

# TALAJVÍZSZINT-SÜLLYEDÉSEK A DUNA—TISZA KÖZÉN

*Major Pál\**

## 1. ELŐZMÉNYEK

A VITUKI Talajvízhidrológiai Osztályán az 1960-as évektől kezdődően havonként "Talajvízállás Tájékoztató Térképek" készültek. Ezeken az 1970-es évek elején a Duna—Tisza közén egy nagy kiterjedésű, azóta folyamatos talajvízcsökkenést kísérhettünk figyelemmel, olyat, amely eltért az addigi megfigyelésektől.

A talajvízszint-süllyedés maximális értékei 1990-re már a 3 métert is meghaladták. A süllyedések területi eloszlása a Duna—Tisza közének látszólag egy geológiai szerkezethez igazodó területét jelölték ki; az ettől eltérő területeken ezek a jellegzetes és jelentékeny talajvízszint-süllyedések nem tapasztalhatók. Megállapítható, hogy a hatásaiban jelentős, ilyen mértékű talajvízszint-süllyedés az országban csak itt, a Duna—Tisza közén fordult elő.

A jelenség mostani tárgyalása során két kérdéssel foglalkozom.

Először röviden ismertetem a VITUKI-nak a síkvidéki erdők talajvízszintre gyakorolt hatásáról a Komlói Imre kísérleti telepen végzett vizsgálatait eredményeit. A második kérdés tárgyalása során a VITUKI-ban tett megállapítások alapján vázolom a süllyedések feltételezhető okait, és egy módosított vízháztartási vizsgálattal igyekszem kimutatni az egyes hatótényezők süllyedést előidéző hatását.

## 2. SÍKVIDÉKI ERDŐ HATÁSA A KÖRNYEZET TALAJVÍZJÁRÁSÁRA

*A síkvidéki erdők főbb hatásai az alábbiak szerint foglalhatók össze:*

- növeli az adott területen a talajvízből történő evapotranspirációt, és ezzel együtt növekszik a terület tényleges párolgása is,
- csökkenti a tényleges beszivárgást, azaz a talajvizet elérő beszivárgás értékét, elsősorban az intercepciós jelenségek útján,
- a fenti két hatás eredményeképpen *a síkvidéki kisebb kiterjedésű erdőterület alatt és közvetlen környezetében az erdő hatására talajvízszint-süllyedés áll elő;*

---

\* *Major Pál ny. tudományos osztályvezető, Vízgazdálkodási Tudományos Kutatóközpont, Budapest.*

- az erdő sűrűsége és az erdő életkora lényeges befolyást gyakorol a fenti-ekben vázolt hatásokra.

Az erdők talajvízszint-süllyesztő hatását irodalmi adatokkal is alátámaszthatjuk (Schoeller 1962). A hatások számszerű kimutatásához a VITUKI Komlói Imre kísérleti telepén, az ún. kúts csoportos módszerrel számítottuk a talajvízháztartási paramétereket, elsősorban a talajvízből történő párolgást ( $E_{IV}$ ) és a tényleges beszivárgást ( $B_{IV}$ ). A síkvidéki erdő hatását az 1960-1970 közötti időszak adataival igyekszem megvilágítani.

Az 1. táblázatban feltüntettem az évenként meghatározott  $B_{IV}$  és  $E_{IV}$  értékeket, egy 100x100 méteres, egy 500x500 méteres, egy háromszög alakú és egy szabálytalan négyszög alakú területre. Ebben a sorrendben az egyes területeken csökken az erdő területe, s egyben növekszik a tisztások területe. A táblázatban az egyes évek évi csapadékösszegét is feltüntettem.

1. táblázat. A tényleges beszivárgás ( $B_{IV}$ ), a talajvízpárolgás ( $E_{IV}$ ) és a csapadék éves értékei (mm-ben) a Komlói Imre telep különböző erdőszültségű kísérleti területein

Év	100x100 m	500x500 m	Háromszög	Szabálytalan négyszög	Csapadék
1960 $B_{IV}$	132	108	150	192	562
$E_{IV}$	219	187	114	105	
1961 $B_{IV}$	188	196	346	177	421
$E_{IV}$	319	250	139	40	
1962 $B_{IV}$	88	112	236	260	478
$E_{IV}$	303	196	27	22	
1963 $B_{IV}$	148	183	319	347	616
$E_{IV}$	287	195	19	18	
1964 $B_{IV}$	66	103	307	352	669
$E_{IV}$	242	146	13	16	
1965 $B_{IV}$	131	191	450	559	652
$E_{IV}$	199	145	15	0	
1966 $B_{IV}$	261	313	532	604	844
$E_{IV}$	264	230	43	30	
1967 $B_{IV}$	153	231	472	611	618
$E_{IV}$	346	286	37	14	
1968 $B_{IV}$	35	30	212	306	384
$E_{IV}$	384	225	32	16	
1969 $B_{IV}$	137	188	191	346	593
$E_{IV}$	365	219	60	36	
1970 $B_{IV}$	191	292	386	386	690
$E_{IV}$	330	255	89	62	

A táblázat adataiból látható, hogy az erdősültség csökkenésével csökken a talajvízből történő párolgás-értéke és növekszik a beszivárgásé. Ez egyértelműen az erdő beszivárgást csökkentő és párolgást növelő hatását mutatja.

Vízháztartási számításokkal a tényleges beszivárgás és a talajvízből történő párolgás ismeretében számítható a tényleges területei párolgás értéke, ami a vizsgált 100x100 és 500x500 méteres területünk esetében általában meghaladta az évi csapadék értékét. Ez a látszólagos ellentmondás csak úgy oldható fel, ha feltételezzük, hogy a párolgáshoz hiányzó csapadék oldalirányú szivárgással pótlódik, amit az erdő a talajvízszint süllyesztésével állít elő. A Komlói telepi erdők és környezete talajvízszint-vonalai 1970 decemberében azt mutatják, hogy az eredetileg hátsági talajvíz-környezet módosul az erdő szivattyúzása hatására. A telep környéki geológiai adottságok ismeretében a beáramlás mennyisége az erdő területére mintegy évi 90-110 mm-re becsülhető. Az erdőre hullott csapadék szinte teljes egészében elpárolog, mert a terület lefolyástalanná vált, és az - itt nem részletezett vizsgálatok szerint - ezen a területen nincs, vagy csak elhanyagolható mértékű a talajvízből történő függőleges leáramlás. Csak érintőlegesen említettem meg, hogy az üzemi vizsgálatok alapján a lombos erdő évi intercepciója meghaladja a 20 %-ot, a tűlevelű erdő pedig megközelíti a 40 %-ot.

A Komlói Imre talajvízkísérleti területen, illetve a kömpöci kísérleti területen kútcsoportos vizsgálatokkal meghatározott értékekből arra a következtetésre juthatunk, hogy az erdőn kívüli területek tényleges párolgását jó közelítéssel Turc összefüggése alapján számíthatjuk, aki szerint a tényleges évi evapotranspiráció  $E$  (mm), az évi mm-ben kifejezett CS csapadék és a  $T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) évi átlagos középhőmérséklet függvényében (1):

$$E_{tp}^T = \sqrt{\frac{CS}{0,9 + \frac{CS^2}{K^2}}}$$

ahol  $K = 300 + 25T + 0,05T^3$ .

A vizsgálatok során úgy értékeltük, hogy a Duna—Tisza közti viszonyokra, vagyis az általában homokos fedőrétegű területekre jó eredménnyel alkalmazhatjuk az (1) összefüggést az alábbi módosítás szerint.

Erdős területekre (2):

$$E_{tp}^e = a \cdot E_{tp}^T$$

ahol az "a" értéke a 100x100 méteres vizsgálati területre 1,8, míg az 500x500 méteresre 1,62.

Az erdőn kívüli területre az 1970 előtti talajvízszint-süllyedés nélküli esetekben  $a=1,13$ .

Itt kell megjegyezni, hogy az erdőn kívüli területek esetében a talajvíz szintjének csökkenésével csökken a talajvízből történő párolgás, míg a tényleges beszivárgás évi összege lényegében változatlan. Ezeket a változásokat korábbi vizsgálataim alapján a függőleges vízforgalom, ún. mélységfüggvényeivel vehetjük figyelembe (Major, 1979). Ugyanakkor újabb VITUKI-vizsgálatok arra az eredményre vezettek, hogy erdős területeken a talajvízszint süllyedése nem idéz elő lényeges talajvízből történő párolgás csökkenést, mert valószínűleg az erdő gyökérzete képes a süllyedő talajvizet követni (VITUKI 1986).

Ugyancsak a kútcsoportos vizsgálati eredmények általánosításával határozhatjuk meg vizsgált Duna—Tisza közti területeinken a tényleges beszivárgás empirikus összefüggését erdős területre (3):

$$B^{\circ}_v = -0,00033 CS^2 + 0,88 CS - 258,33$$

Az erdőn kívüli területeken a tényleges beszivárgás értéke 4/3-szorosa az erdő területén történő beszivárgásnak.

### 3. A DUNA—TISZA KÖZI TALAJVÍZSZINT-SÜLLYEDÉSEK VIZSGÁLATA

A térség földrajzi, hidrogeológiai, meteorológiai és hidrológiai adottságait vizsgálva az alábbi következtetések állapíthatók meg a tapasztalt talajvízszint-süllyedéssel kapcsolatban:

- a Duna—Tisza közének meghatározott területein országosan egyedülálló, nagymértékű talajvízállás-süllyedés állt elő,
- a süllyedések lényegében az 1970-es évek elején kezdődtek, 1971-1975 közötti időszakban kisebb, majd utána nagyobb intenzitással folytatódtak,
- az 1971-1975-ös periódustól kezdve a csapadék évi összegei kezdetben kisebb, később nagyobb mértékben csökkentek, a 70 éves átlaghoz viszonyított csapadékhiány az 1971-1985 közötti 15 év alatt egyes helyeken meghaladta az 1000 mm-t is,
- az erdőterületek növekedése természetesen növelte a tényleges párolgás értékeit (feltűnő az erdők és a legnagyobb talajvízszint-süllyedés területeinek jó egyezése),
- a rétegvizeket érintő ivóvízkitermelés folyamatos, nagymértékű süllyedést idézett elő a rétegvizek nyomásszintjében, a depresszió területe nyilván igazodik a jó vízvezetőképességű és nagy vastagságú rétegek területéhez, amelyeknek elterjedése feltűnő egyezést mutat a talajvízsüllyedések területével,
- a Solti-síkságon, ahol a fenti három talajvízszint-süllyesztő hatás közül csak a meteorológiai hatások érvényesülhettek, hiszen itt erdő alig van, a

durvaszemcsés talajvíztartó rétegeket alul általában közel vízzáró rétegek zárják le (Schmidt E.R. 1961), nem tapasztalható jelentős süllyedés, tehát önmagában az aszályos időszak még nem lehetett oka a talajvízszint-süllyedésnek,

*a Duna—Tisza között tapasztalt nagyobb mértékű talajvízszint-süllyedések a meteorológiai helyzet, az erdő és a rétegvizekből történő nagymértékű vízkitermelés együttesen jelentkező hatásaira alakultak ki,*

lehetségesnek tartjuk, de egyelőre számításokkal nem tudjuk bizonyítani, hogy ma már külső beavatkozás nélkül, csupán a meteorológiai viszonyok kedvezőbb alakulásával, önmaguktól nem állnak vissza az 1970-es évek előtti talajvízszintek.

#### 4. VÍZHÁZTARTÁSI VIZSGÁLATOK

A talajvízháztartási elemek más-más módszerrel és megbízhatósággal számíthatók, és az egyes elemek nagyságrendje is eltér. Így az alábbi vízháztartási számítások elsősorban azt a célt szolgálják, hogy beépítve a vízháztartási egyenletekbe a meteorológiai hatásokat és az erdők növekedésének növekvő evapotranspirációs értékeit, meghatározzuk *a talajvízből a mélységi vízrétegek felé történő utánpótlódás mértékét*, és ezt összehasonlítjuk a rétegvíz-kitermelés matematikai modellezése útján nyert eredményekkel. Ez utóbbiak azt mutatják, hogy a talajvízből történő utánpótlódás évente kb. 15 mm. Ha tehát vízháztartási számításaink is ilyen nagyságrendű talajvíz-leáramlást határoznak meg, akkor azt mondhatjuk, hogy feltehetőleg minden lényeges hatótényezőt figyelembe vettünk, és a talajvízháztartás elemeit nagyságrendileg jól becsültük meg.

Vizsgált területünk a Dunavölgyi-főcsatorna és a Tisza között fekszik, északon a Tápió és - Budapest alatt - egy önkényesen választott vonal, míg délen az országhatár határolja. Ezt a területet két részre osztottuk az Orgovány—Bugac—Kiskunfélegyháza közelében megrajzolható talajvízáramlási vonalakkal. Az I. jelű az északi, a II. jelű a déli terület.

A vízháztartási egyenlet felírásakor az egyes tényezőket mm-ben fejezzük ki. Jelöléseink az alábbiak:

- Cs - csapadék,
- $E_p$  - a tényleges evapotranspiráció,
- $E_{iv}$  - az  $E_p$ -nek a talajvízből származó része,
- $B_{iv}$  - a tényleges, a talajvizet elérő beszivárgás,
- L - a területről történő elfolyás,
- M - a mélységi vizek felé történő leszivárgás,
- ▲V - a t idő alatt bekövetkezett talajvízkészlet változás.

Eleve feltételezzük tehát, hogy - a vizsgált ötéves időszakokban - a nedves-ségtározódás elhanyagolható, nincs talajvíz-hozzáfolyás, hiszen a Dunavölgyi-főcsatorna leszívja a hátság felől érkező vizeket és átlagosan ez jellemzi a Tiszát is, az áramvonal-határokon keresztül pedig nincs átszivárgás. A mélységi vizekből történő feláramlást éppen a vízkitermelés következtében előálló nyomásszint-csökkenések miatt elhanyagolhatjuk. A talajvízből történő vízkitermelést és a felszínen történő tározódást is elhanyagolhatónak tartjuk.

A vízháztartási egyenlet a talaj felszínével határolt talajhasábra (4):

$$C_s + \Delta V = E_{tp} + M + L$$

A talajvízszinttel határolt talajhasábra pedig (5):

$$B_{tv} + \Delta V = E_{tv} + M + L$$

A (4)-ből és az (5)-ből kifejezve  $(M+L)$ -t azt kapjuk, hogy (6):

$$E_{tv} = B_{tv} + E_{tp} - C_s$$

A (6) egyenlet módot nyújtott arra, hogy a meteorológiai adatok ismeretében, illetve azok változásának függvényében megbecsüljük a talajvízből történő évi párolgás mennyiségét.

A vízháztartási tényezők ismeretében elsősorban a talajvízből a mélységi vízkitermelés számára leszívargó utánpótlás mennyiségét ( $M$ ), illetve annak változását kívántuk megbecsülni. Az (5)-ből (7):

$$M = B_{tv} + \Delta V - E_{tv} - L$$

Tekintettel, hogy az előzőekben tett megállapítások szerint a regionális talajvízfelszín-süllyedések valamikor a 70-es évek elején kezdődhettek, így a vízháztartási vizsgálatot két időszakra, az 1976-1980-as és az 1981-1985-ös évekre végeztük el. Nem részletezve a számításokat, csupán a következőket említem meg:

- a csapadék és a hőmérséklet értékeinek meghatározásánál a következő meteorológiai állomások adatait vettem figyelembe: Monor, Cegléd, Kecs-kemét, Baja, Kiskunfélegyháza, Kistelek,
- az I.jelű terület 5 150 km<sup>2</sup> kiterjedésű, amelyen 1976-1980 között 773 km<sup>2</sup>, 1981-1985 között 876 km<sup>2</sup> erdővel számoltunk, míg az 5 496 km<sup>2</sup>-es II.területen 823 km<sup>2</sup>, illetve 933 km<sup>2</sup> erdővel,
- a talajvízkészlet-változást a vizsgált időintervallumokra (1971-1975, 1976-1980 és 1981-1985) szerkesztett süllyedések izovonalas ábrázolásából számítottuk, meghatározva a terület talajvízállás észlelései alapján a talajvíztartó rétegek szabad hézagterefogatát (átlagosan  $n_0 = 0,18$ ).

- a függőleges vízforgalmat (párolgás, beszivárgás, intercepció) és ezek mélységgel történő változását a VITUKI kutatási eredményei alapján számítottam,
- a felszínalatti lefolyás értékét a Dunavölgyi-főcsatorna felé szivárgászámítással, míg a Tisza felé az 1970-es években végzett tríciumtartalom-elemzésen alapuló vizsgálatokkal (Deák,1975) határoztam meg, az intervallumok között nem téve különbséget.

A 2. táblázatban összefoglaltam a vízháztartási elemek számított értékeit. A táblázat adatai között zárójelben szerepelnek azok az értékek, amelyeknek számítása során az erdő párolgását az előzőek alapján 1,80-as szorzóval vettem figyelembe. Nem lehetett felmérni a Duna—Tisza közti erdők állapotát, de az a meggyőződésem, hogy a reálisabb értékek valahol a két számított érték között kell lenni. A táblázatból kitűnik, hogy nagyságrendileg a számított "M" értékek megegyeznek a rétegvízkitermelés matematikai modellszámítási eredményeivel.

*A vízháztartási vizsgálat eredménye úgy értékelhető, hogy az igazolta azt a feltevésünket, hogy a Duna—Tisza között tapasztalható nagyobb mértékű talajvízszint-süllyedést a meteorológiai körülmények kedvezőtlen alakulása, az evapotranspirációt növelő vegetáció területei növekedése és a rétegvízkitermelés fokozódása együttesen idézte elő.*

2. táblázat. Átlagos vízháztartási elemek (mm/év)

mm, C°	1976—1980		1981—1985	
	I. terület	II. terület	I. terület	II. terület
CS	518	533	448	496
T C°	7,7	10,1	10,4	10,4
$E_{\text{sp}}^T$	400	412	375	399
$B_{\text{z}}^e$	109	117	70	97
$B_{\text{z}}^k$	145	156	93	129
$B_{\text{z}}^T$	140	150	89	124
$E_{\text{sp}}^e$	648 (720)	667 (742)	608 (675)	646 (718)
$E_{\text{sp}}^k$	452	466	388	413
$E_{\text{z}}^e$	239 (311)	251 (326)	230 (297)	247 (319)
$E_{\text{z}}^k$	79	89	33	46
$E_{\text{z}}^T$	103 (113)	113 (124)	66 (78)	80 (92)
▲V	2,8	3,8	10,3	14,2
L	23,7	23,6	23,7	23,6
M	16,1 (6,1)	17,2 (6,2)	9,6 (-2,4)	34,6(22,6)

## 5. JAVASLATOK

Javaslataink megtétele során figyelembe kell vennünk, hogy mind a Duna—Tisza közi ivóvízellátás, mind a mezőgazdasági termelés veszélyeztetve van.

Ha a vízháztartási tényezők számértékeit és azok időbeli változását vizsgáljuk, akkor arra a következtetésre kell jutnunk, hogy mind az ivóvízellátás, mind a mezőgazdaság problémáinak megoldását jelentheti, ha növelni tudjuk a talajvízből a rétegvíz felé történő utánpótlódás mennyiségét, ha csökkenteni tudjuk a rétegvízről történő ivóvízkitermelés mennyiségét, és ha a továbbiakban nem növeljük számottevő mértékben a nagyobb mértékű evapotranspirációt előidéző vegetációs területeinket. Az a gondolat alakulhat ki bennünk, hogy a Dunából származó és a Duna—Tisza közére juttatott vízpótlás, illetve talajvízdúsítás, megoldást jelenthet az ivóvíz pótlására, esetleg felszíni vízkitermeléssel, növelheti a talajvízkészletet és nem utolsó sorban öntözővizet biztosíthat a Duna—Tisza közén a mezőgazdasági termelés biztonságának javítása érdekében.

Ezekkel a vízpótlási kérdésekkel megítélésem szerint akkor is foglalkozni kellene, ha a vázolt talajvízszint-süllyesztési jelenségek okaként egyedül csak az aszályos időjárást tehetnénk felelőssé, ugyanis ilyen hosszú idejű, kedvezőtlen hatások csökkentése, illetve megszüntetése mindenképpen kívánatos.

Feltétlenül szükségesnek kell tartanunk, hogy megbízhatóbb és részletesebb vizsgálati eredményekkel megbízhatóbb módon tudjuk eldönteni a talajvízszint-süllyedést előidéző egyes hatások súlyát a süllyedés alakulásában. Ehhez megítélésem szerint *az alábbi vizsgálatok elvégzése szükséges:*

- össze kell gyűjteni és fel kell dolgozni a vizsgált területre vonatkozó összes csapadék és más szükséges meteorológiai tényező adatait,
- vizsgálatokat kell végezni különböző korú és sűrűségű erdők és gyümölcsösök talajvízre gyakorolt hatásáról,
- össze kell gyűjtenünk az erdők és gyümölcsösök területének térbeli és időbeli alakulására vonatkozó megbízható adatokat,
- részletesebb területi bontásban újra el kell végezni a vízháztartási vizsgálatokat, kiterjesztve azokat az esetlegesen szóbajöhető mesterséges vízpótlás területi eloszlási értékeinek meghatározására is,
- adatokat szükséges gyűjteni a különböző talajadottságú területeken, a különböző mélységű gyökérszónák nedvességellátottságáról.

### IRODALOM

- DEÁK J. 1975: Izotóptechnikai módszerek alkalmazása a Tiszántúlon, a talaj-, mélységi- és felszíni víz kapcsolatának vizsgálatára. — VITUKI Beszámoló, 1972. Budapest.
- MAJOR P. 1979: Víztermelés hatása a talajvízháztartásra. — Magyar Hidrológiai Társaság vándorgyűlése, Keszthely.
- SCHMIDT E.R. (szerk) 1961: Magyarország Vízföldtani Atlasza. Budapest, MÁFI.
- SCHOELLER, H. 1962: Les eaux souterraines, Paris, Masson.
- VITUKI összefoglaló jelentés, 1986: A Duna—Tisza közi talajvízszint-süllyedések vizsgálata. Bp.