

Csobánka térségének hidrogeológiai vizsgálata

Antalóczy Dávid

BME, Építőmérnök hallgató, antaloczy.david@gmail.com

Hajnal Géza

BME, Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék, hajnal@vit.bme.hu

ÖSSZEFOGLALÁS: Hidrogeológiai vizsgálatokat végeztünk Csobánka térségében (Antalóczy-Hajnal, 2009). Mértük a környékbeli források hozamát, illetve a terület fő vízfolyásának, a Dera-pataknak többféle módszerrel is a vízhozamát. Adatokat gyűjtöttünk a térség meteorológiájáról, illetve a közművekről. Az összes meglévő adattal vízmérleget készítettünk a területről. A számításokból és a mérésekből is azonos nagyságrendű eredményeket kaptunk a terület lefolyásáról.

Kulcsszavak: vízmérleg, beszivárgás, közművek

1 BEVEZETÉS

A budai Várhegyre kidolgozott (Hajnal, 2003) urbanizációs hatásokat figyelembe vevő vízmérlegszámítást kívántuk alkalmazni a Csobánkai-medencére. A módszerrel korábban számoltunk több, hazai, üregekkel tagolt városra és városrészre is (Hajnal, 2007). Ezekhez képest, ennél a vizsgálatnál két újdonság szerepel. Először is az, hogy viszonylag kis településre alkalmaztuk a módszert, másodsor pedig az, hogy „egy vízgyűjtős” területről van szó, nevezetesen a Dera-patak vízgyűjtőjéről. Ennek mért vízhozamadataival ellenőrizhettük számításunk helyességét. A korábbiakban a barlangi-üregi csepegővizek intenzitásának mérésével volt erre módunk.

2 FÖLDTAN

2.1 Domborzat

Csobánkát keletről az Oszoly-csúcs, Csúcs-hegy határolja, melyeknek 300 m fölötti sziklás csúcsai meredeken magasodnak a község fölé. Délen a Kis-Kevély, nyugaton a Hosszú-hegy határolja a medencét, mely észak-északnyugat felől nyitott.

A vizsgált terület alakrajzilag alacsony középhegység, átlagos tengerszint feletti magassága 450-500 m a tengerszint felett, legmagasabb tetőfelszínei 700 m fölé magasodnak (KDV-KÖFE, 1993).

2.2 Földtani felépítés

A térség földtani képződményei alapvetően a földtörténeti középkor triász időszakában keletkezett karsztos kőzetekből felépülő alaphegységi kőzetösszletre és az újkori fedőhegységi kőzetekre különnek el.

Az alaphegység kőzetei a triász időszak ladinai és karni emeletbeli vastag dolomit és mészkő összletből állnak, melyek a Kevélyeken, a Pilistetőn és Zajnát-hegyekben fordulnak elő a felszínen, míg a többi rögökben (Róka-hegy, Kő-hegy, Ezüst-hegy, Csúcs-hegy, Oszoly, Hosszú-hegy) a karsztosodó triász kőzetek a fiatalabb üledékekkel fedetten fordulnak elő.

Az egyes alaphegység-részek markáns lépcsős vetődések mentén a peremeken a mélybe zökkennek, így a medencék területén már vastag fedőhegységi üledéksor alatt található meg.

Az Üröm környéki eocén mészkő és márga előfordulások még az alaphegységhez tartoznak kőzet-tani sajátosságaik miatt (KDV-KÖFE, 1993).

A Pilisi-hegyek fedőhegységi kőzetei közül az oligocén hárshegyi homokkő fordul elő változatos szemszerkezeti jellemzőkkel. Ezek a kőzetek nagy területi kiterjedésben fordulnak elő a Kevélyek

északkeleti lejtőin, a Csúcs-hegyen, az Oszolyon és a Hosszú-hegyen. A kvarcos kötőanyaga miatt ez a kőzet a mállásnak jól ellenáll, ezért építőkönek évszázadok óta bányásszák.

A pleisztocénben az akkori élénk forrástevékenység eredményeként a Kevély északkeleti részén 10-20 m vastagságú édesvízi mészkő rakódott le, amelyet 2000 év óta bányásznak építőkönek. A terület egy részén vékony jelenkori üledék halmozódott fel, elsősorban a laposabb hegytetőkön.

3 HIDROGEOLOGIA

3.1 *Triász és eocén karsztosodó kőzetek*

A Pilis területén a mindenütt megtalálható karsztosodó kőzetösszetétel sajátos vízföldtani tulajdonságokkal rendelkezik. Az alaphegységi triász dolomitok, mészkövek és a rájuk települt eocén mészkövek és márgák ugyanis a felszínre hulló csapadékvizet a nagy szerkezeti törések és kis kőzethasadékok mentén a kőzet belsejébe vezetik.

Ebben a tájegységben a természetes viszonyokat a Dorogi-medencében folyó bányászat erősen befolyásolt, mert évtizedek óta sokkal több vizet emeltek ki, mint amennyi a csapadékból pótlódott. Ennek következtében olyan nagy kiterjedésű depressziós tölcser alakult ki, amely a Piliscsaba és a Pilisvörösvár közötti felszín alatti vízválasztót erősen Pilisvörösvár felé tolta el. Ennek következtében a dunai főtöréseken fakadó karsztvizek (Római fürdő, Paskál fürdő) nyomása, hőmérséklete és természetesen a vízhozama is jelentősen csökkent (KDV-KÖFE, 1993).

A felszínre bukkanó karsztra kerülő minden szennyezés rendkívül rövid idő alatt bejut a karsztvízbe, azt szennyezi.

3.2 *Oligocén képződmények*

A vízzáró oligocén képződmények vízföldtani szerepe abban van, hogy amennyiben a felszín közelében fordulnak elő, nem engedik a csapadékvizet a mélybe szivárogni (KDV-KÖFE, 1993).

A felettük kialakult talajvíz vagy az idősebb képződményeket fedő negyedidőszaki rétegekben, vagy az oligocén összlet felső mállott részében tartózkodik. (KDV-KÖFE, 1993)

3.3 *Pleisztocén és holocén képződmények*

A pleisztocén élénk forrástevékenység eredményeként a Kevély-csoport keleti végén 15-20 m vastagságú édesvízi mészkő rakódott le. Ez a kőzet is karsztosodott, bár fiatal kora miatt csak juvenilis karsztformák találhatók, de kis területi és vastagsági elterjedése miatt ez a karsztosodás csak mint az esetleges szennyezések továbbterjedésének segítőjeként jön számításba, elsősorban a kőzet területi kiterjedésén belül, mert oligocén rétegekre települve a főkarszttal nincs kapcsolatban. A vékony holocén összlet csak a lapos hegyháton alakult ki, így területi kiterjedése kicsi (KDV-KÖFE, 1993).

4 HIDROLÓGIAI VIZSGÁLATOK: A DERA-PATAK VIZSGÁLATA

4.1 *Csapadék – vízhozam kapcsolata*

A Dera-patak vízhozamát naponta mérik Pomázon, esetenként napjában többször is. A közel tízezer adatot 2001-2007 közötti időszakra bocsátották rendelkezésünkre, ezekből napi átlagot képeztünk.

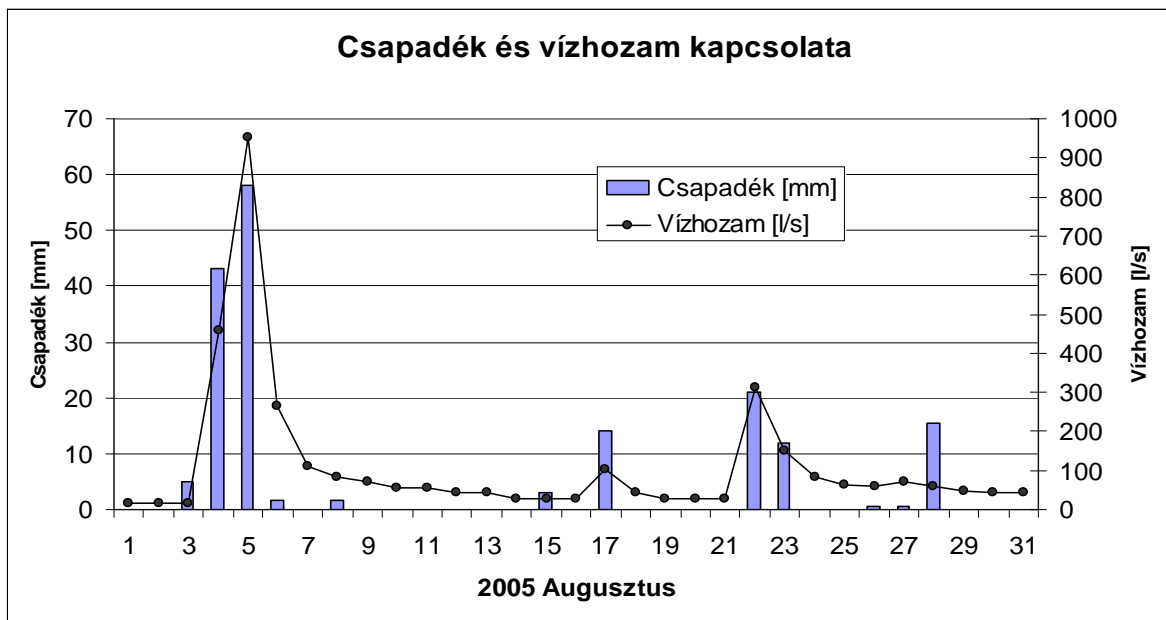
A vízmérce főbb törzsadatai:

Vízgyűjtőterület: 45 km².

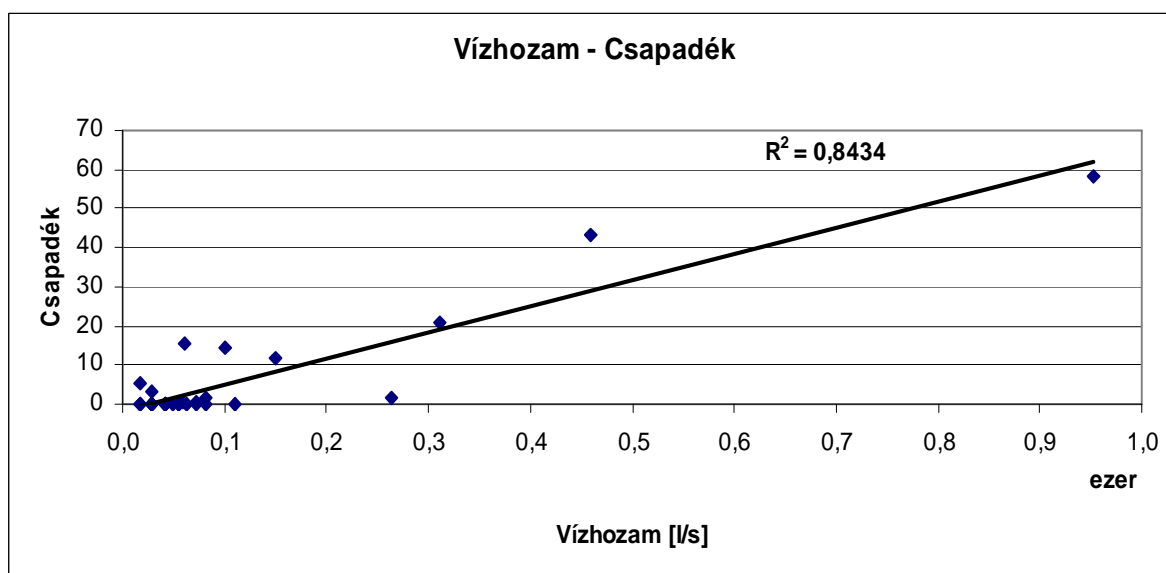
Távolság a torkolattól: 4,1 km.

Vízmérce „0” pontja: 114,39 mBf.

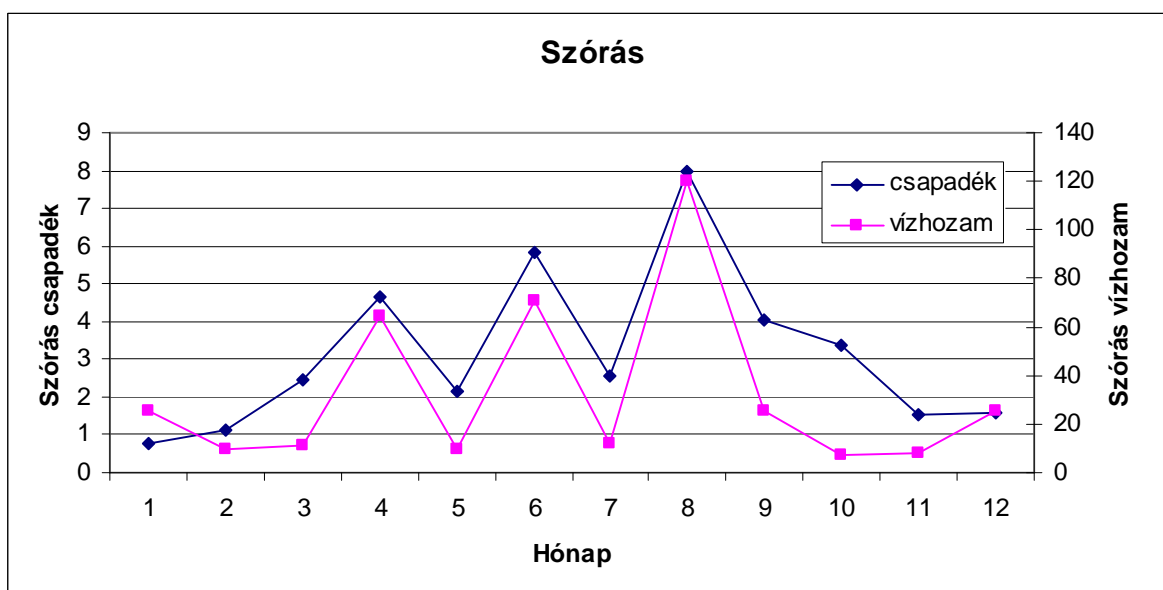
A napi csapadékadatokat a pestszentlőrinci állomásról kaptuk. A vízhozamban a csapadék hatása már aznap jelentkezik, jól látszik ez például a 2005. augusztusi grafikonon is (1-2. ábra), mely a legcsapadékosabb hónap volt a vizsgált időtartam alatt. Megfigyelhető még a csapadék és vízhozam havi szórásának összefüggése is (3. ábra), kiugró csapadékmennyiség esetén kiugróan magas vízhozam is tapasztalható.



1. ábra. Csapadék és vízhozam kapcsolata 2005. augusztus, Dera-patak



2. ábra. Csapadék-vízhozam kapcsolata 2005. augusztus, Dera-patak



3. ábra. Havi csapadék és vízhozam szórása 2002

4.2 Helyszíni vizsgálatok

4.2.1 Vízhozam mérés bukóval

Több alkalommal és több helyen próbáltunk Csobánka területén bukóval vízhozamot mérni. Sajnos nem sikerült alkalmas mederszakaszt találnunk, szárnycsukó alkalmazása volna csak célravezető.

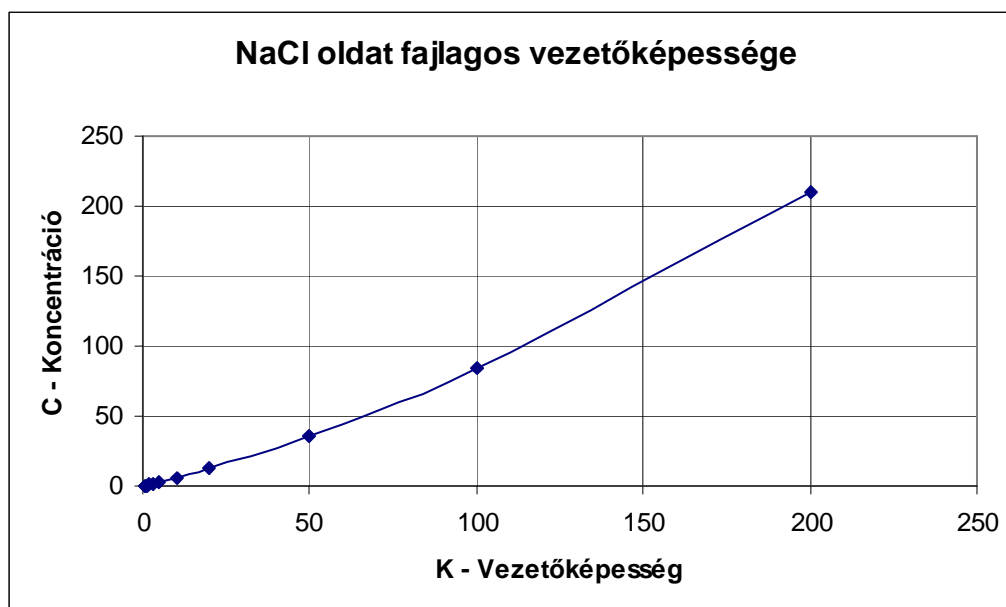
4.2.2 Kémiai módszer, összefüggő (integráló) vízhozammérés

A mérést Mini-Digi konduktométerrel végeztük (4. ábra).

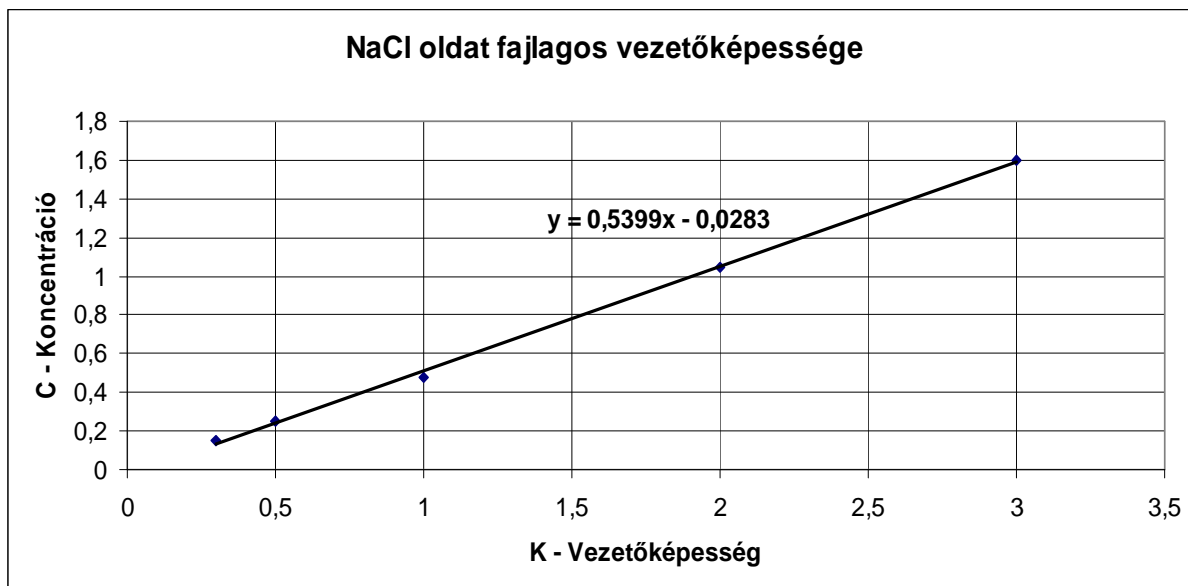


4. ábra. Konduktométer

A műszerrel mért értékek átszámításához vezetőképesség-töménység hitelesítési grafikon szükséges. Alacsony értékeknél jól közelíthető az összefüggés egy egyenessel (5-6. ábra).



5. ábra. NaCl oldat fajlagos vezetőképessége

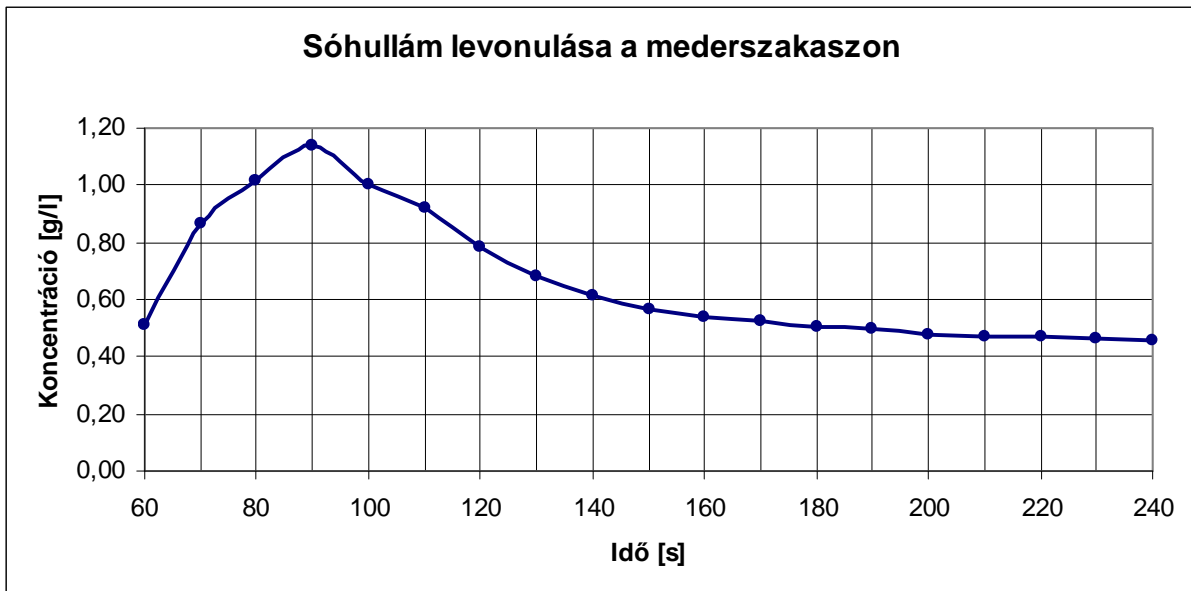


6. ábra. Közelítő egyenes koncentráció átszámításához

Csobánkán két helyszínen terveztünk mérést, a felső és alsó szakaszon, hogy meg tudjuk becsülni a betáplálást a település területén. Két alkalommal mértünk, de sajnos a felső szakaszon egyszer sem volt víz a mederben, így csak egy lejjebbi szakaszon mértünk sózásos módszerrel. Az első alkalommal a beadagolt sómennyiség túl soknak bizonyult, így nem tudtuk megfigyelni a sóhullám levonulását, még 40 perc múltán sem csökkent le eredeti állapot közelébe a patak koncentrációja. Az 1. táblázat a második mérés adatait tartalmazza.

1. táblázat. A sózásos módszer eredményei, 2008.10.22. Csobánka

Sorszám	Mintavétel időpontja [s]	Vezetőképesség, K [mS/cm]	Koncentráció, c [g/l] $y = 0,5399x - 0,0283$
1.	0	0,87	0,44
2.	60	1,00	0,51
3.	70	1,65	0,86
4.	80	1,94	1,02
5.	90	2,16	1,14
6.	100	1,91	1,00
7.	110	1,76	0,92
8.	120	1,50	0,78
9.	130	1,32	0,68
10.	140	1,19	0,61
11.	150	1,10	0,57
12.	160	1,05	0,54
13.	170	1,03	0,53
14.	180	0,99	0,51
15.	190	0,97	0,50
16.	200	0,94	0,48
17.	210	0,93	0,47
18.	220	0,92	0,47
19.	230	0,91	0,46
20.	240	0,90	0,46
21.	260	0,89	0,45
22.	280	0,88	0,45
23.	300	0,88	0,45

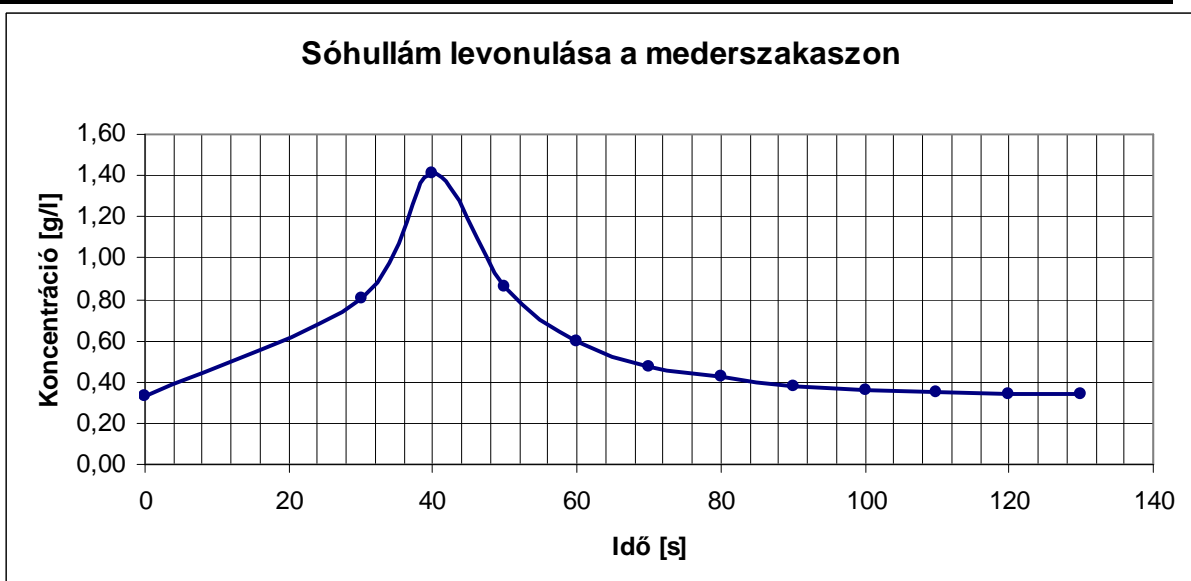


7. ábra. Sóhullám levonulása 2008.10.22., Dera-patak, Csobánka

Pomázon két mérést végeztünk, egyet a Budakalászlóról jövő főút és a Dera találkozásánál, ott forgószánnyal is mértünk és egyet kb. 1200 m-rel feljebb. A mérési eredményeket az 4. táblázatban foglaltuk össze.

2. táblázat. A sózásos módszer eredményei 2008.10.22., Dera-patak, Pomáz 1.

Sorszám	Mintavétel időpontja [s]	Vezetőképesség, K [mS/cm]	Koncentráció, c [g/l] $y = 0,5399x - 0,0283$
1.	0	0,66	0,33
2.	30	1,55	0,81
3.	40	2,66	1,41
4.	50	1,65	0,86
5.	60	1,16	0,60
6.	70	0,93	0,47
7.	80	0,84	0,43
8.	90	0,76	0,38
9.	100	0,72	0,36
10.	110	0,70	0,35
11.	120	0,69	0,34
12.	130	0,69	0,34



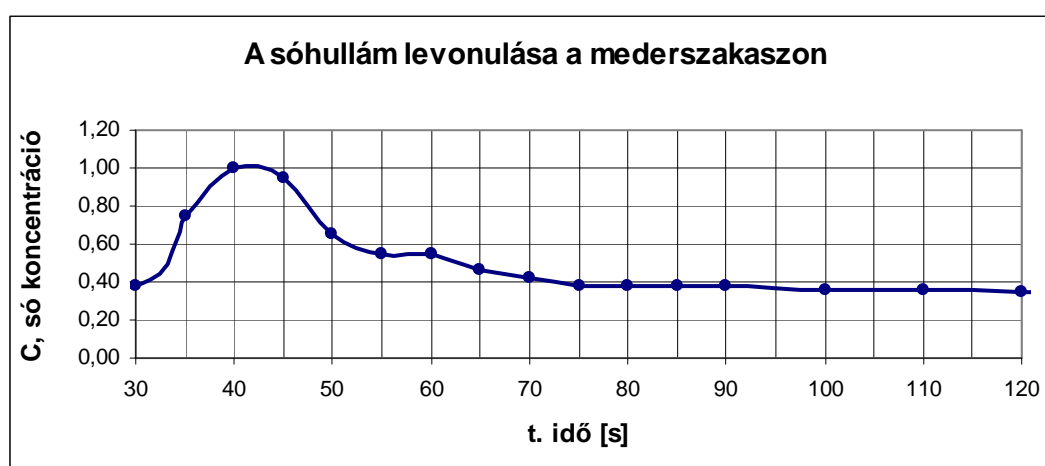
8. ábra. Sóhullám levonulása 2008.10.22., Dera-patak, Pomáz 1.

3. táblázat. A sózásos módszer eredményei, 2008.10.22., Pomáz 2.

Sorszám	Mintavétel időpontja [s]	Vezetőképesség, K [mS/cm]	Koncentráció, c [g/l] $y = 0,5399x - 0,0283$
1.	0	0,70	0,35
7.	30	0,81	0,41
8.	35	1,46	0,76
9.	40	1,90	1,00
10.	45	1,79	0,94
11.	50	1,32	0,68
12.	55	1,13	0,58
13.	60	1,10	0,57
14.	65	0,93	0,47
15.	70	0,87	0,44
16.	75	0,82	0,41
17.	80	0,79	0,40
18.	85	0,77	0,39
19.	90	0,76	0,38
21.	100	0,74	0,37
23.	110	0,73	0,37
25.	120	0,72	0,36
27.	130	0,72	0,36
31.	150	0,72	0,36
33.	160	0,71	0,36

4. táblázat. Kémiai vízhozammérés eredményei

Mérés időpontja	Helyszín	Beadagolt sómennyiség (g)	Átvonulási idő (s)	Átlagos sótöménység	Vízhozam (l/s)
2008.10.03.	Csobánka Alsó rész	1000g	2400	-	-
2008.10.22.	Csobánka Alsó rész	200g	240	0,65	1,29
2008.10.22.	Pomáz 1	2000g	130	0,56	2,76
2008.10.22.	Pomáz 2	400g	120	0,53	7,57

**9. ábra.** Sóhullám levonulása 2008.10.22., Dera-patak, Pomáz 2.

4.2.3 Vízhozammérés sebességmérő szárnyal

A méréshez OTT féle sebességmérő készletet használtunk (10. ábra). Ezt a mérést Pomáz területén, a Budakalász felőli főút és a Dera-patak találkozásánál végeztük. Első lépésként meghatároztuk a vízhozamot köbözéssel, mivel találtunk egy eléggé szűk keresztmetszetet, így nagyságrendileg meg tudtuk határozni a vízhozamot, ami 2,5 l/s –ra adódott.

Ahol a szárnyas mérést végeztük a meder 60 cm széles és 3-4 cm mély volt, egy 60x3,5 cm-es téglalappal közelíthetjük. A keresztmetszetet 5 részre bontottuk, így 4 pontban mértünk sebességet.



10. ábra. Sebességmérő készlet és fordulatszámoló doboz

5. táblázat. Mérés sebességmérő szárnyal, Pomáz 2

2008.10.03. $\Delta L=0,15\text{m}$

mérési pont [cm]	fordulat	idő [s]	fordulatszám [1/s]	sebesség [m/s]	vízmélység [m]	q_i [m ² /s]	vízhozam [l/s]
7,5	283	180	1,57	0,18	0,035	0,0063	
22,5	265	120	2,21	0,25	0,035	0,0089	
37,5	324	120	2,70	0,31	0,035	0,0108	
52,5	412	120	3,43	0,39	0,035	0,0138	
						0,0398	5,966

2008.10.22. $\Delta L=0,12\text{m}$

mérési pont [cm]	fordulat	idő [s]	fordulatszám [1/s]	sebesség [m/s]	vízmélység [m]	q_i [m ² /s]	vízhozam [l/s]
6	107	60	1,78	0,20	0,07	0,0143	
18	184	60	3,07	0,35	0,125	0,0439	
30	134	60	2,23	0,26	0,13	0,0333	
42	84	60	1,40	0,16	0,115	0,0185	
54	30	60	0,50	0,06	0,06	0,0034	
						0,1100	13,199

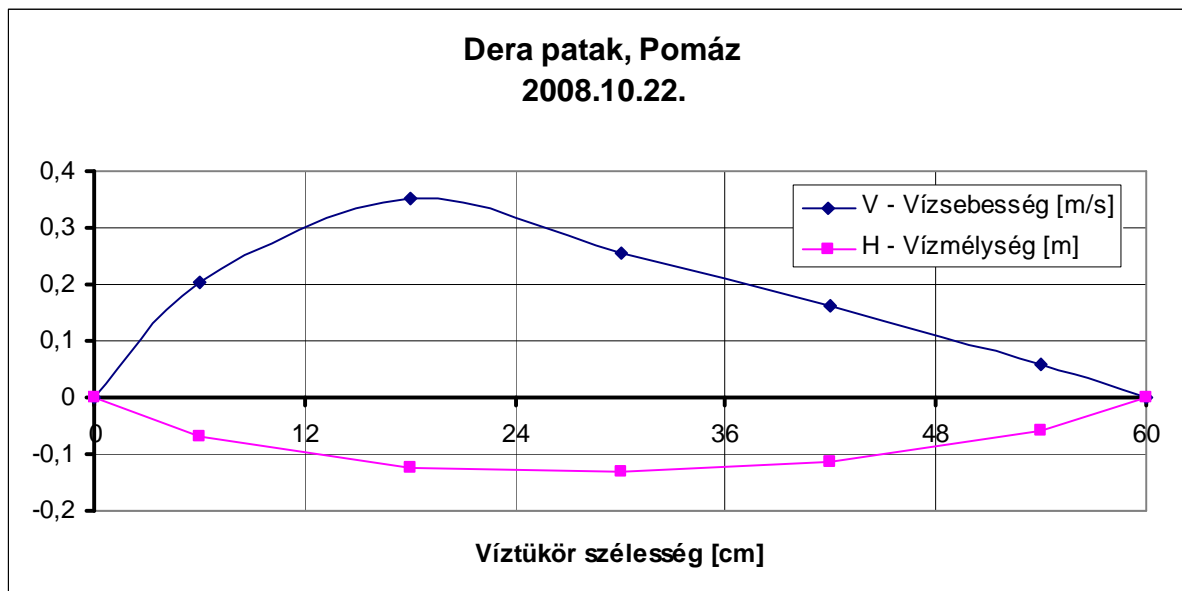
4.2.4 Forrás vízhozamának mérése köbözéssel

Megmértük néhány forrás vízhozamát, melyek a Dera-patak vízgyűjtőterületére esnek.

6. táblázat. Mért forrás vízhozamok 2008.06.03.

Forrás neve	Mért mennyiség [l]	Mért idő [s]	Vízhozam [l/p]
Klastrom-kút	10	30	20
Golyvás-forrás	5	29	10,3
Kamilla-forrás	1	54	1,1

Nagyságrendileg jól illeszkednek ezek az értékek a terület többi forrásának vízhozamához. A terepi mérések kilencvenes évekbeli visszaesésével azonban a forrásadatok nem használhatók a vízmérlegszámításhoz.



11. ábra. Keresztszelvény, 2008.10.22., Pomáz 2

4.2.5 Mérések összehasonlítása korábbi mérések eredményeivel

2008.10.22-én Pomázon két helyen is végeztünk vízhozammérést szózással. A két mérőhely távolsága kb. 1200 m volt, a vízhozamban jelentős eltérés mutatkozott. Fent 2,76, lent 7,57 l/s-ot mértünk, ennek oka lehet a sok helyi bekötés, mivel azon a szakaszon a patak partja teljesen be van építve lakóházakkal, így nem is tudtunk a meder mellett haladni.

Az előző évi vízhozamokat kiértékelve az októberi átlag 2001-2007 között 32 l/s-ra adódott, azonban nem az átlag a mérvadó, mivel a csapadék által keltett árhullám aznap levonul a Dera-patakon. A napi csapadékadatokat vizsgálva látható, hogy a mérés előtt nem volt jelentős csapadék. Ha megnézzük a havi értékek móduszát, az pl. 2007-ben 13 l/s volt, ehhez a sebességmérő szárnnyal mért értékek esnek közelebb, azzal 13,2 l/s-ot mértünk.

A forrásoknál mért vízhozamok nagyságrendileg megegyeznek a korábbi mérések eredményeivel.

7. táblázat. Havi vízhozamok mediánja és módusza

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
medián	22,0	15,0	13,0	17,0	25,0	32,3	13,0
módusz	22,0	19,0	13,0	17,0	25,0	29,0	13,0

5 VÍZMÉRLEGSZÁMÍTÁS

5.1 Természetes vízutánpótlás

A csapadékadatok már szerepeltek a 3.4.2. alcím alatt. A számítást a 2006-2007-es évekre végeztük el, mivel a vízbetáplálás regisztrálása csak 2005 végétől történt meg a vízműnél.

8. táblázat. Havi csapadékadatok Bp. KMI 2006-2007

2006.01.	34,4	2007.01.	26,7
2006.02.	33,6	2007.02.	44,1
2006.03.	33,2	2007.03.	36,4
2006.04.	18,3	2007.04.	0,9
2006.05.	71,1	2007.05.	58,0
2006.06.	54,6	2007.06.	47,7
2006.07.	63,9	2007.07.	16,4
2006.08.	93,7	2007.08.	98,8
2006.09.	19,6	2007.09.	29,3
2006.10.	12,6	2007.10.	38,2
2006.11.	24,2	2007.11.	49,8
2006.12.	4,8	2007.12.	25,9

5.2 Mesterséges vízutánpótlás

A havi vízbetáplálási adatokat a Duna Menti Regionális Vízmű ZRt-től (DMRV ZRt) kaptam. Rendelkezésünkre bocsátották a csobánkai gépház és a Csobánkán található 2 db 400 m³-es medencék mérőállásait 2006-tól, az 50 m³-es medence mérőállásait 2007-től. Ezekből a mérőállásokból tudtuk meghatározni Csobánka havi vízbetáplálását. A gépházból a víz a 2 db 400 m³-es medencébe jut, onnan egy része az 50 m³-es medencébe megy át, ebből történik Csobánka vízellátása, másik része más településekre megy.

Az éves vízbetáplálás 2007-ben 208000 m³ volt, ez Csobánka lakosságára levetítve (mely a legutolsó mérés szerint 3160 fő) 181,7 liter/fő/nap-ra adódik. (Ez az érték megfelel a lakosságszámra vetített átlagos vízfogyasztásnak.)

A településen csapadékvíz elvezető rendszer nincs kiépítve. A szennyvízhálózat nem egyesített rendszerű, tehát a csapadékvíz a felszínen folyik le. A szennyvízmenyiséget a vízbetáplálás 90%-nak feltételeztem.

9. táblázat. Havi vízbetáplálás Csobánka, 2006-2007

	2006	2007
Január	13 661	11 416
Február	13 994	12 406
Március	25 536	12 166
Április	16 837	17 681
Május	15 861	17 107
Június	22 437	21 965
Július	29 656	24 523
Augusztus	17 819	20 434
Szeptember	16 754	17 243
Október	15 952	16 927
November	15 000	16 351
December	15 000	19 760

5.3 Számítás

A párolgást a teljes csapadék 70%-ának vettük, mely érték több magyarországi területen is bizonyított, mérési eredmények és a Morton-modell alapján (Maucha 1998, Hajnal-Kovács 2008).

Vízgyűjtő terület nagysága (12. ábra):

Két vízgyűjtőterületre számoltunk, egyiket a teljes csobánkai-medencére, a másikat csak Csobánka településre.

A vízgyűjtőterületek nagysága:

$$T_m = 25\,000\,000 \text{ m}^2$$

$$T_{cs} = 3\,635\,000 \text{ m}^2$$

A területre hulló csapadék:

$$C = \frac{T(\text{m}^2) \cdot C(\text{mm} / \text{év})}{1000} \quad [\text{m}^3 / \text{év}] \quad (1)$$

Ebből elpárolog:

$$P = 0,7 \cdot C \quad [\text{m}^3 / \text{év}] \quad (2)$$

Lefolyik:

A fajlagos lefolyás meghatározására Langbein módszerét alkalmaztuk. W. B. Langbein a léghőmérsékleti és csapadékadatok is figyelembe vette, súlyozott középhőmérsékletet számolt a havi csapadékösszegek sokévi átlagából és a havi középhőmérsékletekből (Hajnal-Kovács 2008).

A havi középhőmérsékleteket a pestszentlőrinci állomás napi adataiból átlagoltuk.

Súlyozott középhőmérséklet:

$$t_0 = \frac{\sum_{i=1}^{12} t_i C_i}{C} \quad [^\circ\text{C}] \quad (3)$$

ahol

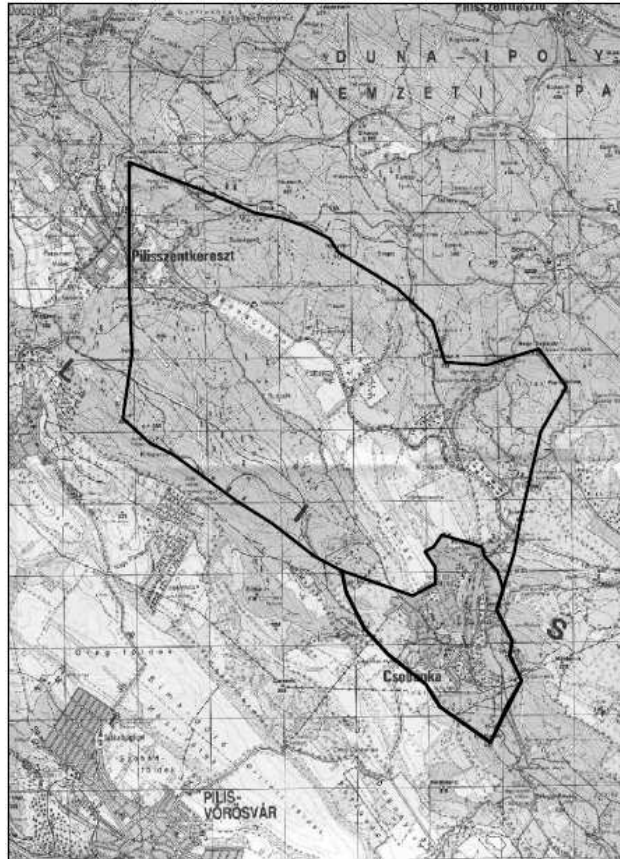
t_0 – súlyozott középhőmérséklet [$^{\circ}\text{C}$]

t_i – havi középhőmérséklet [$^{\circ}\text{C}$]

C_i – havi csapadékösszeg [mm]

\bar{C} – csapadék sokévi átlagértéke [mm]

$$\bar{C} = 507,6\text{mm}$$



12. ábra. Vízgyűjtő lehatárolása

10. táblázat. Havi középhőmérséklet [$^{\circ}\text{C}$] Pestszentlőrinc, 2006-2007

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2006	-2,38	-0,65	4,63	13,32	15,91	20,25	24,34	19,29	18,67	13,36	7,71	2,34
2007	5,18	5,17	8,79	14,03	18,57	22,52	23,91	22,75	14,53	11,1	4,07	-0,61

Súlyozott középhőmérséklet:

2006 13,05 $^{\circ}\text{C}$

2007 12,86 $^{\circ}\text{C}$

A súlyozott lefolyás sokévi átlagértéke grafikonról:

$$q=1,7 \text{ l/skm}^2$$

Mindkét évre felvehető ennyinek, mivel jelentős különbség nincs a súlyozott középhőmérsékletek között.

Beszivárog:

$$B_{csap} = C - P - L [\text{m}^3/\text{év}] \quad (4)$$

A vezetéki vízből származó vízvesztesség:

$$B_{víz} = \frac{V_{víz}}{10} [\text{m}^3/\text{év}] \quad (5)$$

A szennyvízből származó veszteség:

$$B_{szenny} = \frac{0,9 \cdot V_{v\acute{z}}}{10} [\text{m}^3/\acute{\text{e}}\text{v}] \quad (6)$$

11. táblázat. Vízmérlegszámítás Csobánkára

	2006		2007	
	[mm/év]	[m ³ /év]	[mm/év]	[m ³ /év]
Csapadék	464,0	1 686 640	472,2	1 716 447
Vízbetáplálás	60,1	218 507	57,2	207 979
Párolgás	324,8	1 180 648	330,5	1 201 513
Lefolyás	53,6	194 877	53,6	194 877
Beszivárgás csapadékvízből	85,6	311 115	88,0	320 057
Beszivárgás vezetéki vízből	6,0	21 851	5,7	20 798
Beszivárgás szennyvízből	5,4	19 666	5,1	18 718
Összes beszivárgás	97,0	352 632	98,9	359 573
Vízgyűjtő [m ²]	3 635 000			

12. táblázat. Vízmérlegszámítás a csobánkai-medencére

	2006		2007	
	[mm/év]	[m ³ /év]	[mm/év]	[m ³ /év]
Csapadék	464,0	11 600 000	472,2	11 805 000
Vízbetáplálás	8,7	218 507	8,3	207 979
Párolgás	324,8	8 120 000	330,5	8 263 500
Lefolyás	53,6	1 340 280	53,6	1 340 280
Beszivárgás csapadékvízből	85,6	2 139 720	88,0	2 201 220
Beszivárgás vezetéki vízből	6,0	21 851	5,7	20 798
Beszivárgás szennyvízből	5,4	19 666	5,1	18 718
Összes beszivárgás	97	2 181 237	98,8	2 240 736
Vízgyűjtő [m ²]	25 000 000			

A kapott eredmények nagyságrendileg megfelelőek, a Dera-patak mért és számított vízhozama, megegyezik a vízmérlegszámításnál kapott lefolyási eredményekkel. A Csobánkai-medencére számolt lefolyás 45,9 l/s-ra adódott, míg a Dera átlagos vízhozama 54,6 l/s a pomázi vízmércénél.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönet Kovács Péternek a méréseknél nyújtott segítségért. Köszönjük Nagy Imrének, a DMRV ZRt. munkatársának, aki a betáplálási adatokat, valamint Katonáné Kozák Editnek, aki a Dera-patak vízhozam adatait a rendelkezésünkre bocsátotta. Hajnal Géza kutatómunkájához anyagi támogatást nyújt a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj (BO00063/08/6).

IRODALOM

- Antalóczy D.; Hajnal G. 2009. A csobánkai medence vízmérlegszámítása. *Hidrológiai Közlöny*, 2009/3 43-48
- KDV-KÖFE 1993. *Pest megye környezeti jellemzői III., Pilisi-hegyek*
- Hajnal G. 2003: *A budai Várhegy hidrogeológiája*. Akadémiai Kiadó, Budapest, p. 132.
- Hajnal G. 2007: *Városi hidrogeológia*. Akadémiai Kiadó, Budapest, p. 137.
- Hajnal G.; Kovács Á. 2008. *Az urbanizációs hatásokat figyelembe vevő vízmérlegszámítás pontosítása*. Mérnökgeológia-közetmechanika Konf. (szerk: Török Á.; Vásárhelyi B.), Műegyetemi Kiadó, 73-77
- Országos Meteorológiai szolgálat 2001-2008. *Csapadék és hőmérséklet adatok*
- Duna Menti Regionális Közmű Zrt. 2005-2008. *Vízbetáplálási adatok Csobánkára*
- Cartographia 2005. *Pilis, Visegrádi-hegység térképe*.
- KDV-KÖVIZIG 2001-2007. *Dera-patak vízhozam adatsora*