

Természetes és mesterséges hatások a talajvízjárásra Budapest területén

Talajvíz

Dr. Hajnal Géza*

Hogyan definiáljuk a talajvizet? Milyen hatással van rá a csapadék? Urbanizált környezetben hogyan módosul a talajvízjárás? Ezekre a kérdésekre keressük a választ cikkünkben.

1. Definíció

Az elmúlt években első-, harmad-, negyedéves és levelező építőmérnök hallgatókat oktattam geológiára és hidrogeológiára, valamint negyedéves gépészeket környezetföldtanra. A szóbeli és írásbeli számonkérések alkalmával a „talajvíz” volt az egyik olyan témakör, melyről a diákság döntő többsége nem tudott egyebet az általános iskolában és a középiskolában megtanult anyagnál. Pedig az előadások és gyakorlatok látogatottsága nem tekinthető alacsonynak, a 80 százalékot közelítette. Mégis a „Mit nevezünk talajvíznek?” kérdésre, automatikusan „Az első vízzáró réteg feletti víz.” választ kaptam, szakra, évfolyamra való tekintet nélkül. „És ha nem található vízzáró réteg a felszín közelében?” – kérdeztem. „Vagy, ha rögtön vízzáró réteg van a felszínen?” Nyomás alatti talajvízről a leendő mérnökök – állításuk szerint – nem is hallottak.

Látható, hogy a pontos definícióhoz a vízzáróság nem megfelelő és elegendő fogalom. Idézzük fel a szakma néhány jeles képviselőjének meghatározását Rétháti Talajvíz a mélyépítésben (1974) című könyvéből:

„Talajvíznek nevezzük azt a földfelszín közelében elhelyezkedő föld alatti vizet, ami a laza üledékes kőzetek szemcsék közötti hézagait összefüggően kitölti, a nehézségi erő és a hidrosztatikus nyomás hatása alatt áll, és készletében a felszíni befolyásoló tényezők hatására gyakori, közvetlenül érzékelhető változások állnak elő.” (Ubell 1959)

„Talajvíznek nevezzük azt a felszín közelében levő felső vízáradó rétegben elhelyezkedő vizet, amelyre számottevően hatnak a meteorológiai viszonyok, s ezért hőmérsékleti, kémiai viszonyai változnak.” (Juhász 1967) Juhász húsz évvel később tovább pontosította meghatározását: „Talajvíznek nevezzük a felszín alatti összefüggő víztömegből a Föld felszíne közelében levő teljes tömegében a neutrális zóna felett elhelyezkedő felső vízréteget, amelyre nagymértékben hatnak a meteorológiai viszonyok úgy, hogy a csapadéknak csak az aerációs zónán keresztül kell lejutnia a talajvízbe, és helyben, közvetlenül a talajvíz tömegéből is történik párolgás... Porózus és nem karsztosodott hasadékos kőzetben egyaránt előfordul.” (Juhász 1987)

Kovácsnál (1970) jelenik meg először a fent bírált vízzárósággal összefüggésbe hozható megfogalmazás: „A talajvíz a felszín közelében, a vizsgált területre jellemző első, nagy kiterjedésű, összefüggő vízzáró réteg fölött levő laza kőzetekben – szemcsés és kötött üledékekben – tározódó víz.” Fontos megállapítani, hogy a „nagy kiterjedésű” szóösszetétel a diákság fejében nem létezik, pedig így már ez a definíció sem annyira pontatlan. Rétháti idézett könyvében utal arra, hogy a mérnöki és a geológusi szóhasználat is különböző, és jelzi, hogy a külföldi szakirodalom sem egységes a talajvíz meghatározásával kapcsolatban.

2. Csoportosítás

Anélkül, hogy a fenti citátumok etimológiai elemzésébe kezdenénk, láthatjuk, hogy a definíció részben a csoportosítás szempontjai szerint alakult.

A három leggyakoribb szempont az osztályozásnál:

1. A víztartó rétegek kőzet/talaj tulajdonságai szerint
2. A felszíni viszonyok érvényesülésének hatásai szerint
3. A felszín alatti hőmérsékleti viszonyok szerint

A legjobban áttekinthető és a hidrogeológiában legelfogadottabb csoportosítást Kovács (1970) készítette, melyet táblázatos formában, egyszerűsítve közlök.

1. táblázat Felszín alatti vizek csoportosítása

A fenti három szempontból tehát kettőt egyidejűleg figyelembe vesz ez a fajta osztályozás.

Rétháti a talajvíz megjelenési formáit négy csoportba sorolja:

- a., a víztükör nyomásviszonyai szerint
- b., a vízjárást szabályozó hatások szerint
- c., az évi vízjárás jellemzői szerint
- d., a víztükör geometriai helyzete szerint

A második csoport kiemelendő, melyet több évtizedes munkássága eredményeként további három részre osztott:

1. zavartalan vízjárású
2. természetes hatások és
3. mesterséges hatások által befolyásolt talajvízre. (Rétháti 1974)

Ennek jelentőségére a későbbiekben visszatérek.

Ubell (1959) a talaj/kőzet víztartósága szerint ötféle csoportot (a., hegyvidékek vápái, völgyei, b., hegységek lábainál elhelyezkedő víztartó homok, c., löszalji talajvizek, d., síkvidéki talajvíztartó rétegek, e., folyóvölgyek kavicssteraszai) különít el, melynek megközelítési módja a földtudományokhoz áll közelebb, de nagyobb területek vizsgálatakor mérnökök is hasznosíthatnák.

Juhász 1987-es meghatározása implicit magában foglalja a hőmérséklet (meteorológiai viszonyok) szerinti osztályozást, mely szerint a neutrális zónáig talajvízről, alatta rétegvízről beszélünk.

1. ábra A talajvíz hőmérsékletének alakulása a terep alatti mélység és az idő függvényében (Léczfalvy 1977)

3. Csapadék és talajvíz kapcsolata

A felszíni hatások közül a legtöbben a csapadék szerepét vizsgálták. Ennek okai: az egyszerű mérési mód, a könnyen hozzáférhető hosszú adatsorok és a hidrológiai statisztika nagy hagyományai. Szakvélemények szintjén leggyakrabban a talajvízjárás grafikonja alá illesztik a csapadék mennyiségeket. Külön fejezetet érdemelne a mérési módok és az ábrázolási technikák összevetése, például, hogy melyik paramétert milyen gyakorisággal mérjük, mit mivel lehet összekötni, grafikonon, vagy hisztogrammon ábrázoljuk-e az adatokat, stb. Gyakran első ránézésre látható, hogy a csapadék és talajvíz görbe tendenciái között nincsen kapcsolat, ezért is próbálkoztak a kutatók egyéb törvényszerűségeket, összefüggéseket keresni. A teljesség igénye nélkül felsorolok néhányat:

- a téli (XI, XII, I, II havi) csapadék arányának figyelembevételével (Bogárdi 1953, Rétháti 1974)

- zavartalan vízjárású kutak kiválasztásával (homogenitás és egyöntetűség vizsgálat a relatív vízállások összehasonlításával) (Rétháti 1974, Prajczner-Winter 1984)
- évi és téli csapadékösszegek öt- és tízéves mozgóátlagainak vizsgálatával (Prajczner-Winter 1984, Paál 1984)

Az átfogó, nagy területekre (például Budapestre, sőt az egész országra) vonatkozó számítások azonban egyre kevésbé hozták a várt eredményeket, ami a kutatókat eleinte óvatos megfogalmazásokra ösztönözte:

„Az utóbbi évtized magas talajvízállásának kialakulásában nem csak a csapadék vett részt.”
 „Az utóbbi három csúcs (*csapadék – a szerk.*) hatása a talajvízállásban megtalálható, de az utóbbi évtized magas talajvízállás indokát a csapadékidősorokban nem találtuk.” (Prajczner-Winter 1984)

„A pesti talajvízszint a budainál nagyobb mértékben emelkedik, különösen az utolsó 10-15 évben. Pesten 40 év alatt átlag 40 cm az emelkedés, de ennek háromnegyed része az utóbbi időszakban következett be, míg Budán az összeg mintegy 15 cm, melyből 10 cm esik az időszak végére. Ez az emelkedő tendencia a közelmúlt idő évi csapadék összegével nem hozható kapcsolatba.” (Paál 1984)

4. Mesterséges hatások

A matematikai és hidrológiai megfontolások eredménytelensége, vagyis, hogy sok esetben nem sikerült kimutatni a csapadék hatását a talajvízre, előtérbe hozták a mérnöki szemléletmód elterjedését a kutatásoknál (Karácsonyi 1988, Paál és munkatársai 1982, 1983, Scheuer – Tóth 1981). Karácsonyi a csatornahálózatból kilépő veszteségeket vizsgálta, azonban a vízellátás tényleges hálózati veszteségeivel nem számolt. Bár Paál és munkatársai továbbra is árnyaltan fogalmaztak, amikor az írták: ***a talajvízjárást alapvetően természeti hatások alakítják, és mesterséges hatások befolyásolják***, de máig érvényes – sajnálatosan tananyagban kívüli! - csoportosítást készítettek a befolyásoló tényezőkről.

I. elkerülhetetlen és általános hatások

- | | |
|------------------------------|-------|
| 1. területfeltöltés | növel |
| 2. beépítés, felületburkolás | növel |

II. káros mellékhatások

- | | |
|--|----------|
| 1. vízellátás és csatornázás területi eltérései miatti „olló” | növel |
| 2. víznyomó csövek tényleges hálózati vesztesége | növel |
| 3. csatorna infiltráció | csökkent |
| 4. csatorna exfiltráció | növel |
| 5. lakóterületek, üzemek belső víz- és csatornahálózatának hibái | növel |
| 6. szikkasztás | növel |
| 7. csapadékelvezető árkok megszüntetése | növel |

III. egyedi és helyi jelentőségű hatások

- | | |
|------------------------------|----------|
| 1. vízkivétel létrehozása | csökkent |
| 2. vízkivétel megszüntetése | növel |
| 3. bányanyitás, vízelészívás | csökkent |
| 4. bányabetöltés | növel |

5. metró „mélydrain” üzemben	csökkent
6. metró „mélydrain” hatás után	növel
7. talajvíz áramlási irány lezárása, szűkítése (pl. résfallal, csatornával)	növel
8. ugyanez helyi átvezetéssel (Paál 1982)	csökkent

A Főmterv munkatársai a Várhegyet és az ott található barlang-, üreg- és pincerendszert is vizsgálták a vizesedés szempontjából, és az ásott kutak vízállásainál is a csepegő vizek minőségénél kimutatták a csapadékon túli növelő hatásokat, és meghatározták a közművek veszteségeinek arányát a beszivárgásnál.

5. Vár / Közműveszteségek / Példák

A vári vizsgálatok folytatásával lehetőségem nyílt a víznyomócsövek tényleges hálózati veszteségei, a csatorna exfiltráció mennyisége és a távhővezetékek adatainak rendszerezésére, és az előző fejezetben említett arányok pontosítására (Hajnal 2002a, 2002b, 2002c, 2003). A közművállalatok, amennyiben nem mérik egy adott területen a veszteségeket, azt az ökolétszabályt alkalmazzák, hogy a veszteség a területre betáplált (vagy onnan elvezetett) vízmennyiség 10%-a. (A Fővárosi Vízművek, vagy például a Pécsi Vízmű rendszeresen vízvesztés-elemzést végeztek a területein, ezek eredményei alátámasztják az említett ökolétszabály helyességét.) Sikerült kimutatnom, hogy a korábban vizesedő üregrendszer a kilencvenes évek elejétől száradási periódusba került. Az egymással összefüggő adatok (csepegésintenzitás csökkenése a főtékből, kutak vízszintjének csökkenése, vízbetáplálások csökkenése) is mind ezt bizonyítják. A csapadék évi összege is csökkenő tendenciát mutatott: az utolsó harminc év átlaga 2000-ig 540 mm, korábban 610 mm budapesti átlaggal számoltak, ami közel 10 %-os csökkenést jelent. Ennek a jelentősége azonban igen csekély, mivel a Várhegyre kidolgozott, urbanizációs módszereket figyelembe vevő vízmérlegszámítási módszerrel kimutattam, hogy a csapadék eredetű beszivárgás körülbelül a harminc százaléka csak a vezetéki vízvesztésből származó beszivárgásnak. Például a Várplatóra vonatkoztatva kilencvenes évek második felében a tényleges hálózati veszteség 150 mm/évre adódott, a csatorna elszivárgások összértéke pedig 160 mm/év körül mozgott, együttesen tehát 300 mm/év beszivárgó csapadéknak felel meg (Hajnal 2003).

Mindezekből arra a következtetésre juthatunk, hogy a 4. fejezetben idézett mondat fordítottja az igaz közművesített településeken, miszerint: ***A talajvíz járását alapvetően mesterséges hatások alakítják, és természeti hatások befolyásolják.***

Néhány példával megpróbálom bizonyítani az állítás helyességét.

1. Találomra kiválasztott talajvízszint-észlelő kút (Budapesten a Főmterv Rt. a kezelője a kutaknak) vízállás idősorát megvizsgálva két megállapítást tehetünk:
a., a vízállás görbe nem követi (késleltetve sem) a csapadék évi, vagy akár téli mennyiségeit.

2. ábra

b., a vízállásváltozás évi összértéke meghaladja (sokszor jelentősen) az éves csapadék mértékét (Gondoljuk meg, csupán 54 cm-t kellene egy évre elosztani).

3. ábra

4. ábra

Tudatosan olyan kutakat választottam, melyek eltérő vízjárásúak, mivel egyik vízjárására hatással van a Duna, a másikéra pedig nincsen. Ennek elemzésére a következő fejezetben visszatérek.

Elrettentő példaként bemutatom az egyik vidéki nagyvárosban az elmúlt hónapokban rögzített adatsorunkat, ahol néhány óra alatt 8 métert emelkedett a talajvíz!

5. ábra

2. Láttuk a 3. fejezetben, hogy a kutatók nem találtak magyarázatot a 80-as évek elejéig emelkedő talajvíz okaira. A budapesti vízbetáplálási adatok növekedése a vízdíj bevezetéséig és az ipari létesítmények megszüntetéséig töretlen volt, ennek hatása pedig a tíz százalékos ökol szabály alkalmazásával önmagáért beszél.

6. ábra

3. A téli csapadékokkal való próbálkozás, (az előző pont logikáját követve) véleményem szerint azért sem vezetett eredményre, mert a nyári vízfogyasztás és így a betáplálás körülbelül húsz százalékkal meghaladja az év többi hónapjában fogyasztott mennyiséget.

2. táblázat. Krisztina állomás betáplálási adatai 1992 - 1995. (Fővárosi Vízművek adatszolgáltatása alapján)

Hónap	1992.	1993.	1994.	1995.
I.	787.743	659.153	764.178	727.390
II.	749.171	556.291	655.588	676.890
III.	786.723	638.941	780.311	710.266
IV.	795.359	629.711	717.101	746.060
V.	853.986	845.537	799.429	773.991
VI.	832.395	859.475	772.551	768.692
VII.	847.333	837.782	837.176	837.964
VIII.	1.003.406	877.784	848.655	841.819
IX.	964.857	831.923	809.568	797.595
X.	885.579	826.664	798.964	893.883
XI.	783.899	756.607	763.082	835.217
XII.	655.778	777.707	748.973	918.715

4. Rétháti 1974-es vizsgálatát 125 darab talajvízszint-észlelő kútra terjesztette ki az egész ország területén, s egyetlen olyan zavartalan vízjárású kutat sem talált, amely nagyobb településen vagy városban üzemel. (Rétháti 1974)

6. Kutak vizsgálata

A főváros I. kerületében található talajvízkutak vízállásadatait ábrázoltam egy grafikonon a havi csapadékösszegekkel. Minden esetben rendezetlen pontfelhőt kaptam, függetlenül a víztartó rétegek minőségétől (vízzáró vagy vízvezető rétegek), illetve a morfológiai helyzettől (sík, hegylábi vagy lejtőn mélyített kutak). Ugyanakkor a hidrológiai statisztikában szokásos ábrázolási módnál (az adatokat az őket megelőző adatokkal állítjuk párba) viszonylag magas korrelációs értékek adódtak. Tehát a kutak vízjárása viszonylag kiegyenlítettnek mondható, és ez nem a csapadéktól függ.

7. ábra, 8. ábra

A kerületi kutak egy része a Duna hatáskörzetében található. Ezek vízjárásában egyértelműen kimutatható a folyó hatása, mivel a talajvízállás – Duna vízállás grafikonokon rendezettebb pontfelhőket kapunk. A vízjárás az eltolt módszerrel itt is egyenletesnek mondható.

9., 10., 11. ábra

7. Összefoglalás

A cikk bevezetőjében feltett kérdésekre a következő válaszok adhatók:

A Juhász féle 1987-es definíciót tekinthetjük a legpontosabbnak, az 5. fejezetben kiemelt mondat közbevetésével, miszerint közművesített településeken a talajvíz járását alapvetően mesterséges hatások alakítják, és természeti hatások befolyásolják.

Ennek tudományos szintű alátámasztására még számos vizsgálat szükséges. Célszerű volna a hazai nagyvárosokkal kezdeni, hosszú adatsorok összevetésével (lehetőleg egyidejű és minél nagyobb számú mérési eredménnyel). Különösen időszerű a mesterséges hatások lokális feltérképezése és vízjárásra gyakorolt hatásuk megismerése, mivel bár különféle számítógépes modellekkel próbáljuk előkészíteni a mélyépítési nagyberuházásokat (metró, hulladéklerakók, stb.), vagy értelmezni a havária jelenségeket, de eközben a peremfeltételeket és a bemenő adatokat, és azok fizikai tartalmát sokkal kevésbé pontosan ismerjük.

*egyetemi adjunktus, BME, Építőanyagok és Mérnökgeológiai Tanszék

Szerző Bolyai János kutatói ösztöndíjban részesül, ami segítette a cikk megírását.

Irodalom

- Bogárdi J. (1953): A várható tavaszi maximális havi közepes talajvízállások előrejelzése az Alföldön, *Hidrológiai Közlöny*, 33. évf. 11-12. sz.
- Hajnal G. (2002a): A budai Várhegy vízmérlege, *Hidrológiai Közlöny*, 82. évf. 1. szám, pp. 31-38.
- Hajnal, G. (2002b): A budavári barlang kútjainak hidrológiai vizsgálata, *Hidrológiai Közlöny*, 82. évf. 1. szám, pp. 39-46.
- Hajnal G. (2002c): New method of calculating water balance for the Castle Hill of Buda, *Acta Geologica Hungarica* Volume 45, number 4. pp. 385-402.
- Hajnal G. (2003): *A budai Várhegy hidrogeológiája*, Akadémiai Kiadó, Budapest, p. 129
- Juhász J. (1967): *Hidrogeológia I.* Tankönyvkiadó, Budapest
- Juhász J. (1987): *Hidrogeológia*, Akadémiai Kiadó, Budapest, p. 972
- Karácsonyi S. (1988): A közművesítés hatása a település alatti talajvízszint alakulására, *Közlekedési- és Mélyépítéstudományi Szemle*, XXXVIII. évf. 7. sz. pp. 305-309
- Kovács Gy. (1970): A víz felszín alatti előfordulási formáinak jellemzése, *Földtani Közlöny*. 1. sz.
- Léczfalvy S. (1977): *Vízészletek II*, Tankönyvkiadó, Budapest, p. 255
- Paál T. (1983): A budapesti magas talajvízállás vizsgálata, *Közlekedési- és Mélyépítéstudományi Szemle* XXXIII. évf. 10-11. sz. pp. 459-465.
- Paál T. (1984): A budapesti talajvízváltozás trendvizsgálata, *Hidrológiai Közlöny*, 64. évf. 4. sz. pp. 249-255.
- Paál T. et al. (1982): A fővárosi talajvíz-helyzet vizsgálata, Kézirat, Főmterv
- Prajczer A. – Winter J. (1984): A csapadék hatása a talajvízre Budapesten, *Hidrológiai Közlöny*, 64. évf. 1. sz. pp. 27-32.
- Rétháti L. (1974): *Talajvíz a mélyépítésben*, Akadémiai Kiadó, Budapest, p. 497
- Rétháti L. (1974): Talajvíz-idősorok homogenitásvizsgálata, *Hidrológiai Közlöny*, 54. évf. 1. Sz. pp. 1-9.
- Scheuer Gy. – Tóth I-né (1981): Az emberi beavatkozások az építéshidrológiai viszonyokra Budapesten, *Műszaki Tervezés*, XXI. sz. pp. 3-5
- Ubell K. (1959): A talajvízháztartás és jelentősége Magyarország vízgazdálkodásában, *Vízügyi. Közlem.*, 2. sz.