszínnél, így nem kell számolnunk – csapadékhulláskor – cseppbeverődéssel.
- Aránylag kis felület révén – szabályos kezelés esetén –, a szél hatására nem alakulnak ki peremen átcsapó hullámok.
- A perem állása következtében még a 15-20 cm-re felnőtt növényzet sem módosítja a párolgás értékét.
- Mivel a vízszint a talajfelszínnél magasabban van, kisebb a szél okozta szennyeződés, mint a földbe süllyesztett kádaknál.
- A baleset (pl. beleesés) veszélye jóval kisebb, mint a süllyesztett kádaknál.
- Az elpárologtatott víz pótlására legtöbbször elég egy vödörnyi víz.
- Felállítása, karbantartása, tisztítása egy személy által könnyen elvégezhető.

- Nincs kitéve a talajban fellépő korrózió veszélyének, így szivárgási hiba nem lép fel.
- A kád előállítása egyszerű és nem túl költséges.
- A Nemzetközi Geofizikai Év referencia-műszere volt.
- A Meteorológiai Világszervezet standard műszerré nyilvánította.

Hátrányként megemlítendő, hogy hőmérséklet-érzékenysége folytán többet párologtat, mint a természetes, szabad vízfelszín, bár e hiba többé-kevésbé a többi kádtípusnál is jelentkezik.

1965-ben a Szarvasi Agrometeorológiai Kutatóállomáson párolgásmérés-kísérleteket indítottak el, amelyeket 10 db, „A” típusú káddal végeztek. A kísérletek eredményei a következőképpen foglalhatók össze:

- Az „A” káddal történő párolgásmérés alaphibája – gondos észlelés és kezelés esetén – $\pm 4\%$.
- A vízfelszín hőmérsékletét az „A” típusú kádaknál jellemezhetjük a vízhőmérséklet déli értékével, sőt helyettesíthetjük a levegő hőmérsékletével.
- Amennyiben a kád peremétől mért vízszint nem csökken 4 cm alá, a párolgás mértéke nem változik (csökken) jelentősen, a mért adatok nem szorulnak korrekcióra.
- A havonként rendszeresen tisztított kádak időközi szennyeződése nem okoz javítandó hibát a párolgásmérésben.
- Farács hiánya vagy meghibásodása a párolgási adatokban nem okoz figyelembeveendő eltérést.
- A használatos kétféle vízszintmérővel (Fazekas-féle kúptárcsás mikrométer, illetve a Hénitóth-féle merítőedényes vízszintmérő) mért adatok minden további számítás nélkül összehasonlíthatók. (Dunay, 1966).

Egyrészt a párolgásméréssel kapcsolatos kutatások eredményei, másrészt a kiépített észlelőhálózatban összegyűjtött többéves észlelői tapasztalatok együttesen járultak hozzá ahhoz, hogy az 1990-es évek elejére gyakorlatilag az „A” típusú kád maradt a párolgásmérés egyedüli eszköze (1. ábra), a „G” és „U” típus kiszorult a mérési gyakorlatból. A „G” és „U” típusú káddal történő párolgásmérés egyedül Sopronban működik még.

2018-ig az Országos Vízügyi Főigazgatóság és az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) állomásainak korábbi területi összehangolása alapján mintegy 25 állomáson folyt párolgásmérés. 2018. április 1-től az OMSZ megszüntette – hivatalosan – a párolgásmérést.



1. ábra. „A” típusú párolgásmérő kád.

Az OMSZ jogutódjaként működő *HungaroMet Nonprofit Zrt.* mérőhálózatában azonban – fakultatív jelleggel – még az alábbi településeken működik párolgásmérés „A” típusú mérőkáddal:

- Szombathely
- Miskolc
- Sopron („G” és „U” kád is)
- Fertőrákos
- Paks
- Mosonmagyaróvár

Az Országos Vízügyi Főigazgatóság szakmai irányításával jelenleg a vízügyi igazgatóságokon, az alábbi helyszíneken folytatnak párolgásmérést „A” típusú mérőkáddal:

- Fertőrákos
- Agárd
- Balatonszemes
- Balatonakali
- Vámosoroszi
- Szabolcsveresmart
- Császárszállás
- Apavára
- Mernye
- Kisköre

Az iménti felsorolásból jól látható, hogy az „A” típusú mérőkádat használó állomások száma mára jelentősen csökkent. Ennek egyik oka az észlelőhiány. A méréseket április 1-től november 1-ig kell végezni napi 3 alkalommal. Ezt a lekötöttséget csak kevesen tudják vállalni. Történtek ugyan próbálkozások a mérés automatizálására, de ezek végül a mérési gyakorlatban széles körben nem kerültek megvalósításra.

Megjegyzendő, hogy bár a párolgásmérés végrehajtása nem igényel különösebb szakmai végzettséget, azonban nagyfokú precizitást és pontosságot követel meg a mérést végző személytől annak érdekében, hogy a mért adatok későbbi kutatásban felhasználhatóak legyenek.

Másrészt – időközben – többféle matematikai összefüggés került kidolgozásra, így ezek segítségével a párolgás értékei – gyakorlatilag az ország bármely pontjára – meghatározhatóvá váltak.

A HungaroMet Zrt. mérőhálózata mára már több száz automata meteorológiai mérőállomást számlál. Ezek mindegyike egységes típusú, kalibrált mérőműszerrel rendelkezik, és kiemelkedő pontossággal méri a párolgászámításhoz szükséges alapvető meteorológiai paramétereket úgy, mint a léghőmérsékletet, légnedvességet és a szélsébséget. Ráadásul számítással a teljes évre, az év bármelyik napjára meghatározható a párolgás mértéke, nem csupán az áprilistól október végéig tartó fagymentes időszakra, amikor a párolgásmérő kádakkal amúgy mérni lehet. Ugyanakkor az áprilistól október végéig megmért kádpárolgási adatok is értékesek a mezőgazdaság számára, hiszen ez az időszak nagyjából egybeesik a termesztett növények vegetációs periódusával.

A párolgás mérésének menete „A” típusú mérőkáddal

Az alábbiakban összefoglalom az „A” típusú káddal történő párolgás-mérés pontos menetét, valamint utalok néhány olyan szabályra, amelyeknek a betartásával csökkenthetők a technikai jellegű mérési hibák.

Mielőtt ismertetem a párolgásmérés pontos végrehajtását, fontosnak tartom kiemelni, hogy a párolgásmérő kádak telepítésénél, elhelyezésénél ugyanazoknak a feltételeknek teljesülnie kell, mint a többi meteorológiai műszer elhelyezése esetében (hőmérséklet- és légnedvesség érzékelők, sugázmérők, csapadékmérők, szél-mérők). Tehát a párolgásmérő kádat nyílt, sík területen kell elhelyezni. Közvetlen közelében ne legyenek fák, bokrok és épületek, amelyek a mérést befolyásolhatják. Talaja megegyezzen a mérőhely tágabb környezetének talajával rövidre vágott gyeppel borítsa. Biztosítsuk, hogy a kád körüli növénytakaró – 5 méter sugarú körben – ne nőjön a kád pereme fölé, de ne is irtsuk ki. Ezeket a telepítési szabályokat okvetlenül be kell tartani annak érdekében, hogy a párolgásmérő kád ne csupán a körülötte lévő, szűk környezet párolgási viszonyait tükrözze.

Mérési idő az április 1-október 31. közötti időszak, amikor a méréseket rendszeresen kell végezni. Az első mérési időpontja: április 1., 7 óra, az utolsó: november 1., 7 óra.



2. ábra. Hényi-Toth-féle merítőedény.

Az észleléseket a meteorológiai „terminus” észlelések időpontjaiban végezzük (nyári időszakítás esetén 1 órát hozzáadva), közvetlenül a meteorológiai megfigyelések után, az alábbi módon:

- A kád vízállásának mérése 7 és 19 órakor,
- A vízhőmérséklet mérése 7, 13 és 19 órakor,
- Csapadékmérés 7 és 19 órakor.

Ahogy korábban említettem, a kád vízszintjének mérésre a Fazekas-féle kúptárcsás mikrométer, valamint a Hényi-Toth-féle merítőedényes vízszintmérő (2. ábra) eszköz használható. Mivel a Fazekas-féle kúptárcsás mikrométer mára teljesen kiszorult a mérési gyakorlatból, így csak a merítőedényes mérési módszert részletezném.

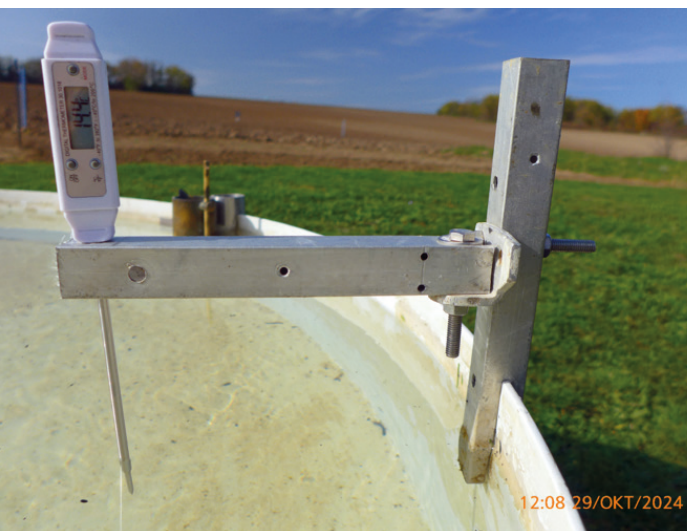
A vízállás méréséhez a merítő edényt kinyitott csappal a csillapítócsőbe helyezzük. A behelyezés után kb. 1 percig várjunk, hogy a merítőedény – csillapítócső – kád rendszerben a víz kiegyenlítődhessen. Ennyi idő feltétlenül szükséges, mert mind a merítőedényben, mind a csillapítócsőben kicsiny a közlekedő nyílás.

A vízszint beállása után, kezünkkel az edényt kissé leszorítva, elzárjuk a csapot. Az edényt kiemeljük, s tartalmát a Piche-csőbe öntjük, úgy, hogy a víz az utolsó cseppig távozzon belőle.

A Piche-cső mérési határa 20,0 mm. Ha ettől magasabb a vízállás a merítőedényben, akkor értelemszerűen 2 részletben kell a mérést elvégezni.

Mérés után a Piche-csőből a vizet a párolgásmérő kádba juttassuk vissza, és a csőben visszamaradt vizet suhintással távolítsuk el, mert a benne maradt víz akár 2-3 tized mm-el is meghamisíthatja a következő mérést. A leolvasást – a csapadékméréshez hasonlóan –, tized mm pontossággal végezzük el, és az eredményt feljegyezzük (*Meteorológiai megfigyelések kézikönyve*, 1987).

Mindhárom észlelési terminusban (7, 13, 19 órakor) megmérjük a vízfelszín hőmérsékletét a kád oldalától számított 15-20 cm távolságban kb. 1,5 cm mélyen. Ehhez a kereskedelmi forgalomban kapható, digitális kijelzésű ellenállás-hőmérőket is használhatjuk, könnyen, gyorsan és kielégítő pontossággal elvégezhető velük a vízhőfok mérése (3. ábra).



3. ábra. Digitális hőmérő vízhőfok mérésére.

Amennyiben észleltünk csapadékhullást, ne feledkezzünk meg 7 és 19 órakor csapadékot is mérni, és a mért értéket szintén vezessük be az észlelési napló megfelelő rovatába. Párolgás kiszámításakor a két vízszint közötti különbségéhez a mért csapadékmennyiség hozzáadandó.

A kád vízszintjét meghatározott határok között kell tartani ahhoz, hogy a vízszintmérésekből reálisan következtethessünk a párolgás mértékére. Túl magas vízszint esetén ugyanis számolni kell azzal, hogy a víz időnként kicsap a kád peremén, másrészt túl alacsony vízszint esetén nem fog behatolni a víz a mérőedénybe. Ezért, ha a vízszint csapadékhullás következtében túl magassá válik, le kell merni a vízből, ellenben hosszán tartó száraz időjárásban az elpárolgó vizet a kád feltöltésével kell pótolni.

A vízszint mesterséges módosítása esetén, ahhoz, hogy a vízszint összes változásából a párolgás nagysága kikövetkeztethető legyen, szükséges mind az eredeti, mind pedig a módosított vízszintet ismerni. Ezért feltöltés vagy lemerítés alkalmával, a művelet előtt és után is, meg kell mérni a vízszintet. Ha különös ok nem indokolja (pl. hirtelen nagy mennyiségű csapadék lehullása), a vízszintet az előírt mérési időpont alkalmával kell módosítani, ezzel egy mérést is megtakarítunk (ilyenkor a módosítás előtti vízszintet a módosítás tényétől függetlenül, mindenképpen meg kell mérni).

Feltöltésnél vagy lemerítésnél a kád szélétől 2-3 cm-s peremtávolságot igyekezzünk létrehozni. Csapadékra hajló, vagy viharos időjárásban a 3 cm-hez közeli, míg nyugodt, csapadékmentes időjárásban a 2 cm-hez közeli beállítás a helyes (Jákfalvi-Szudár, 2009).

Ne engedjük, hogy a kád vízszintje a kád peremétől számított 4 cm-es távolságot megközelítse vagy túllépje, mert ebben az esetben a kád palástjának szélárnyékoló hatása már jelentősebb mértékben csökkenti a párolgást, így a mért érték a valóságostól alacsonyabb lesz.

Ugyanakkor a 2 cm-től kisebb peremtávolság sem kívánatos, mert az erős szél kiemelheti a kádból a víz egy részét, ami – tévesen – párolgásként jelentkezik. Célszerű a kád oldalán festékkel jelölni a vízszint alsó és felső határait.

A párolgásmérő kádak karbantartásáról nagyon röviden csak annyit szeretnék szólni, hogy amennyiben úgy látjuk, a kád vize elszennyeződött, cseréljük le a vizet, tisztítsuk ki a kádat, töltsük fel tiszta vízzel. Nyári melegben az algásodás megelőzésére kiválóan alkalmasak az úszómedencékhez kifejlesztett bármelyik algaölő szer. Amennyiben a szél szilárd szennyeződéseket (pl. falevelet) befúj a kádba, azt távolítsuk el a víz felszínéről. A mérítőedényt időnként érdemes ecetes oldatba vagy vízköoldó szerbe állítani, hogy a kicsiny közlekedőnyílást esetlegesen eltömítő vízkölerakódásokat eltávolíthassuk a pontos mérések érdekében.

Kádpárolgás kiszámítása

A párolgásmérő kádak üzemeltetése során különféle – a mért adatok minőségét rontó – hibák keletkezhetnek, amelyek a mért adatokat eltorzíthatják, vagy éppen elfogadhatatlanná teszik.

A hibalehetőségek közül a következők a leggyakoribbak:

- Erős szél által a kádban keltett hullámzás miatt – gondos kezelés ellenére – a víz túlcsap a kád szélein. Az így elvesztett vízmennyiség párolgásként szerepel, pedig valójában nem az.
- Hirtelen fellépő, nagymennyiségű csapadéknál túlfolyás léphet fel, ezért a helyes párolgási érték nem állapítható meg.
- Előfordulhat, hogy állatok beleltek a kád vízébe. Elsősorban közeli erdős területek mentén, olyan helyen fordulhat elő, ahol a műszerkert nincs bekerítve.
- Hibás észlelés: az esetek többségében azonban elkerülhető, ha a mérés végeztével rögtön kiszámítjuk a párolgás értékét és nem hagyjuk a havi

összesítés idejére. Ha gyanú merül fel, hogy a mérésünk hibás, azonnal pótolható a mérés.

- Bármely okból elmaradt észlelés (Ács, 1977).
- Végezetül megemlítek még egy esetet, amelyet az észlelői munkám során több alkalommal személyesen tapasztaltam:

Azokban az esetekben, amikor intenzív zápor haladt át a mérőállomásom területén, gyakran szembesültem azzal, hogy a mért párolgási értékek irreálisan magasak voltak. Ennek okát abban láttam, hogy a kádba történő intenzív csapadékbehullás következtében a kádban lévő vízmennyiség egy része kiverődött és párologásként jelentkezett.

Ötletszerű találgatás helyett olyan matematikai összefüggések után kutattam a szakirodalomban, amelyekkel hitelt érdemlő módon megközelíthető és kiszámítható a kádpárolgás napi értéke.

A kádpárolgás kiszámítására a szakirodalomban nagyszámú képletet, összefüggést találunk. Terjedelmi okokból ezeket itt most nem részletezném.

Hazánkban az evapotranspirációs mérések alapján Antal Emánuel 1968-ben kidolgozta az alábbi empirikus formulát. Ez a modell abból a feltevésből indul ki, hogy mind a hőmérséklet, mind a telítési párahiány (E-e) exponenciálisan növeli a párolgást.

A módszer számítási formulája szerint:

$$PE = 0,74 (E - e)^{0,7} (1 + \alpha T)^{4,8}$$

Ahol: E a napi átlaghőmérséklethez tartozó telítési párányomás /hPa/,
e a napi átlagos párányomás /hPa/,
 α a levegő hőtágulási együtthatója $\alpha = 1/273$ °C,
ami egyenlő 0,003663 °C-al.

T a napi középhőmérséklet °C (Szász-Tőkei, 1997).

A számítási képlet alapján az eredményt mm/nap mértékegységben kapjuk meg. A számítási eljárás természetesen akkor válik be, ha a meteorológiai elemek (lég hőmérséklet, légnedvesség, telítési hiány) mért értékei kielégítő pontosságúak.

A sokféle számítási képlet közül azért ezt az összefüggést választottam, mert az ezzel a formulával végzett számításokhoz csupán néhány paraméter szükséges, másrészt a HungaroMet Nonprofit Zrt. (korábban Országos Meteorológiai Szolgálat) elektronikus adatbázisában ([1] <https://odp.met.hu/>) – gyakorlati tapasztalatok alapján – szintén ezzel a formulával történik a napi potenciális párolgás kiszámítása (az adatbázisban „upe” jelöléssel szerepel) minden mérőállomás esetében.

Méréseim során azt tapasztaltam, hogy az általam mért párolgási értékek, és az Antal-féle formulával meghatározott kádpárolgás értékei eltérést mutattak. A számítással meghatározott értékek – kevés kivételtől eltekintve – több tizeddel magasabbak voltak, mint a káddal mért értékek.

Ahhoz, hogy az Antal-féle összefüggést alkalmazzuk tudjuk kádpárolgás számítására, minden hónap (áprilistól-októberig) minden napjára ki kell számítani a párolgást a fenti összefüggéssel, majd káddal mért párolgási értékek és a fenti összefüggéssel kiszámított párolgási

$$K_A = \frac{\text{„A” káddal mért PE}}{\text{Képlettel számított PE}}$$

értékek hányadosát kell képeznünk:

Így kapjuk meg az 1. táblázatban szereplő havi átlagos K_A szorzókonstansokat.

ÉV/HÓ	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
2015.	0,9161	1,0064	0,9498	0,7942	0,7808	0,9033	0,6445
2016.	0,9476	0,9759	0,9431	0,7888	0,8225	0,6452	0,5840
2017.	0,8460	0,9068	0,8642	0,8056	0,6599	0,6667	0,5755
2018.	0,8670	0,8982	0,8789	0,8715	0,7920	0,7475	0,5907
2019.	0,8656	0,9375	0,8792	0,7903	0,7512	0,7649	0,6293
2020.	0,7947	0,9580	0,9064	0,7837	0,7181	0,7152	0,5642
2021.	0,7611	0,9954	0,8355	0,8256	0,7611	0,7231	0,7195
2022.	0,7744	0,8190	0,7365	0,7878	0,7744	0,7156	0,5588
2023.	0,9271	0,9657	0,8841	0,8902	0,8119	0,7569	0,5746
2024.	0,7767	0,8260	0,8655	0,8438	0,7771	0,6680	0,5016
2025.	0,8577	0,9090	0,9116	0,8291	0,8229	0,7871	0,6068
ÁTLAG:	0,8485	0,9271	0,8777	0,8191	0,7702	0,7358	0,5954

1. táblázat. Szorzókonstansok az A-kád párolgásának számításához.

Az „A” típusú kád párolgását tehát a következő képlettel számíthatjuk ki:

$$PE_A = K_A \cdot PE \text{ [mm/nap]}$$

Ahol K_A az 1. táblázatban szereplő szorzókonstans, PE pedig az Antal-féle összefüggéssel meghatározott potenciális párolgás (Ács, 1977).

Tehát a napi kádpárolgás értékét (mm/nap) úgy kapjuk meg, ha az Antal-féle formulával kiszámított párolgást a táblázatban szereplő konstansokkal megszorozzuk. Ilyen módon lehetőségünk van arra, hogy a hibás vagy hiányzó észlelést számítással pótoljuk.

Fontos hangsúlyozni, hogy a fenti szorzótényezők megállapításához a Mernyén végzett párolgásmérés szolgált alapul. Annak eldöntésére, hogy ezek a szorzókonstansok mennyiben alkalmasak az ország más pontján a kádpárolgás kiszámítására, ahhoz további vizsgálatok, kísérletek szükségesek, hiszen az eltérő mérési körülmények következtében (ideértve a korábban említett oázis-hatást is) más és más eredmények születhetnek.

Fontos továbbá megjegyezni, hogy a táblázatban szereplő havi szorzótényezők átlagos konstansok, ebből következőleg számítással egy-egy nap párolgását csak közelítőleg tudjuk meghatározni. Így, amennyiben

a mérés pontosságát semmilyen tényező nem befolyásolta (erős szél, záporosó vagy túlsordulás), – kényelmi szempontból – ne mulasszuk el a mérést végrehajtani.

Csapadék és párolgás

Ahogy a bevezetőben említettem, Mernyén 2015-től működik párolgásmérés „A” típusú káddal. Az összegyűjtött egy évtizednyi párolgási adatsor már segítséget nyújthat annak megállapításában, hogy milyen összefüggéseket találhatunk a lehullott csapadék mennyisége és a mért párolgási értékek között.

A 2. táblázatban láthatjuk a mért csapadék-és párolgási adatokat áprilistól októberig terjedő időszakra vonatkoztatva, 2015-től egészen 2025-ig.

Éves összehasonlításban az áprilistól októberig terjedő időszak párolgása minden évben magasabb volt,

ÉV/HÓNAP		IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Összeg
2015.	Csapadék mm	7,0	131,9	11,9	65,3	13,4	95,2	128,8	453,5
	Párolgás mm	98,6	101,0	123,9	123,6	150,0	71,0	17,0	685,1
2016.	Csapadék mm	15,3	92,5	43,3	159,5	54,3	44,8	71,7	481,4
	Párolgás mm	71,4	84,4	116,1	113,5	105,8	93,7	26,1	611,0
2017.	Csapadék mm	33,9	61,0	102,6	87,0	34,4	104,7	95,2	518,8
	Párolgás mm	66,7	111,4	185,2	161,9	187,3	61,9	27,8	802,2
2018.	Csapadék mm	14,4	51,2	119,9	51,6	67,3	77,2	12,9	394,5
	Párolgás mm	110,0	125,5	99,8	117,7	140,6	90,7	65,4	749,7
2019.	Csapadék mm	53,5	148,8	60,1	81,8	76,9	25,5	28,9	475,5
	Párolgás mm	79,1	59,4	133,1	146,6	129,7	93,9	61,5	703,3
2020.	Csapadék mm	16,7	33,7	78,3	72,4	87,9	28,6	95,3	412,9
	Párolgás mm	89,7	100,6	110,2	124,5	109,0	54,0	35,4	623,4
2021.	Csapadék mm	27,3	85,0	19,0	51,5	22,0	55,1	57,3	317,2
	Párolgás mm	68,7	94,1	143,4	163,4	129,6	96,3	44,9	740,4
2022.	Csapadék mm	47,6	57,7	98,0	43,8	57,0	80,8	9,5	394,4
	Párolgás mm	83,6	99,8	108,5	148,2	139,4	60,6	38,7	678,8
2023.	Csapadék mm	46,9	85,1	78,7	104,4	40,3	44,1	60,4	459,9
	Párolgás mm	70,1	78,9	93,6	147,1	98,3	89,0	55,6	632,6
2024.	Csapadék mm	35,3	75,8	98,8	12,1	31,9	112,6	77,6	444,1
	Párolgás mm	83,9	106,9	111,7	175,3	175,0	91,8	34,5	779,1
2025.	Csapadék mm	36,2	40,5	6,2	37,8	49,9	33,5	42,0	246,1
	Párolgás mm	83,2	89,7	178,1	150,4	155,9	89,0	55,5	801,8

2. táblázat. Csapadék-és párolgási adatok, Mernye.

mint az ugyanebben az időszakban lehullott csapadék mennyisége. Az évek közül kiemelkedik a 2025-ös esztendő, amikor is a párolgás – áprilistól október végéig tartó időszakot vizsgálva – több mint 3-szorosa volt a lehullott csapadék mennyiségének.

Ha egy-egy hónap csapadék-párolgás viszonyát tekintjük, akkor pozitív és negatív eltérést egyaránt felfedezhetünk az adatsorban. A teljesség igénye nélkül csak néhány hónapot emelnék ki:

2015 áprilisában és 2024 júliusában a párolgás a lehullott csapadékmennyiségnek mintegy 14-szerese volt, 2025 júniusában pedig közel 29-szerese.

Előfordult néhány alkalommal azonban olyan szerencsésnek mondható eset is, amikor a lehullott csapadékmennyiség volt magasabb a párolgásnál. Leginkább októberben találhatunk ilyen értékeket. 2015 októberében – a párolgáshoz viszonyítva – majdnem 8-szoros csapadéktöbbletet regisztráltam, de 2016, 2017 és 2020 októberére is kb. 3-szoros csapadéktöbblet volt jellemző.

Összességében tehát elmondható, hogy bár előfordultak olyan hónapok, amikor az érkező csapadéktöbblet mind az álló-és folyóvizek szintjét, mind pedig a talajok vízkészletét pozitív irányban befolyásolta, azonban éves összehasonlításban arra kell következtetnünk, hogy a párolgás mértéke – legalább is az utolsó tíz év adatait vizsgálva – hol kisebb, hol nagyobb mértékben, de meghaladja a lehullott csapadék mennyiségét.

A közel-és távoljövőben tehát – látva az éghajlatváltozás eddigi következményeit – a vízre, mint az élet alapvető elemére egyre nagyobb figyelem fog összpontosulni. Mind a hidrológia, meteorológia, mind pedig a mezőgazdaság szakembereinek, de az egész gazdasági élet szereplőinek is – a jelenlegiekén túlmenően – olyan további alternatív megoldásokat kell keresniük, amelyek segítenek az egyre kisebb mennyiségben rendelkezésre álló víz hatékonyabb megőrzésében és felhasználásában. Ebben döntő szerepe van a kisgyermekkortól elkezdett céltudatos nevelésnek is.

„A” típusú kádpárolgás-mérés jelenlegi és jövőbeni szerepe

Ahogy tanulmányomban utaltam rá, az „A” típusú káddal történő párolgásmérő állomások száma mára nagymértékben lecsökkent. Analóg mérésről lévén szó, állandó személyi jelenlétet igényel a mérési időszakban (április-október), amit ma már kevesen tudnak vállalni. A mérés pontosságát többféle hibaforrás is ronthatja.

Mindezek fényében felmerül a kérdés, van-e létjogosultsága a kádpárolgás mérésének a jövőben? Véleményem szerint azokon a helyeken érdemes a méréseket

folytatni, ahol már eleve hosszútávú adatsor áll rendelkezésre (pl. nagy tavaink mellett). Ilyen helyszínek például a területileg illetékes vízügyi igazgatóságok hidrometeorológiai állomásai, amelyek mérési programjában szerepel a párolgásmérés. Mindezekben a mérési helyeken biztosított az adatsorok folytonossága és azok homogenitása.

Másik felhasználási területe a kádpárolgási adatoknak a párolgásszámításra korábban megalkotott matematikai összefüggések további korrekciója, pontosítása lehet. Ehhez azonban az szükséges, hogy azokon a helyeken, ahol még működik a párolgásmérés, ott valóban ne szűnjön meg a jövőben, illetve – tájegyiségenként – néhány új állomás létesítése is kívánatos lenne. Fontos lenne a megbízható eredményt szolgáltatató automata mérőeszközök használatba vétele.

Harmadrészt a káddal történő párolgásmérés mint analóg mérési módszer – a csapadékméréshez hasonlóan – egyfajta keretet, napirendet ad a mérést végző személy mindennapi életében. A meteorológiai észleléseknél – az automata mérőrendszerek mellett – továbbra is szükség lesz – elsősorban a vizuális észleléseket illetően – személyi jelenlétre, ami mintegy kiegészítik és megerősítik az automata mérőműszerek által rögzített adatokat.

Mindezek megvalósulásához azonban elengedhetetlenül szükséges, hogy sikerüljön eredményesen megszólítani a jövőben azon személyeket, akik komoly érdeklődést és elhivatottságot mutatnak a meteorológiai és hidrológiai szakma iránt.

Irodalomjegyzék

- Ács L., 1977: Az „A” típusú kád párolgásának számítása meteorológiai adatokból. *Légekör*, 22, 70-74.
- Dunay S., 1966: Párolgásmérés „A” típusú kádakkal. *Időjárás*, 70, 337-347.
- Jákfai M. és Szudár B., 2009: Előírás földfelszíni meteorológiai mérésekre. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest.
- Meteorológiai Megfigyelések kézikönyve, 1987. Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest.
- Nováky B., 1984: Csapadék, párolgás. Vízrajzi Intézet, Budapest.
- Szász G. és Tőkei L., 1997: Meteorológia mezőgazdáknek, kertészeknek, erdészeknek. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Varga-Haszonits Z., Lantos Zs., Kalocsai R. és Szakál Tamás, 2019: A párolgás fogalma, formái és meghatározásuk. *Acta Agronomica Ováriensis* 60. különszám, 47-49., Mosonmagyaróvár. https://real.mtak.hu/192917/1/EPA03114_acta_agronomica_ovariensis_2019_ks_047-071.pdf

Internetes hivatkozások

- [1] Meteorológiai Adattár, HungaroMet Magyar Meteorológiai Szolgáltató Nonprofit Zrt., Budapest. <https://odp.met.hu/>