

## Jósvafő környékének vizkémiai problémái

Cser Ferenc, Maucha László, Izápy Gábor

Az UIS Karszthidrológiai és Fizikai-kémiai Bizottság határozatának megfelelően a magyarországi hidrológiai reprezentatív területnek a Jósvafő környéki területet jelöltük ki. Ez a terület tartalmazza Magyarország legjelentősebb barlangjait és az elmúlt évtizedek során ezen a területen folyt a legaktívabb karsztkutatás.

### A terület jellemzése

A terület alaphegységének fő tömegét triász képződmények alkotják /Balogh K. /2//. A legidősebb képződmény a szeizi agyagpala és homokkő. A felette következő kampili rétegek 15-20 % oldási maradékot tartalmazó lemezes-márgás mészkövek. A triász további emeleteit a területen mészkő és dolomit képviseli, amelyek mind néhány % oldási maradékot tartalmaznak. A triász üledéksor a krétában gyűrődött fel. Így alakult ki a jósva-völgyi antiklinális. Az antiklinális É-i szárnyán lévő területen, a szinklinális feletti fennsíkron a triász óta tengerelöntés nem volt /3/. A terület aktív karsztosodása a felső kréta óta folyik.

A területen található a 25 km hosszú Baradla-barlang, az 1 km-es Vass Imre-barlang, a 4,5 km-es Béke barlang, az 1,5 km-es

Kossuth-barlang, valamint számtalan kisebb aktiv és szenilis üreg, víznyelő és aknabarlang ismeretes /Porlyuk, Tücsöklyuk, Szarvasól-bg., Musztáng b., Sehova-zsomboly, Nagyoldali-zsomboly, Kuriszláni bg., stb./.

A terület hidrogeológiaiilag nem zárt. Vizsgálataink a terület legfőbb forrásaira - így a Kis- és a Nagytihonya; a Komlós, a Jósva ill. a Baradla-Alsó-barlangi-forrásra - terjedtek ki. A területen fakad az időszakos Lófej-forrás is. Az említett források vízgyűjtő területe zömmel a vizsgált területen helyezkedik el, de a Jósva/Baradla/- forrás, a Kistihonya-és a Nagytihonya-forrás vízgyűjtő területének egy része az országhatáron kívülre esik /1. ábra/.

#### A források jellemzése

A források közül kettő /Lófej, Nagytihonya/ szivornyás-kitörésekkel rendelkezik /7/. Ez utóbbiak elemzése vezetett a kőzet-árapály kimutatásához /11/. A Kistihonya-, a Lófej- és a Nagytihonya-forrás vízhozam idősrainak vizsgálata vezetett a 2. ábrán látható karsztforrás modell kifejlesztéséhez is /4/. A források részben víznyelőkből, részben szivárgó vizekből táplálóknak. A Nagytihonya- és Jósva-forrásnál ezen felül tetemes mélykarsztvíz hozzákeveredés is kimutatható.

A Kistihonya-, a Nagytihonya-, a Lófej-, a Komlós- és a Jósva-forrás vízhozamát több mint egy évtized óta regisztrálással

méri a VITUKI karsztkutató csoportja. A három első forrás óránként kigyűjtött adatainak matematikai feldolgozása /4/ adta meg az első lépést a 2. ábrán látható modell kialakításához. /Az ábrán valamennyi lehetséges vízmozgást szimbólikusan feltüntettük. Nem tüntettük fel a piezometrikus szint alatt lévő nagy vezetőképességű vízjáratokat, mert azok a pillanatnyi helyzet szempontjából közömbösek. Hangsúlyozni szeretnénk, hogy a modell csak egy lehetséges modell, a reális esetekben minden jellemzője nem feltétlenül jelenik meg./A kiürülési görbék óránként vett vízhozam értéke ugyanis - log-lin léptékben ábrázolva - egymást metsző egyenesekkel volt közelíthető, amely egymásután csatolt exponenciális függvény szerinti kiürülést jelent. Az egyes exponenciális szakaszok /csatornák/ váltják egymást, azaz egymás után és nem párhuzamosan lépnek be. A kialakított modell alapján elvileg meg lehet különböztetni a víznyelőkön bezuduló, a szivárgó és a mélykarszt vizeket. A reprezentatív területen folyó kémiai elemzésekkel az a célunk, hogy a kiürülési görbék megfelelő szakaszainak vizsgálatával meghatározzuk a különböző szakaszok jellemzőit, az esetleges u.n. vízdugók helyét, nagyságát és ezen keresztül a karsztosodás dinamizmusának a külső tényezőktől való függését /10/.

(Vizsgálati módszer) Víznyelői vizsgálat az  
Aptcsék: - karstvidék  
A elmondott értekezés a "Jászai" Barlangi vizsgálatok  
A jelen dolgozatban a Kistohonya, a Nagytohonya, a Jászai, a  
Komlós- és a Baradla-barlang Alsó-barlangi-forrásának 1979-80.  
évtől kémiai adatait közöljük és értékeljük. A vizek

$\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  és  $\text{Cl}^-$  ion tartalmát a hagyományos módon titrálással /acidimetria, komplexometria, argentometria/ határoztuk meg. Párhuzamosan mértük a vizek hőmérsékletét, elektromos vezetőképességét és a pH-ját. A kémiai méréseket árvizi időszakokban napi, különben heti egyszeri mintavétellel végeztük, lehetőleg a helyszínen, vagy a mintavételt követően néhány órán belül. Ez utóbbi esetben a vizet színültig töltött üvegedényben gyűjtöttük úgy, hogy a mintavétel /az üvegbe/ lamináris áramlás mellett, buborékolás kiküszöbölésével történjék. (Az egy éves periódus eredményeit a 3-6. ábrák szemléltetik.)

#### Vizsgálati eredmények

Az év nagy részében a források vizének kémiai összetételét meg lehetős állandóság jellemezte. Az öt forrásból négy kémiai összetétele gyakorlatilag azonos, ezzel szemben a Kistohonya-forrás összes iontartalma az előbbieknél nagyobb. A három azonos területen fakadó forrás /Komlós, Jósua, Alsó-barlangi/ közül a legnagyobb összes iontartalommal az Alsó--barlangi-forrás rendelkezik.

A nyári árvizek idején a vizek kémiai összetétele számottevően nem különbözik az átlagos viz összetételtől. Igaz, hogy a vizsgált időszakban nem volt olyan mértékű esőzés, hogy a vizgyűjtőkön keresztül számottevő mennyiségű viz kerülhetett volna a forrás vizrendszerébe. Ezzel szemben a tavaszi árvizek alapvetően megváltoztatják a vizek kémiai jellemzőit.

A vizek kémiai összetételének megváltozása (napokkal megelőzi) a források ugrásszerű vízhozam változását: csökken a vizek összes iontartalma, ezen belül fokozottan csökken a  $Ca^{++}$  tartalom. A hatás kiváltképpen az Alsó-barlangi-forrásnál szembeszökő. A Kistohonya- és a Nagytohonya-források összes iontartalom csökkenése mellett megnő a  $Ca^{++}/Mg^{++}$  arány, miközben a víz lugossága csökken.

(Vass Imre) <sup>forrás</sup> Barlangi vizek <sup>mo "cépi" viz elele</sup>

(A 8. ábrán) <sup>6m</sup> A Vass Imre-barlang (térképén feltüntettük az 1978. áprilisi árvíz idején vizsgált minták származási helyeit. Szinkron) <sup>é</sup> elemeztük <sup>elepepés</sup> a három mintavevőhelyről és a (két) forrásból (/foglalt- és árvízi- /) származó vizek összetételét. (A vizsgálati eredményeket az I. táblázat tartalmazza.)

(Az ① mintavevő hely a Lagunás-szifon - a barlang dolomitos mészkőben kialakult szifonja - volt. Árvizek idején 6-8 m víz borítja a szifon keskeny és alacsony szakaszát. A mintavételkor a szinfont 6 m víz borította. A víz állt, tetején vékony mészkiválás volt észlelhető. A ② mintavevő hely az u.n. Cidri-folyosó volt. Innen a víz gyengén áramlott a barlang bejáratí szakasza felé. A ③ mintavevő hely a Narancs-szifon mögött található u.n. nyelő volt, amiből viszonylag erős vízáramlás volt a Narancs-szifon irányába /a nyelő árvízkor forrásként működik/. Az innen kiáramló víz keveredett a Cidri-folyosóból áramló vízzel. A 4-8 mintavevő helyeken csak a víz elektromos vezetőképességét mértük. A 8. ábrán látható szám adatok a víz fajlagos ellenállását jelentik.)

nen hely

A táblázat alapján, egységes barlangi vizről nem beszélhetünk. Általánosságban megállapítható, hogy a barlangban kifelé haladva nő a vizek összes iontartalma, nő a  $Mg^{++}$  tartalom és nő a karbonát keménység. Czajlik /5/ hasonló eredményeket kapott 1959-1960. években végzett vizsgálataiban. Ezzel szemben a barlanghoz tartozó források vize a barlangi vizeknél hidegebb volt, kevesebb  $Ca^{++}$ -t és  $HCO_3^-$ -t tartalmazott,  $Mg^{++}$  tartalma a 3. mintavető helyével volt azonos.

### Eredmények értékelése

A táblázatból látható, hogy a <sup>barlangi</sup> vizek pH-ja meglehetősen kicsiny. A vizsgált időszakban a forrás-vizek pH-ja a barlangi vizek pH-ja irányában csökkent. (Négy adat birtokában /pH,  $HCO_3^-$ ,  $Ca^{++}$  és a hőmérséklet/ megkíséreltük a telítési index /6/ kiszámítását a következő képlet alapján: )

$$\log S_C = \log /Ca^{++}/ + \log /HCO_3^-/ + pK_C - pK_2 + pH \quad /1./$$

Valamennyi víz agresszívnek bizonyult!

Fagundo és Valdes módszerével /6/, számtalan korábbi /12/, a területre vonatkozó forrásvíz telítési indexét számítottuk ezután ki. A vizsgálatok laboratóriumban, sokszor napokkal a vizminta vétel után készültek el, mégis a vizek túlnyomó többsége agresszívnek bizonyult. Ez pedig nyilvánvalóan képtelenség. Erre jó bizonyítékul szolgálnak a 3-8 mintavételi helyen

mért vezetőképességi adatok: a ② és ③ mintavételi hely vizének keveredése után /ahol a víz valóban agresszív vá válhat/ a vizek összes iontartalma kifelé, a folyás irányában haladva csökkent. Tehát anyagkiválás történt, ami csak teltelt oldatoknál lehetséges. A folyosó ezen szakaszában található tetarata kiválások is anyagkiválást igazolnak.

Az /1. egyenletben szereplő konstansok közül a  $pK_2$  tértől és időtől független,  $\log Ca^{++}$ ,  $\log HCO_3^-$  és  $\log H$  /-pH/ mért adatok,  $pK_C$ -re a karrarai márvány oldhatósági értékét javasolják. A karrarai márvány a legsűrűbb, legtömörebb kristályos  $CaCO_3$ . A valóságos mészkövek sűrűsége, tömörsége ennél általában kisebb, következésképpen oldhatóságuk is eltérő. Meggyőződésünk szerint,  $pK_C$  helyett az aktuális közeg  $pK_C$  értékét kell helyettesítenünk, ha reális anyagmérleget kívánunk számítani a reális telítettség alapján.

Területünkön a  $Mg^{++}$  mennyisége fajlagosan nagy. Megkíséreltük az /1. egyenlet analogonjára a dolomit telítettségi index / $S_D$ / kiszámítását is. Az eredmények itt méginkább lehangolóak, irreálisak. Az irodalomban fellelhető dolomit oldhatósági értékek /1,8/ még megbízhatatlanabbak, mint a kalcitra vonatkozóak. Ellentmondásosak a dolomit oldódási értékek is. Markó J. számításai szerint  $K_D = 20 \cdot K_{MgCO_3}$ . Hodgeman /8/ táblázatában  $K_{MgCO_3} = 2.6 \cdot 10^{-5}$ ,  $K_{CaCO_3} = 9.9 \cdot 10^{-9}$ , azaz  $K_{MgCO_3} = 3800 K_{CaCO_3}$ , a különbség több mint 3 nagyságrend. Mándy /9/ mérései szerint azonos körülmények között 15 °C-on 157 mg/l  $CaCO_3$  és 132 mg/l dolomit oldódik fel. Ez azt jelenti, hogy  $K_D = K_C^2$ . Ugyanakkor

tapasztalat szerint dolomitokban szűkebb üregek képződnek, mint mészkőben, azaz  $K_D \cdot K_C^2$ . Még kevésbé kezelhető a probléma az u.n. dolomitos mészköves területeken, ahol a kőzet  $Mg^{++}$  tartalma kisebb, mint a  $Ca^{++}$  tartalma. A Vass Imre-barlang vizeiben a  $Mg^{++}$  tartalom a dolomitos területtől /1. mérőhely/ távolodva növekedett. Hol van az igazság? Újólaj csak arra következtethetünk: konkrétan meg kell mérni az adott terület kőzeteinek az oldhatóságát.

Jósva" kőméli

Összefoglalva, a (magyar reprezentatív) területen elvégzett egyéves munka (nem csökkentette, hanem növelte a nyitott kérdések számát) megállapítható, hogy egymás szomszédságában lévő, azonos vizgyűjtő terület vizeit megjelenítő források kémiaailag eltérőek lehetnek. Az u.n. Alsó-barlangi-forrás, ugy tűnik, szinte kizárólag szivárgó vizeket vezet le, az ugyancsak a Baradlához tartozó Jósva-forrás azonban több csatornás, több féle vizet szállít. A barlangi és a forrás vizek eltérő tulajdonságait mértük a Vass Imre-barlangban és a hozzá tartozó Kistohonya-forrásnál. A forrás feltehetően viznyelő <sup>6.1. sarmas</sup> vizeket is tartalmaz, a barlangi folyóvizek pedig szivárgó vizek. A viszonylag szűk patakmeder ezért visszaduzzasztotta a szivárgó vizeket a "saját tározójukba" ezért ezek a vizek csak az árviz lefutása után jelennek meg a forrásban, mint domináló komponensek. (Kémiai méréseink így jó összhangban vannak a 2. ábrán bemutatott forrásmodellel.) A vizek telítettségének egyértelmű értékeléséhez meg kell ismerni az adott terület kőzeteinek oldhatóságát. (Az elméleti oldhatósági szorzat értékekkel csak viszonylagos változások értékelhetők) Vé-

gezetül, (ismét) bebizonyosodott, hogy a források kémiai sajátosságai nyugodt periódusban viszonylag állandó, de hirtelen változások várhatók az árvizeket megelőző időszakban és az árvíz lefutó szakaszában is. Különösen nagyok a változások a hóolvadási időszak környezetében. Ilyenkor a lágy hólé és a repedéshálózatban tárolt szivárgó vizek keveredése egyenetlen kémiai összetételű eredményezhet. Ezt esetleg csak napi többszöri méréssel lehet nyomonkövetni. (Felmerült a források kémiai jellemzőinek regisztrálási igénye.)

A lefutóvíz  
szennyezés ellenőrzési megfigyelés  
a Győzelemi - barlangi víz; három nappal  
előre a forrásnál vízszint mérés erős szennye-  
íródalomjegyzék

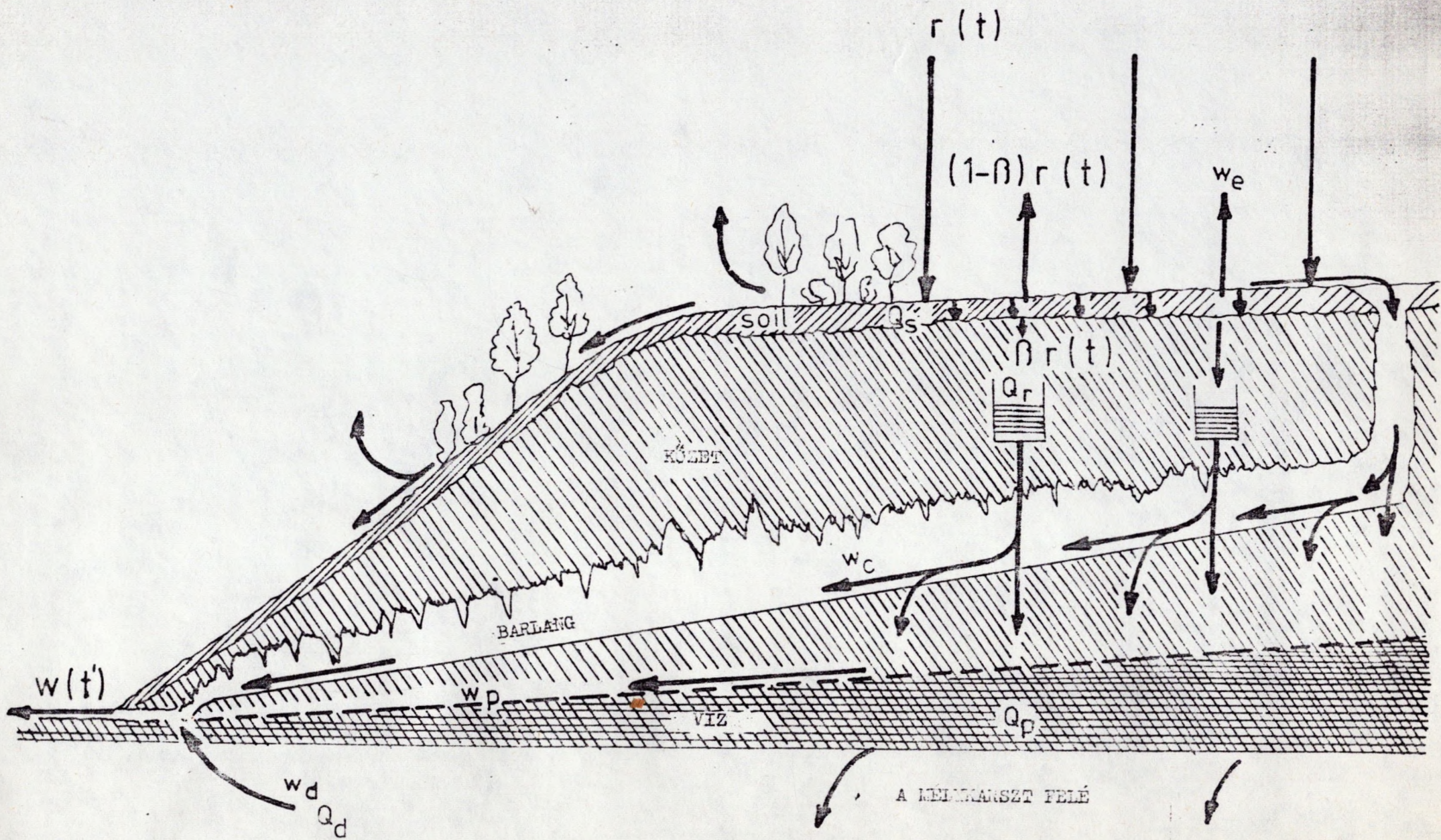
1. Balázs D.: Karszt és Barlang 1965/II. 51-61.
2. Balogh K.: Magy. Áll. Földtani Intézet I-évi jel. /1948/
3. Bidló G., Maucha L.: ÉKME Tud. Közleményei 10 71-82 /1964/
4. Cser F.: Kras i Speleologia /1981/ nyomtatás alatt.
5. Czajlik I.: Karszt és Barlangkutató III 3-19 /1961/
6. Fagundo, R.J., Valdes, J.J.: Annalés Speleol. 30 643-653 /77
7. Gádoros M.: Karszt és Barlangkutató VI 79-102 /1971/
8. C.D. Hodgeman: Handbook of Chemistry and Physics.  
Claveland 42d.Ed. /1960/ Chem.Rub.Pub.
9. Mátyás T.: Hidrológiai Közöny 34 508-510 /1954/
10. Mangin, A.: Annal. Scientifiques Univ. Besancon 25  
263-273 /1976/
11. Maucha L.: Karszt és Barlangkutató V 101-116 /1968/
12. Maucha R.: Hidrológiai Közöny 10 1-9 /1930/

2005. július 19. napján. 1982. - ben  
a barlangi patakot meglátva a  
nátúraltatáson átlépve 10-20  
m/é. - mélységben a kőzet nem bontott  
fosszókák - 3-6 m/é. - es értéke-  
ket képezt. A nátrál - tartalom maximuma

Ábrajegyzék

1. ábra A reprezentatív terület térképe. J = Jósvafő, A = Aggtelek, S = Szin, SP = Szinpetri, K = Kecő, ST = Szilice, SJ = Szádvárborca. A számok a szövegben idézett barlangok, víznyelők és források jelképei.
2. ábra A karsztforrás fizikai modellje. A forrás vize a különböző csatornákból táplálkozik.
3. ábra A Kistohonya-forrás vízhozama és kémiai összetétele
4. ábra A Nagytohonya-forrás vízhozama és kémiai összetétele
5. ábra A Jósva-forrás vízhozama és kémiai összetétele
6. ábra Komlós-forrás vízhozama és kémiai összetétele
7. ábra A Baradla-bg. Alsó-barlangi-forrás kémiai összetétele
8. ábra A Vass Imre-barlang térképe. A számok a mintavevő helyeket és az azoknál mért fajlagos elektromos ellenállást jelentik.



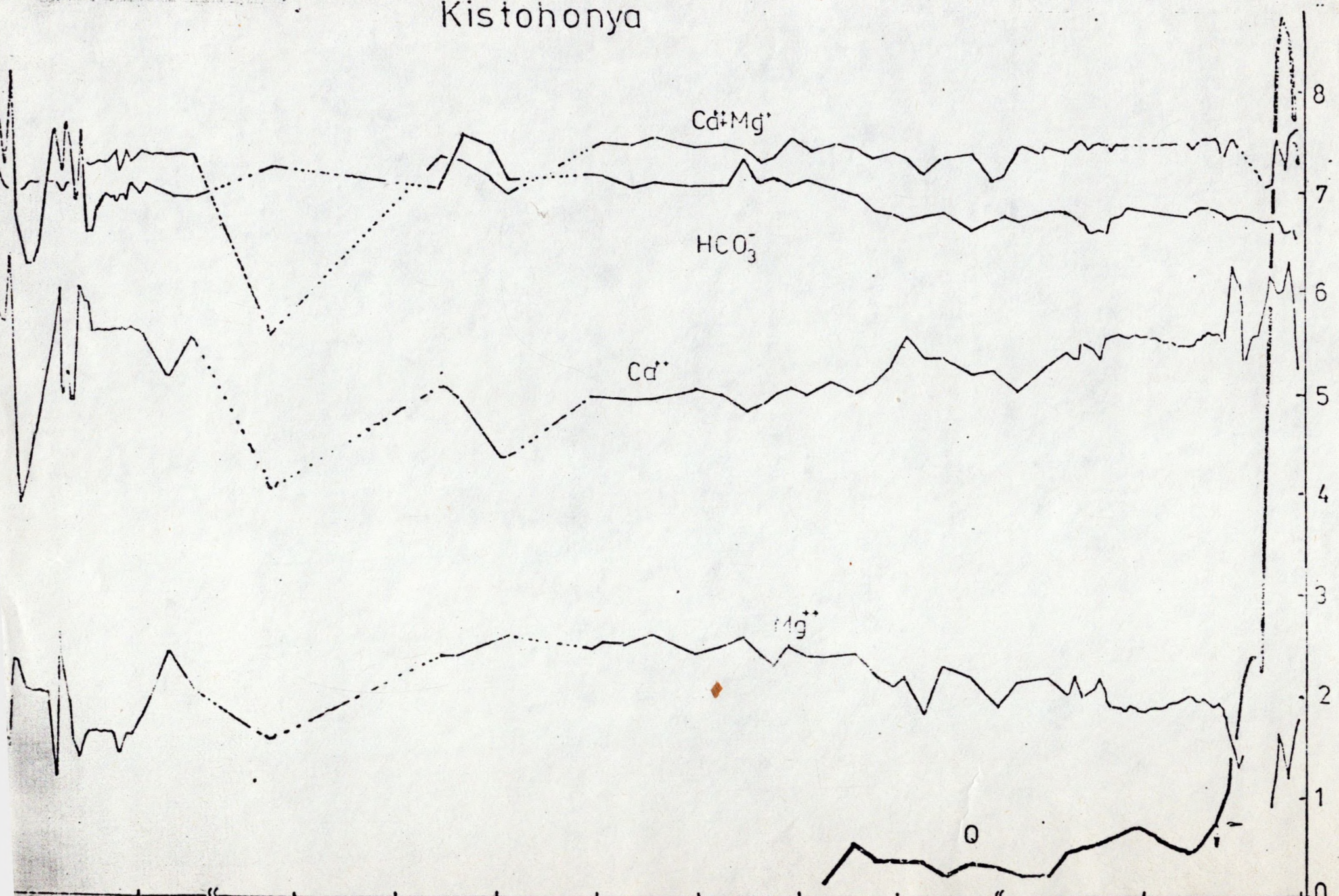


2. ábra

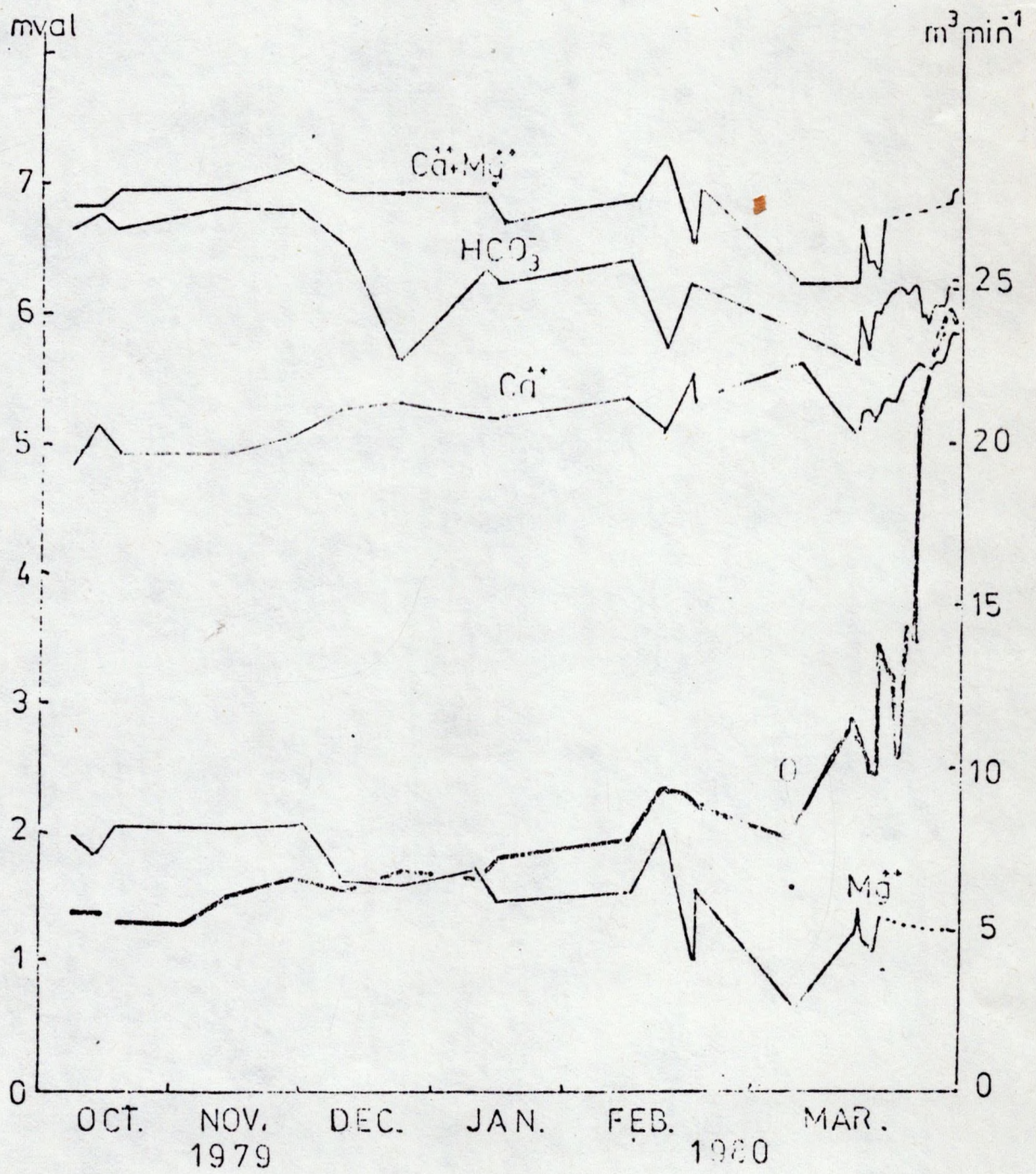
I. táblázat A Vass Imre barlang különböző vizeinek és a Kistohonya-forrás vizének kémiai összetétele

Dátum	Minta	Ca <sup>++</sup> mval	Mg <sup>++</sup> mval	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mval	pH	Ca <sup>++</sup> +Mg <sup>++</sup> mval	t °C
Ápr.11.	árvizi-f.	5.46	2.15	7.28	7.12	7.61	9.5
	fogl.-f.	5.99	1.74	7.28	7.22	7.73	9.8
Ápr.12.	árvizi-f.	5.46	2.17	7.08	7.14	7.68	9.2
	fogl.-f.	5.70	2.00	7.08	7.10	7.70	9.2
Ápr.13.	árvizi-f.	5.36	1.90	7.04	6.63	7.36	9.4
	fogl.-f.	5.66	1.54	7.04	6.63	7.19	9.3
Ápr.14.	árvizi-f.	6.21	1.94	7.00	6.66	8.14	9.6
	fogl.-f.	6.30	1.79	6.92	6.63	8.10	9.4
	Lagunás ①	7.50	0.60	7.04	6.80	8.10	9.9
	Cidri ②	8.05	0.83	7.92	6.80	8.88	9.9
	Narancs ③	8.79	1.94	9.12	6.80	10.72	9.9
Ápr.15.	árvizi-f.	5.28	1.44	6.96	6.52	6.72	9.4
	fogl.-f.	5.50	1.70	7.11	6.70	7.20	9.3
	Lagunás ①	6.78	0.52	7.08	7.02	6.94	9.9
	Cidri ②	7.70	0.70	8.32	6.80	8.41	9.9
	Narancs ③	7.74	1.96	9.00	6.48	9.68	9.9

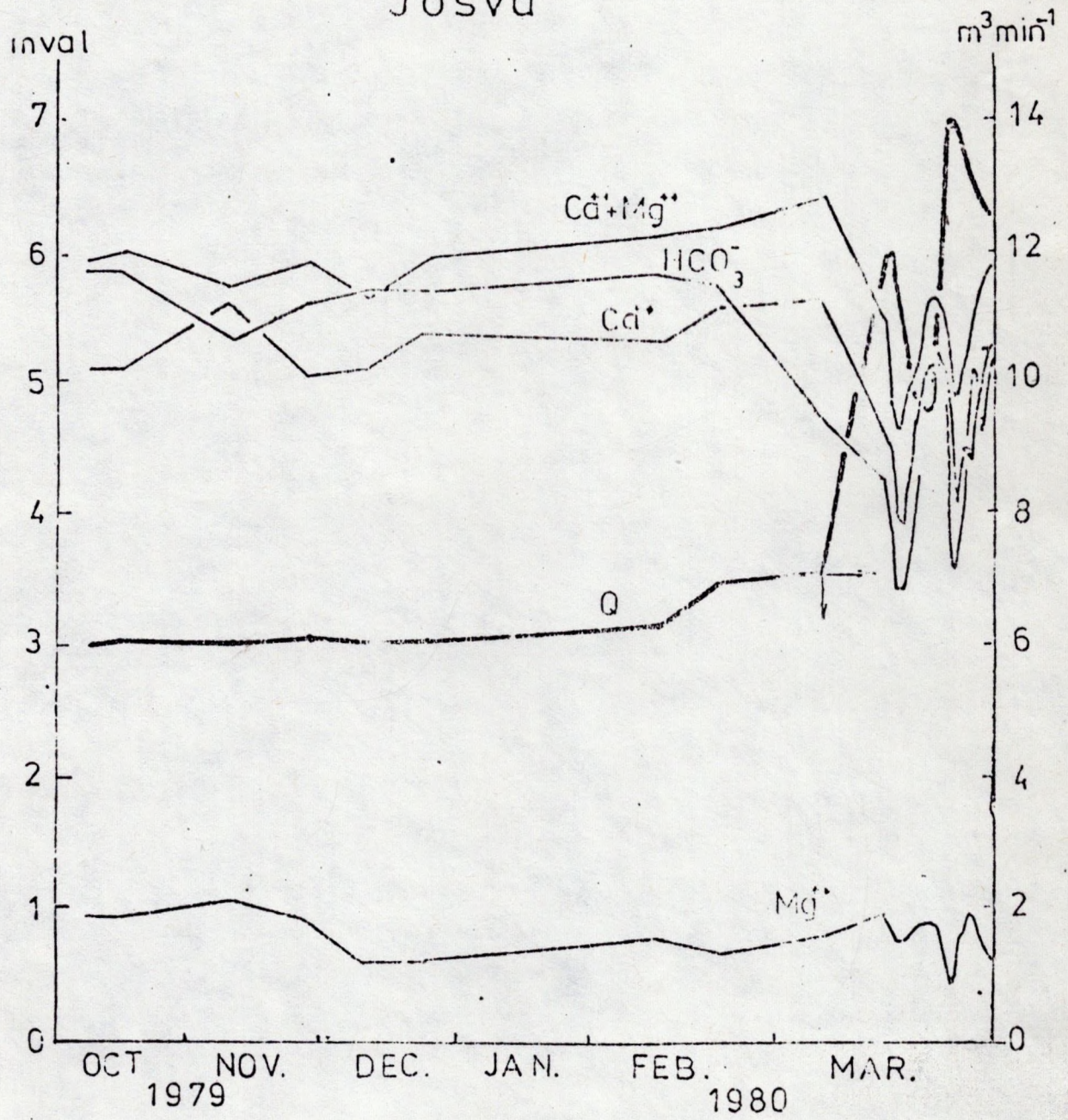
# Kistohonya



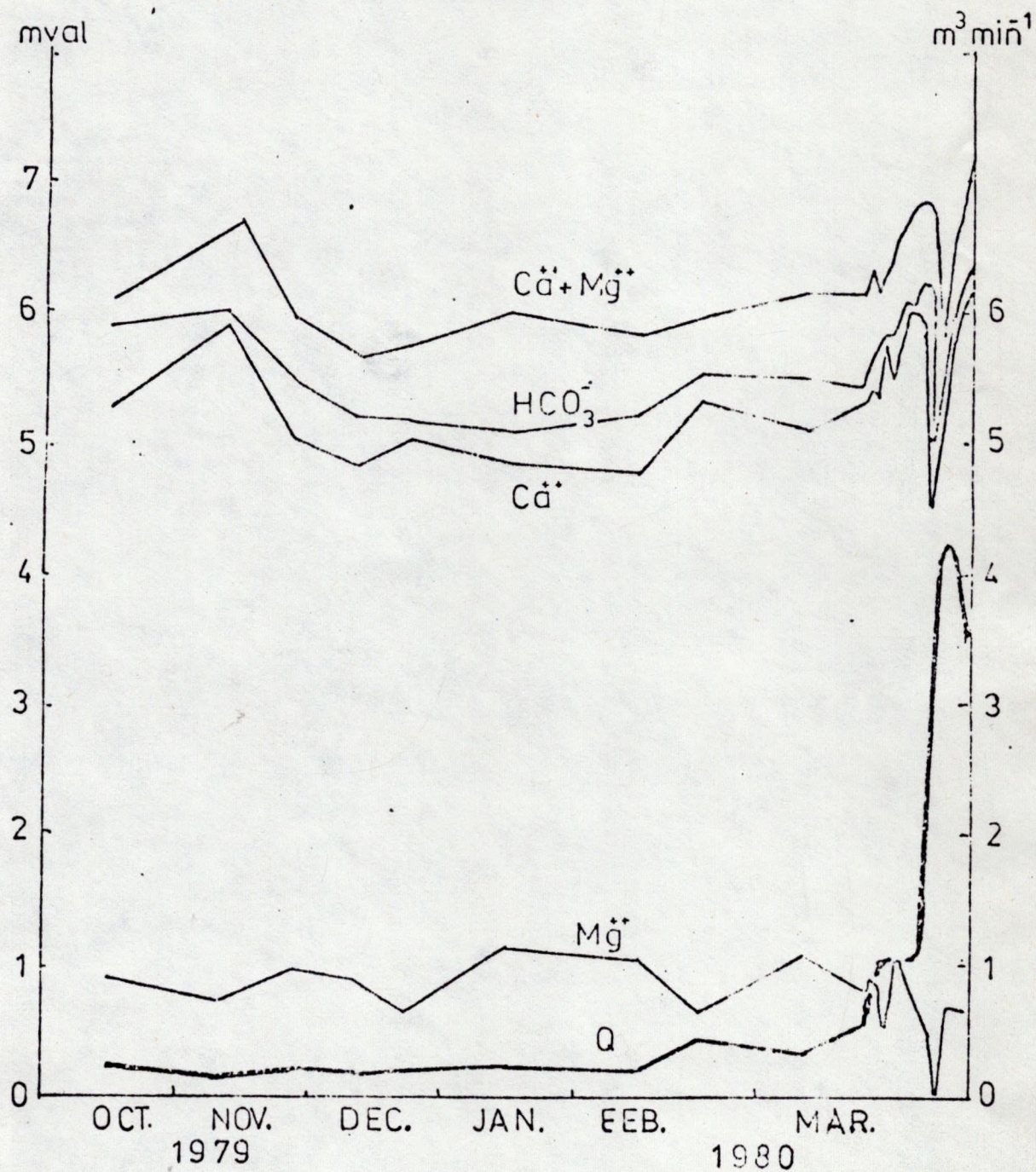
# Nagytohonya



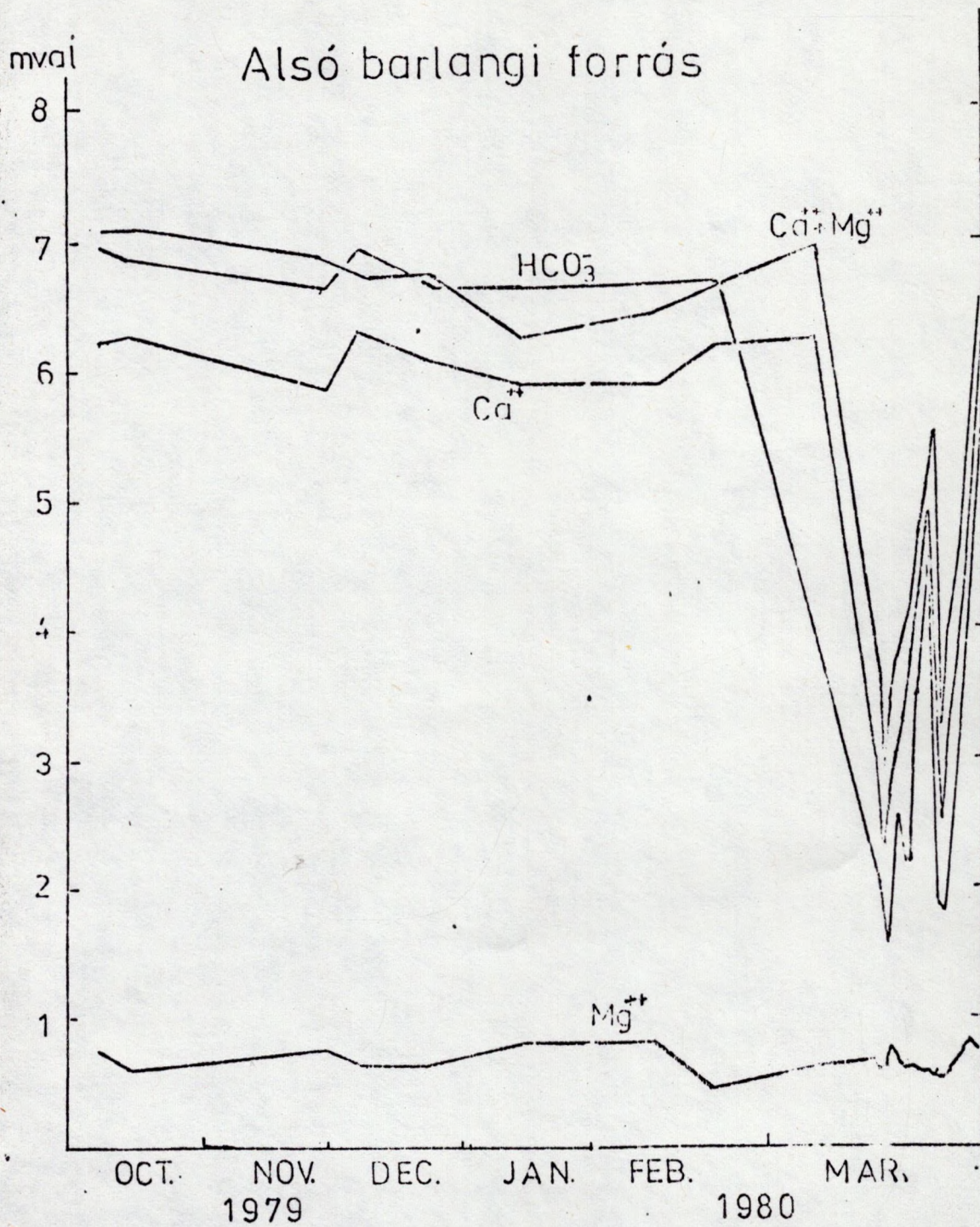
# Jósva



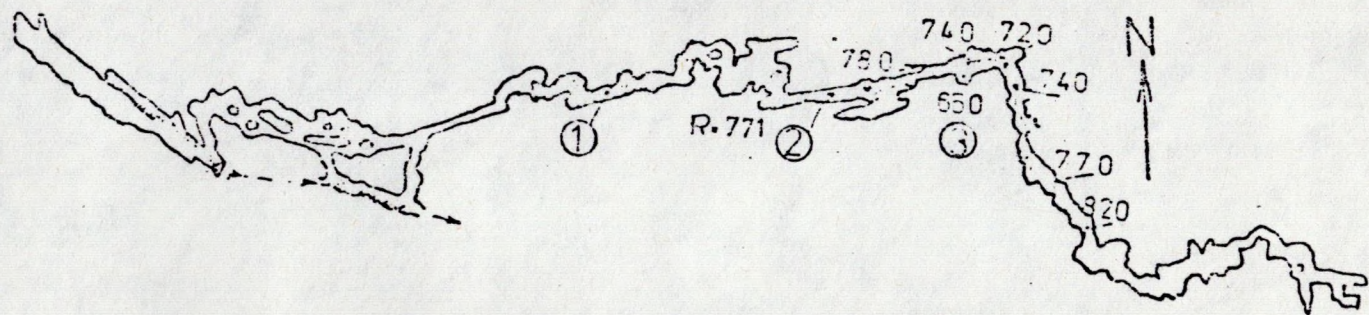
# Komlós



6. ábra



7. ábra



8. ábra