

Dr. Tamás János  
OPPONENSI VÉLEMÉNYE

Dr. Gribovszki Zoltán

**VEGETÁCIÓ OKOZTA NAPI INGADOZÁS A HIDROLÓGIAI JELLEMZŐKBEN ÉS ANNAK  
JELENTÉSE  
CÍMŰ DOKTORI ÉRTEKEZÉSÉRŐL**

*Az értekezés témaválasztásának értékelése.*

A Kárpát-medence a világ egyik legzártabb medencéje, ahol a hidrológiai ismertek kiemelten fontosak voltak a társadalom fenntartható fejlődése szempontjából. Napjainkban a klímaváltozás okozta szélsőségek gyakoriságának növekedésével ezen rendszer tudományos igényű vizsgálata az alkalmazkodási megoldások kidolgozásának kulcsterületévé vált. A hidrológiai folyamatok egyik legkevésbé feltárt eleme az evapotranszspiráció, annak ellenére, hogy annak fontossága és meghatározó szerepe régóta ismert. Addig azonban amíg az energetikailag lehetséges potenciális evapotranszspirációt nagyon jó közelítéssel tudja a víztudomány meghatározni, a mindennapi vízgazdálkodási gyakorlat számára alapadatnak számító tényleges evapotranszspirációt és főleg annak térbeli és időbeli eloszlását nagyon nagy bizonytalansággal képes csak becsülni. A talajvízfüggő ökoszisztémák aktuális vízkészletgazdálkodási állapotának ismerete, így az evapotranszspirációjuk (ET) pontos meghatározása, a természetvédelmi NATURA 2000-es különleges madárvédelmi területek (SPA) és különleges termőhelyvédelmi területek (SPS) biodiverzitása, a szántó, a gyepek és az erdő területek ökológiai szolgáltató képessége és produktivitása szempontjából egyaránt kiemelt jelentőségű. Az ártéri erdők szerepe az árvízvédelmi és ökológiai gazdálkodás szempontjából egy olyan területen, mint hazánk, ahol az ország területének közel negyede, a szántók közel fele árvíz (belvíz) veszélyes területen fekszik ez szintén nagy fontossággal bír.

A felszínközeli talajvízű erdőszűrt környezetben a vegetációnak, különösen jelentős hatása van a talajnedvesség és a talajvíztér szorosan összefüggő dinamikájára. Ha a vizsgálati területek kisebb vízfolyások mentén helyezkednek el, akkor a vízfolyásmenti vegetációnak a kisvízfolyások alapvízhozamára is jelentős hatása lehet. A digitális vízgazdálkodásban a regionális vagy lokális vízmérleg számítások során alkalmazott numerikus modellekben is az evapotranszspiráció pontos értékei alapvetően befolyásolják a logikailag jól felépített és számítástechnikailag is hatékonyan programozott modellek megbízhatóságát.

Ez is az oka, hogy a felszínközeli talajvízű területeken található vegetáció hatását a vízkészletekre intenzíven vizsgálták az elmúlt évtizedekben. Az evapotranszspiráció értékeinek pontos meghatározása még fontosabbá válik a klímaváltozás tendenciáit értékelve, ha figyelembe vesszük, hogy az egyre melegebb környezetben a párolgási kényszer is nőni fog.

Ez az alapja, hogy a Jelölt által bemutatott értekezés, amely hosszú idejű terepi méréssel alátámasztott összefüggéseket tár fel a talaj-talajvíz-felszíni víz- növény-mikroklíma kapcsolatrendszerben nagyrészt unikális és eredményeit tekintve hiánypótló mű.

*Az értekezés formai követelményeinek értékelése:*

A munka felépítését tekintve először a napi ingadozás jelenségét boncolgatja, majd bemutatja és rendszerezi a témával foglalkozó eddigi kutatások eredményeit, különös tekintettel a párolgás indukálta napi ciklusú hullámzásra. A dolgozat további részeiben a talajvíz, a lefolyás és a talajnedvesség napi ingadozása alapján kidolgozott saját módszerek kerülnek részletes ismertetésre, kitérve a lehetséges hibaforrásokra is. Az értekezés 96 oldal terjedelmű a függelék nélkül. A formai terjedelmi korlátokat a szerző betartotta, habár törzsszöveghez képest a 32 oldalas függelék viszont terjedelmesre sikerült. Véleményem szerint a függelék egyrésze szakirodalmi áttekintésként a törzs részbe is beépíthető lett

volna. Másrésze inkább tankönyvszerű leírásokat tartalmaz, amelyet viszont meghivatkozhatott volna a szerző. Ezzel egy még feszebb szerkesztési struktúrát tudott volna alkalmazni.

Az értekezés témájának szakirodalmi háttérét a szerző nem önálló fejezetben dolgozta fel, hanem tématerületenként. Az általa választott megoldás előnye, hogy a kritikai forrásértékelést a szerző közvetlenül az eredmények közelében végezhetette el és ezt a legtöbb helyen sikeresen oldotta meg. Tehette ezt annak a tükrében, hogy a szakirodalmi áttekintést 195 db idézett szakirodalom alapján végezte el. Ezt a majdnem teljes idézettségi kört lehetett volna még bővíteni a mezőgazdasági vízgazdálkodás területén dolgozó talajtanosok (Rajkai K., Várallyay Gy.), modellezők (Huzsvai L., Tamás J.), agro-meteorológusok (Szász G.) vonatkozó munkáival is. Néhány helyen nehezíti az olvasó további kutatómunkáját a nagyszámú szerzői nevek torlódása. Ezekben a helyeken nem lehet tudni, hogy melyik szerző mit tett hozzá akár pozitív vagy negatív értelemben az adott megállapításhoz. 2 hivatkozást (Healey and Cook 2002; Szilágyi et al. 1998) nem találtam meg a hivatkozások fejezetben, illetve 1 hivatkozást (Johnson, A.I., Prill, R.C., Morris, D.A., 1963. Specific yield – column drainage and centrifuge moisture content. US Geol Surv Water-Supply Paper) nem találtam meg a szövegtörzsben.

A magyar nyelvű értekezésben több helyen fordul elő, hogy az egyébként releváns és értékes ábrákban a szerző az angol nyelvű feliratokat megtartotta. Erre a hibára a jövőben fokozottan kell odafigyelnie. Egyébként az értekezés nyelvezete, stílusa néhány pótolható elírástól eltekintve, szabatos, magyaros, jól követhető valamint a műfaj kereteihez képest olvasmányosnak tekinthető.

Az értekezés szerkesztésekor számomra szerencsésebb lett volna, a vizsgálati területek leírását és az alkalmazott módszereket az értekezés első részében már leírta volna a szerző, ezzel a helyszínre és módszerekre vonatkozó átfedéseket is lehetett volna csökkenteni. Pozitívan értékelem a szakmai fejezetek elején megfogalmazott összefoglalókat, amelyekből az olvasó tájékozódhatott a szerző által a kutatási problémához kapcsolódó legfontosabb megállapításairól.

A formai követelményekkel kapcsolatban összeségében megállapítom, hogy azok megfelelnek az eljárás kapcsán elvártaknak.

#### *Az értekezés tartalmi értékelése:*

Egyetértek azzal a szerzői megállapítással, hogy míg az évszakos változások jellemzőinek vizsgálatával a különböző szakkikkek sora foglalkozik és a hidrológiai szakkönyvekben is ezt hosszasan taglalják, addig a talajnedvesség, a talajvízjárás és az alapvízhozam rövid periódusidejű (pl. napi) lefolyásjellemzőiről irodalmat alig találunk. A jelenlegi korszerű digitális adatgyűjtő eszközök fejlődésével azonban egyre több lehetőség adódik térben és időben nagy gyakoriságú adatgyűjtésre, amely új információt szolgáltat a napi periódusú változásokról és azok ok - okozati kapcsolatrendszeréről. Az újabb, tározómodellekkel dolgozó, a lefolyás napi ingadozásán alapuló eljárások ET értékei közelebbiek, mind a talajvíz alapú becslésekhez, mind a meteorológiai mérések alapján számított ET értékekhez. Hátrányuk viszont, hogy alkalmazásukhoz igen pontos vízhozammérések szükségesek. Az értekezés tartalmi része rendszerezte és értékelte az evapotranszspiráció okozta 24-órás hullámzást elsősorban erdővel és részben szántóval fedett területeken.

A Jelölt áttekintette a talajnedvességben, a talajvízben és a lefolyásban jelentkező napi fluktuáció alapján helyi vagy vízgyűjtő szintű evapotranszspirációt számító eljárásokat. Az értekezés első részében megállapítja, hogy a fagyás és olvadás hatására jelentkező napi ciklus a vízfolyások vízjárásában általában élesebben jelentkezik, mint a talajvízszintekben. Az értekezés témája szempontjából véleményem szerint ez az első rész inkább a források kritikai értékelése szempontjából fontos, ez azonban nem von le annak értékéből. A kutatási újdonság szempontjából a következő fejezetek számomra érdekesebbek voltak. Így a következő rész is, amikor a felszínközeli talajvízű területek (általában vízfolyásmenti zónák) talajvízállásának, vegetációs időszakban jellemző, napi ciklusú változása alapján a klasszikus White (1932) eljárást módosította. Elfogadom, hogy az új eljárás újdonsága az, hogy a korábbi módszerekkel ellentétben a napon belüli változó talajvízpótlódást is képes figyelembe venni. Dr. Gribovszki Zoltán az új eljárás két egymástól függetlenül használható változatát dolgozta ki, amelyet empirikus és hidraulikus eljárásnéven különböztetett meg. A hidraulikus módszer a talajvízszintek

napi periódusú ingadozását felhasználva egy egyszerűsített vízmérleg és a talajvízmozgás Darcy-féle megközelítése alapján számítja a talajvíz mozgását. Az empirikus módszer nem igényli a Darcy-féle egyenlet használatát, így a szivárgási tényező ismeretét sem.

Az értekezés egyik érdeme, hogy a White módszer, bár eredetileg csak a telített zóna vízforgalmának vizsgálatára készült, a bemutatott módosítás alapján figyelembe veszi valamelyest a telítetlen zónából való vízfelvételt is (minél közelebb van a talajvíz a felszínhez annál inkább). Elfogadom, azt a megállapítást, hogy a jelenség magyarázata az, hogy a kapillaris zónán keresztül a növényzet kapcsolatban van a talajvízszinttel és így a telítetlen zónából való vízfelvétel megjelenik a talajvízszint csökkenésben. A kapillaris zóna fölött nagyobb távolságra elhelyezkedő gyökérzet szívóhatása már nem érvényesül a talajvízre.

*Kérdésem:*

- **Mekkora ez a kapillaris zóna feletti nagyobb távolság és hogyan befolyásolja ezt a fajok időben változó összetétele, kora és gyökérzónájuk térbeli szerkezete és annak szívó ereje?**

A szerző a kapillaris zónából történő felvétel mellett értékeli a talajvízszint alól közvetlen talajvízből végzett vízfelvételt. Fontosak a talajvíz felé leürülő vízmennyiség, vagyis az  $S_y$  érték meghatározására tett eredményei is.

Az új eljárást először a Sopron melletti hidegvíz-völgyi kísérleti vízgyűjtő hidro-meteorológiai adatain tesztelte sikerrel. Később a kidolgozott eljárást kiterjesztették más pl. a nagyalföldi és külföldi területekre. A talajvízfelvétel becslésére a Nyírségben Hydrus 1D-modell felhasználásával talajvízfelvétel és sófelhalmozódás szempontjából hasonlított össze egy-egy szomszédos kocsányos tölgyes, illetve a Jászságban nemesnyáras és kontroll parlagterületet.

Egyetértek azzal az eredményével, hogy a bemutatott eljárás alkalmazásánál ügyelni kell arra, hogy a számításra felhasznált adatok olyan talajvízkútból származzanak, amely a vízfolyásmenti zóna szegélyétől és a vízfolyástól elegendő távolságra van.

*Kérdéseim:*

- **Milyen módszerrel határozta le ezt az elegendő távolságot és az alkalmazott módszer mellett milyen módszereket alkalmazna a jövőben a még pontosabb mérési helyek meghatározásához?**
- **A vegetáció fenológiai és egészségi állapota befolyásolta-e, illetve befolyásolhatja-e a mérés pontosságát?**

Vizsgálataival igazolta, hogy a nettó utánpótlódás ( $Q_{net}$ ) vízfolyásmenti zónában nem egy konstans érték, hanem egy változó, amelynek értéke a háttér vízszint, a vízfolyásmenti zóna és a vízfolyás vízszintjének viszonyából például a Darcy-féle összefüggés szerint számítható. Ezzel megoldást biztosított az eredeti White-módszer korlátjainak kikerülésére, ugyanis az konstans talajvíz-utánpótlódást feltételez az egész nap folyamán és azt az utánpótlódást a minimális talajvíz-utánpótlódású időszak (késő éjszaka) értékeiből számítja, amikor a háttér és a vízfolyásmenti zóna talajvízszintjeinek különbsége minimális. Az új empirikus és hidraulikus módszerek periodikusan változó talajvíz-utánpótlódással számolnak, ami maximumát a délutáni, a minimumát a reggeli órákban éri el. Új megállapítása, hogy a legnagyobb különbség a White-féle és az új módszerekkel számolt ET értékek között a nyár derekán volt a vegetációs időszakban, amikor a legnagyobb periodikus ingadozások a jellemzők a vízfolyásmenti zóna talajvízszintjében. A legkisebb a különbség pedig a vegetációs időszak elején (május eleje) és a végén (október közepe-vege), mikor a talajvízszintek változása, tehát az utánpótlódás változása is minimális.

A bemutatott eljárás segítségével sikerrel határozta meg vízgyűjtőszintű talajvíz fluktuációt az erdővel borított hidegvíz-völgyi kísérleti vízgyűjtő lefolyási adatainak felhasználásával, ahol annak helyességét numerikus modellezéssel is sikeresen tesztelte. A modellben felhasznált ET értékek és a modell kimeneti lefolyásadatainak felhasználásával visszszámolt talajvíz ET korrelációja minden

paraméterkombinációban szoros volt, így a modellparaméterek egyszerű kalibrálásával más áramképeknél is pontos ET értékek visszanyerhetők.

Az értekezés további részében sikerrel bizonyította, hogy a korábbi tradicionális módszerrel és a White (1932) módszerrel talajnedvességre adaptált becsült ET értékek jelentősen alatta maradtak az új módszerrel számított ET-nek. Egyetértek azzal a megállapítással, hogy a különbség oka a korábbi módszerek nem megfelelő utánpótlódás becslése miatt jelentkezett. A szerző által kidolgozott módszer elsősorban a talajvíz feláramlási zónákra hasznosítható és itt jelentősen pontosítja a talajnedvességmérésen alapuló ET becslést.

A kutatás előnye volt, hogy az elvégzett nagy időbeli gyakoriságú, teljes talajnedvesség profilra (terepfelszíntől a talajvízszintig) kiterjedő talajnedvesség-mérések és az ezzel párhuzamos talajvízszintmérések, lehetőséget adtak az egyik legnagyobb bizonytalansági adatforrás az Sy akár napon belüli változásának meghatározására. A kapcsolt talajnedvesség és talajvízszintmérések alapján számított Sy értékeket tradicionális módszerekkel meghatározott Sy értékekkel vetette össze, a diurnális módszerekhez leginkább megfelelő egyszerű eljárás kiválasztása céljából.

A számítások alapján lehetősége volt az Sy paraméter időbeli dinamikájának vizsgálatára, elsősorban a leürülésre rendelkezésre álló idő függvényében.

Az V.2. részben Nachabe et al. (2003) hivatkozva idézi, hogy a reziduális víztartalom értékére a mezőgazdasági gyakorlatban a szántóföldi vízkapacitást, mint a víztartóképeségi vagy másképpen pF görbe egy jellemző pontját fogadják el. Megjegyzem ezt a pontot a magyar szakirodalomban a pF 2.5 (-0,33 bar) értékéhez rendelt szabadföldi vízkapacitásként ( $V_{Ksz}$ ) használják.

A szerző helyesen felhívja a figyelmet arra, hogy a csapadék felülről történő utánpótlódása megzavarhatja a napi ingadozást, amelyet kihagyott az elemzésből. A vizsgált területen álló növényállomány intercepciós tározási kapacitását 3 mm-re becsüli, illetve alkalmaz 1-2 nap késleltetési tényezőt is a nagycsapadékokat követő az adatsorokban.

*Kérdésem:*

- **Hogyan értékeli, milyen mértékű hibát okozhat eredményeinek interpretációjában a csapadék intenzitás, az intercepció, az avarszint eltérő módosító hatása?**

Az értekezés egyik erősségeként ismerem el a műszeres analitikai módszertani fejlesztések területén bemutatott eredményeket. Teljesen osztom azt a megállapítását, hogy nagyon fontos a pontos, mesterséges hibahatásoktól mentes mérés. Rámutat arra, hogy a nagy érzékenységgű vízállás mérésére igényli a légnyomást, és a hőmérsékletet kompenzáló nyomáscsökkentőket. Szintén fontosak az Sy érték mérési módszereinek összehasonlító értékelését bemutató adatai. Helyes azon várakozása, hogy a javasolt módszerek alkalmazásának lehetőségei a jövőben valószínűleg nőni fognak, ahogy a talajnedvesség, a talajvíz és a lefolyás nagyobb gyakoriságú folyamatos monitorozása egyre megbízhatóbbá és olcsóbbá válik.

*Kérdésem:*

- **Milyen módszert (módszereket) ajánlana egy gyakorló erdésznek és egy kutatóknak az Sy érték meghatározására?**

Összeségében megállapítom, hogy a fogyó mezőgazdasági területek és az erdők fontosságának növekedése miatt hazánkban is folyamatosan felértékelődnek a hidrológiai szempontok. Az erdőművelés vízgazdálkodás gyakorlatának megtervezéséhez és üzemeltetéséhez fontos önálló elméleti és gyakorlati eredményeket szolgáltatott az értekezés.

*Az értekezés téziseit új tudományos eredményként ismerem el. Összevonásra javaslom az I. és a III. téziseket. Megjegyzem a tézisek tartalmának megítélését tovább javított volna, ha azokba az értekezésben leírt számszerű adatait is belefoglalja.*

*Az értekezés kijelölt opponenseként megállapítom, hogy az önálló új tudományos eredményeket fogalmazott meg. Az értekezés megfelel az MTA DSc eljárásában megfogalmazott feltételeknek és sikeres védés esetén javaslom az értékelő bizottság számára az MTA doktora cím megítélését.*

*Debrecen, 2023. 03. 22.*

*Prof. Dr. Tamás János  
MTA doktora*