

~~76a. M. 793.~~

EPITŐMŰKÉZÉS ÉS KŐTÉLEKÉZÉS MŰSZAKI EGYSÉGE
ÁSVÁNY- ÉS FÖLDTANI TANSZÉKÉNEK
KUTATÓ ALLOMÁSA
JÓSVAFŐ

11.909.

316

A Budapesti Műszaki Egyetem Ásvány és Földtani Tanszék
Barlangkutató Munkaközösségének, s egyben a Magyar Hidro-
lógiai Társaság Karszt és Barlangkutató Munkacsoportjának

J E L E N T É S E

1954 nyarán,
a gömör-tornai karszton
végzett
kutatásokról.



Összeállította:

Holly Ferenc és Maucha László

A rajzok és térképek
Kertész Tivadar és Sárvány István
munkái.

T a r t a l o m j e g y z é k :

Előszó.	1 oldal
A kutató-csoport névsora.	2 -"-
Munkanapló.	3 -"-
Bevezetés a kutatási és mérési eredmények tárgyalásához	11 -"-
A karszt és vízrendszere	11 -"-
A karsztforrások hőfoka	15 -"-
A karsztforrások vízhozama	18 -"-
A karsztvíz kémiai összetétele	21 -"-
A karsztjelenségek kialakulása	26 -"-
A kutatási és mérési eredmények tárgyalása	31 -"-
Jósua forrás	31 -"-
Komlós forrás	33 -"-
Déli terület forrásai	35 -"-
- Égerszogi forrás -	
- Jósvafői vályuskut -	
- Kecskéskut -	
- Perkupai Hidegkut -	
- Tereztényei rétegforrások -	
- Tereztényei barlangforrás -	
Északi terület forrásai	46 -"-
- Babotkut -	
- Lófej-forrás -	
- Kopolya,forrás -	
- Tohonya forrás -	
- Szabó-kut -	
- Kistohonya forrás -	
A kutatási és mérési eredmények összefoglalása és azokból levont következtetések	62 -"-
A kutatási és mérési terület	62 -"-

A kutatási és mérési terület geológiai felépítése	62 oldal
A mért források hőfoka.	66 -"-
A mért források vízhozama	69 -"-
A mért források kémiai összetétele	78 -"-
A mért forrásokhoz tartozó barlangrendszerek	82 -"-
Függelék	88 -"-
Ősemberi település nyomai Kistohonya forrás környékén	38 -"-
Felhasznált irodalom	90 -"-

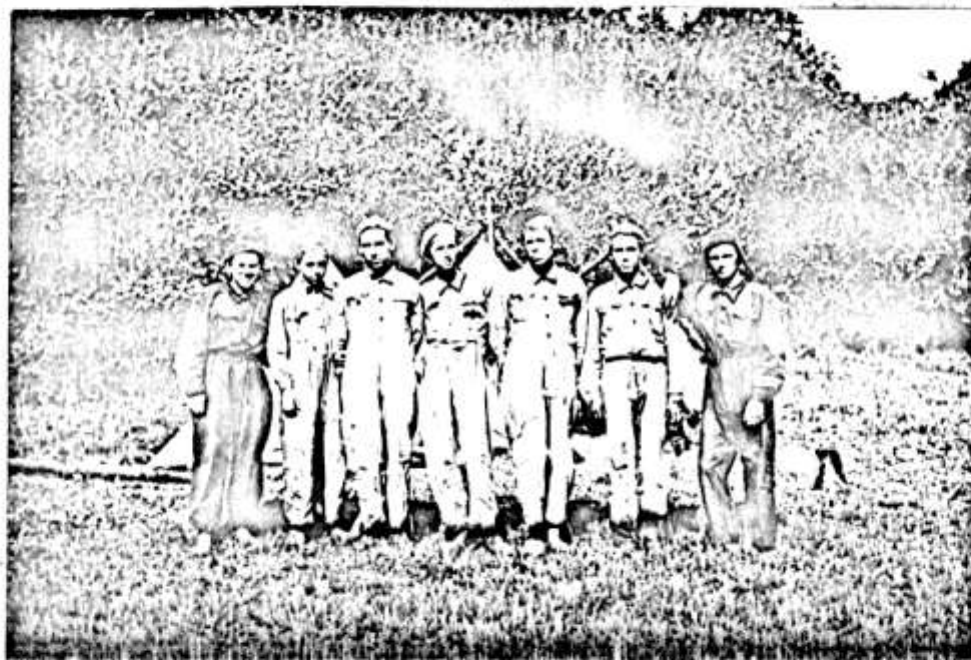
E_L_Ő_S_Z_Ó_i

A Budapesti Műszaki Egyetem Ásvány és Földtani Tanszékének Barlangkutató Munkaközössége és egyben a Magyar Hidrológiai Társaság Hidrogeológiai Szakosztályának Karszt és Barlangkutató Munkacsoportja 1954 év augusztus havában négy hétig tartó kutatást végzett a gömör-tornai karszton. Az expedíció célja a Karszt forrásainak mérése és kémiai analizise, valamint a teresztenyei karsztforrás járatának kibontása, s a feltételezett barlangrendszer feltárása volt. A kiadások fedezéséhez az Ásvány és Földtani Tanszék 930 Ft-al, a Hidrológiai Társaság 558 Ft-al, a Vizgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet pedig 1100 Ft-al járult hozzá. Ezen a helyen is köszönetet mondunk dr. Papp Ferencnek, dr. Maucha Rezsőnek, dr. Kessler Hubertnek, a Hidrológiai Társaság részéről dr. Schulhoff Ödönnek és Erdély Antalnénak, akik önzetlen támogatásukkal segítették az expedíciót célja elérésben.

Budapest. 1954. november 30.

A kutató-csoport névsora:

Holly Ferenc	egy. hallg.
Holly Sándor	egy. hallg.
Holly István	gimn. tan.
Kertész Tivadar	egy. hallg.
Maucha László	egy. hallg.
Németh Béla	gimn. tan.
Németh József	ifj. munkás
Preisinger Ferenc	ifj. munkás
Sárváry István	egy. hallg.
Szabó Tivadar	egy. hallg.
Száyer Kornél	technikus
Turtsányi Sándor	ifj. munkás
Thuróczy Uzor	gimn. tan.
Velősy Imre	egy. hallg.
Weress Kálmán	technikus



A kistohonyai kutató-csoport tagjai.

Ez év augusztusában a fenti megfontolások és törvényszerűségek alapján összehasonlító vizhozam, hőfok méréseket, és kémiai analíziseket végeztünk e karszatterületen. Méréseink jelentősége abban áll, hogy azokat egy időszakban végeztük, s a terület azonos felépítése és viszonylag kis terjedelme miatt azonos körülmények között is. Célunk az volt, hogy a terület legnagyobb karsztforrásainak megvizsgálásával - fizikai viselkedés és kémiai összetétel alapján - számszerű összefüggéseket mutassunk ki a Karsztnak már feltárt két nagy barlangjának /: Baradla és Béke-barlang :/ jelenléte, méretei, cseppkő-képződményei, valamint a Jósza és

Komlós források vizének fizikai sajátosságai és kémiai összetétele között. Erre azért volt szükség, hogy a terület többi karsz forrásaihoz tartozó, geomorfológiai alapon feltételezett barlangrendszerek létéről és méreteiről a megfelelő források megvizsgálásával, és a mérési eredményeket a Jósva-Komlóssal összehasonlítva, számszerű következtetéseket vonhassunk le. /: E barlangrendszerek : babotkúti-, kistohonyai-, kopolyai-, teresztényei-, tohonyai-, :/.

Összehasonlítási alaptípusul a Jósva forrás fizikai és kémiai mérési eredményeit vettük, mivel ehhez tartozik a Baradla-Domica barlangrendszer, amely összesen 22 km. hosszú, így a Jósvát bátran tarthatjuk a környék "legbarlangibb" forrásának. Ehhez hasonlítjuk a Komlós forrást is, mint első rendű példát, ehhez viszonyítjuk a többi karsztforrást is.

Az összehasonlítás főleg a hőfok, vízhozam, kémiai szempontból a karbonát és összes keménység, a Ca és Mg viszony, az oldott oxigén mennyisége, a Cl ion tartalom, a pH, qualitative a szulfát, nitrat, nitrit, ammónia szempontjából történt.

A hőfok-méréseket két tized fokokra beosztott, jénai gyártmányu higany hőmérővel, a vízhozamot usztatással mértük.

A mért karsztvizek kémiai összetételét a Maucha-féle helyszíni vizvizsgáló módszerekkel mértük. A titrálásokat becsiszolt üveg dugóju 10 ml-re kalibrált epruvettákban mikropipettákkal végeztük, mikor is az egyes cseppek térfogatát cseppszámlálással minden egyes esetben megállapítottuk.

A közvetlen barlangkutatók során figyelembe vettük a rétegtani viszonyokat, a morfológiai formákat, és egyes esetekben a huzatot is. Barlang-feltárási munkálatainkat térképezési, szintezési, és réteglap-mérési módszerek segítségével folytattuk.

Vizsgáljuk meg a források helyét, geológiai környezetét, hőfokát, vízhozamát, kémiaját és a hozzájuk tartozó bg. rendszereket:

/:A kutatás ideje alatt két-három forrás vizsgálatával elmaradtunk,
/Babotkut, Lófej-forrás, Köpölya,/ ill. valamilyen okból vízhozamot
mérni nem tudtunk. /Szabó-kut, Tohonya,/ A teljesség kedvéért az e-
zekre vonatkozó hiányzó adatokat egyrészt október elején végzett mé-
résekkel, másrészt átlagos értékekkel pótoltuk. Az utólagos vízho-
zam és hőfok-méréseket Turtsányi Sándor - az expedíció egyik tagja -
végezte el, a kémiai analiziseket az általa Budapestre küldött víz-
mintákból végeztük el, az átlagos vízhozam-értékeket a V.I.T.U.K.I.-
től kaptuk meg. /Babot-kut, Lófej-forrás, Tohonya, Szabó-kut/

Az összehasonlítás során a mérési időpontkülönbségből származó
eltéréseket figyelembe vesszük. :/ Az alábbi összehasonlításokban ^{átlagos}
vízhozamot néhány esetben - mivel a valóságos helyett csak a mérhető
minimális vízhozamok szerepelnek - megengedhető módon középvízhozam-
mal közelítjük meg.

B a b o t k u t :

Babotkut a Kecő-patak völgyében, Jósvafőtől mintegy 2 km. távolságban fakad, a patak bal partján. A tenger színe felett kb. 260 m magasságban helyezkedik el.

A forrás vize kvarckavicsot sodor ki a forrás száján. A közvetlen környezet kőzete a Jósva-völgy környékére jellemző campili lemezes mészkő. Északra azonban 200 - 300 m -en belül a fedőrétegek lépcsőzetesen a felszínre bukkannak. Az első lépcsőben a wettersteini mészkő, második lépcsőben a wettersteini dolomit. A forrás vízgyűjtő területe a Kecő-völgytől északra lévő terület, melyet ÉK-ről a Tohonya-völgy és tengely-iránya határozza. A vízgyűjtő terület hosszanti kiterjedése ÉNy-i irányu, vagyis a haragistyai fennsík-tól nyugatra helyezkedik el.

A forrás vizének hőfoka 1954. okt. 8-án $t_{lev} = 9,9^{\circ}\text{C}$ levegő hőmérséklet mellett $t_{H_2O} = 11,5^{\circ}\text{C}$ volt.

A forrás átlagos vízhozama a VITUKI mérései szerint $Q = 400 \text{ l/s}$.
Vízhozam-ingadozások megfigyelhetők.

Babotkut vize meglehetősen kemény. Karbonát keménység : 27,8 nem. kem. fok. Az összes keménység ennél kisebb, amely alkáli tartalomra enged következtetni. Oxigén tartalma nagy: 8,66 mg/l. A Cl^- tartalom: 4,6 mg/l. Kémhatása közel semleges $\text{pH} = 7,08$. Sulfát, nitrát, nitrit, ammónia ionok kimutatható mennyiségben nem voltak jelen. A Ca-Mg arány kb. 1:2 .

Babotkut vizét nagyrészt dolomit-rétegekből nyeri, a víz tehát szűkebb járatokon közlekedik. Ezt az összes keménység és a Ca - Mg viszonyból is láthatjuk. Az oldott oxigén értéke viszonylag nagy, de ebben az esetben figyelembe kell venni, hogy az oxigén-meghatározás nem a helyszínen történt, így az eredeti értéknél valamivel magasabb. Ennek ellenére is feltehető, hogy a vízgyűjtő terület felszínén lévő wettersteini dolomit fekéjében, amely wettersteini mészkő, esetleg járható járatok is kialakultak, különös tekintettel

a kvarckavics-hordalék jelenlétére.

L ó f e j - f o r r á s

A Lófej-völgy a Tohonya-völgyből É-i irányban ágazik el. Vakonvégződő völgy, hossza mintegy 2-3 km. A forrás a völgy É-i pontján a helyi erózióbázis szintjén tör ki. Időszakos forrás. Vizhozam ingadozása szabályosan bekövetkező. A környék lakóinak állítása szerint a forrás régebben minden délben kitört /: kb 14ⁿ tájban :/ néhány év óta azonban /: egy igen száraz nyár miatt :/ a kitörések ritkábbak, átlagban kétnaponként következnek be kevésbé szabályosan, így most már a nap bármely szakában figyelhetünk meg kitörést. Az időszakos kitörések szivornya-hatásra utalnak.

A forrás vizgyűjtő területén wettersteini mészkő és dolomit található.

A kitörések közötti időben a hozam igen kicsire csökken, csak lassu szivárgás figyelhető meg. Az előtörés helyén lévő törmelékben megáll a víz. Hőfok-mérésünket és kémiai analízisünket ezen a lassan szivárgó vizből végeztük.

A forrás vizének hőfoka okt. 8-án $t_{H_2O} = 8,7^{\circ}C$ volt, ez értendő, ha hozzátesszük, hogy a levegő hőfoka: $6^{\circ}C$ -nak adódott, ugyanakkor. A lassan szivárgó víz fel tudott venni egy közös hőmérsékletet.

A forrás átlagos vizhozama a kitörések alkalmával a VITUKI adatai szerint igen nagy: $Q = 10,000 \text{ l/p}$. Egy kitörés időtartama cca husz perc.

Lófej forrás vizének keménysége közelítőleg megegyezik a Babot-kutéval. Az összes keménység itt is kisebb, mint a karbonát-keménység. A kalcium és magnézium aránya az utóbbi javára dől el. Oxigén tartalma relative kicsiny: 4,38 mg/l, klorid ion tartalma: 3,8 mg/l. Kémhatása semleges: $P_H = 7,0$.

A Lófej forrás mögött mérési eredményeink alapján nincs barlang-

rendszer, amely állítás helyességét a dolomit jelenlétére mutató nagy magnézium-tartalom, és a szűk járatokat megkövetelő kicsiny oldott oxigén-tartalom bizonyítja. Az időszakos kitörések egyetlen nagyobb üregre mutatnak, melybe a víz beszivárogva, azt 1-2 nap alatt megtölti egy bizonyos szintig, mikor is a forrás szivornya-szerű járatán keresztül, rövid idő alatt kiürül.

K o p o l y a f o r r á s :

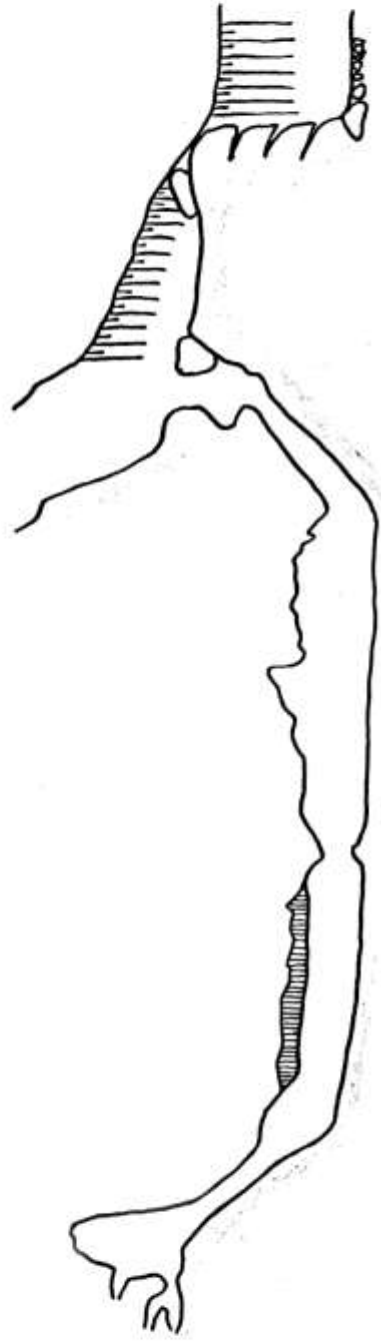
Szinpetri község északra, légvonalban kb. 1 km. távolságban tör elő a Kopolya forrás vize egy vakon végződő völgy É-i pontján. A völgy a falutól K-re ÉÉNy-i irányban indul a Jósva völgyére merőlegesen. A forrás kb 280 méter magasan van a tenger színe felett. Vize az erózió-bázis szintjén tör ki a völgyfenéken fejlett járatból, úgyhogy a vízszint és a járat felső része között mintegy 5 cm-es légrés figyelhető meg. A forrás csak mészkő-kavicsot, kvarc-kavicsot egyáltalán nem, sodor ki a forrásszájon, viszont erősen korrodált cseppkő-darabokat találtunk ott a hordalékában. A forrás előtt a víz kb. 3x2 méter nagyságu tavat alkot. A forrásszáj felett mintegy félméteres mészkő-réteg figyelhető meg.

A forrás vize campili lemezes mészkőből tör ki, amely agyagpálakkal és márgával van átjárva. Északra kb. 100 m.-re nagy területen teljes szélességben felszínen találjuk a wettersteini mészkövet, amely közvetlenül a lemezes mészkőre települt. Ezen a területen hiányzik az alsó anisusi sötét dolomitos mészkő-fekü, tekintve, hogy a közethatárokon seholsem bukkan felszínre,

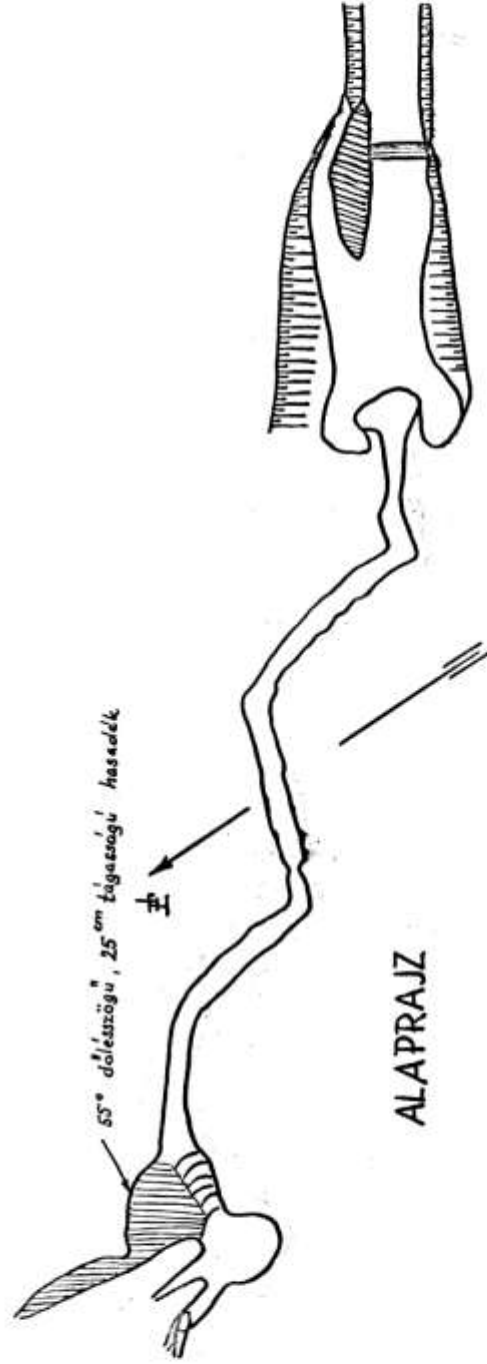
A forrástól É-ra cca 40-50 m távolságban egy bevágásban, a forrás szintje felett kb. 8-10 méterrel aug. 15-én egy száraz forrásszájra bukkantunk. Az innen kitörő erős huzat miatt, mintegy 1 m-es szakaszon kibontottuk a járatot, kiszedtük a beszorult mészkő-törmeléket, és bejutottunk egy átlagosan 0,8 m széles, 1,5 m magas

A HOPOLVA TORRÁS ÁRVIZI JÁRATA

M = 1 : 100



VEITETT HOSSZMETSET



ALAPRAJZ

árvizi szinten lévő forrás-járatba. A járat alján agyagos mészkő-törmelék figyelhető meg. A barlang-rész végén omlás által utunkat, melynek rései közül igen erős huzat tört ki. Ezen a részen egy 2 m hosszú cseppkő-lefolyást láttunk. A járat hossza felmérés alapján 30 méter.

A forrás vizének hőfoka ez év okt. 9-én mérve $t_{H_2O} = 9,1^{\circ}C$ volt $t_{lev} = 8,9^{\circ}C$ levegő-hőmérséklet mellett.

A forrás vízhozama ugyanekkor usztatással való mérés alapján: $Q = 450 \text{ l/p}$. Vizhozamingadozásról adatunk nincsen.

A forrás vizének kémiai összetétele barlangra vizsgálva kedvező. Karbonát-keménysége alig valamivel nagyobb, mint a Komlós vizének karbonát-keménysége, 24,4 n.kem. fok. Összes keménysége ennél nem sokkal kisebb, 23,2 n. kem. fok. Vizének kalcium és magnézium aránya is igazolja az alsó anisusi dolomit hiányát, mert ez a hányados nagyobb, mint kettő. Vizének oldott oxigén-tartalma nagyobb, mint a Komlósé, ha pedig figyelembe vesszük vizüknek hőfok-különbségét, - tekintve, hogy alacsonyabb hőfokon a víz kevesebb oxigént ²/: általában gázokat :/ képes oldva tartani, - ez az érték még kevesebbnek adódik. A víz szulfáton kívül 3,2 mg klorid iont is tartalmaz literenként. Vizének kémhatása jó közelítéssel semleges, $pH = 7,09$, mely a szabad szénsav és az alkáli földfém-bikarbonát rendszer kiegyensúlyozottságát mutatja. A forrás vize szennyezve nincsen, ammóniát, nitritet, és nitrátot még nyomokban sem tartalmazott.

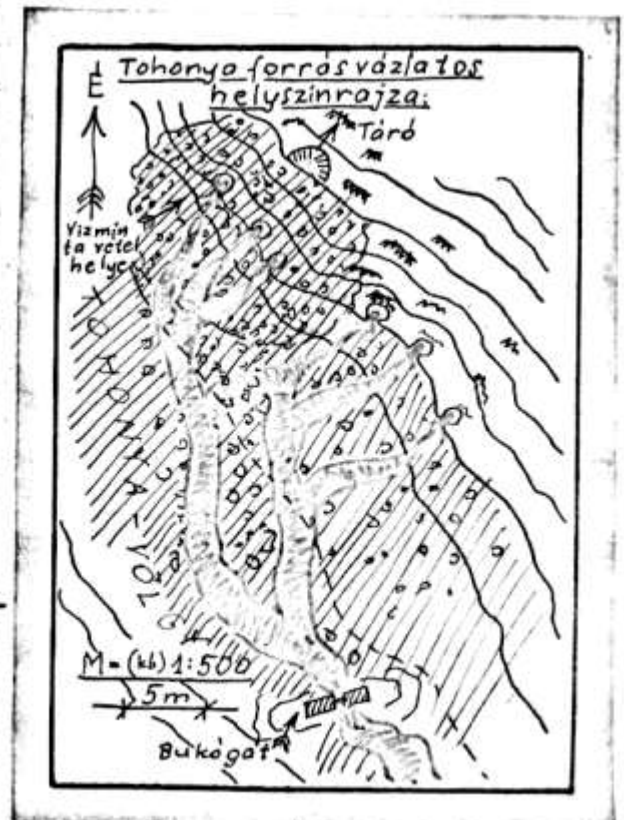
Méréseink és morfológiai megfigyeléseink alapján a Kopolya forráshoz egy nagyobb barlang-rendszernek kell tartoznia, mert a vízgyűjtő területének karsztos kőzete nagy területen wettersteini mészkő, amelyben a Baradla is kialakult. A forrás vízhozama elég nagy, a vízhozamingadozást sajnos nem ismerjük. A Ca-Mg arány olyan, mint a Jósvánál. Az oldott oxigén mennyisége jelentős, amely feltétlen

tág járatokra utal. Végül a forrás cseppkő-darabokat sodor magával, az árvizi szinten lévő járat pedig nagy vízhozam-különbségekre mutat. Az erős huzat az árvizi szinten lévő járatban viszonylag könnyű bejutást ígér a forrás felől a barlang-rendszerbe.

Tohonya forrás:

A Tohonya völgy bejaratában, Jósvafő északi végétől, mintegy 200 m. távolságban, a patak balpartján, a helyi erózió-bázis szintjén, a tenger színe felett kb. 230 m. magasságban tör elő a Tohonya forrás. A mefedek, karros, sziklás hegyoldal aljából, 20-25 m. szélességben, hat nagyobb forrásszájon ömlik a víz a felszínre. A hordalékban kvarckavics egyáltalában nincsen.

A forrás vize a campili lemez mész- és awettersteini mész-kő határán kerül a felszínre. A völgy alját még a fekvő mész-kő képezi, - amelyet agyagpala és márgarétegek is felváltanak, - feljebb a hegyoldal néhány méterrel már a "fennsiki" mész-kőből van fel-



Tohonya forrás vázlatos helyszínrajza.

építve. Ez a kőzet ugyanaz, mint a- miben a Baradla vagy Béke-barlang kialakult. A forrás vízgyűjtő-területét ez a kőzet alkotja a teljes szélességben, csak néhol, mint fedőréteg telepedik rá, főleg dolinák alján a pannóniai nyirok, amely legnagyobb részt vörösagyag, a mész-kő oldási maradéka. A vízgyűjtő-terület a Kuriszláni völgy, Szelcepuszta felé húzódik, de nozzátartozik a Nagyoldal-környék is.

A forrás vizének hőfoka aug. 19-én végzett vizsgálatok alapján:

$t_{H_2O} = 13,5^{\circ}C$ volt. Ez az érték az általunk mért források közül a legnagyobb. Ugyanekkor a levegő hőfoka derült időben 24 C volt.

A Tohonya forrást átlagos vízhozama a Karszt második legnagyobb forrásává teszi. Kristálytiszta vize hatalmas tömegben ömlik ki a mészkő-törmelék közül. Usztatással megmérni vízhozamát igen nehéz, s a kapott eredmény nagyon pontatlan lett volna, ezért erre vonatkozó adatot a VITUKI-tól kaptunk. A Vizgazdálkodási Kutató Intézeteként általa épített bukógátak segítségével méri a források vízhozamát.

Eszerint a forrás átlagos vízhozama $Q = 5500$ l/p. Vízhozamingadozás szempontjából ez az egyetlen olyan forrás, amelynek hozamváltozásai egyrészt szabályosan, másrészt szabálytalanul ismétlődnek. Ez azt jelenti, hogy vízrendszerében valamelyik



Tohonya forrás egyik forrasszája.

mellékágban szivornya-hatás érvényesül, az állandó nagy vízhozam fejlett járat ill. barlangrendszerre mutat.

A forrás vizének karbonát-keménysége 20,6 n.k. fok, viszont érdekes, hogy összes keménysége ennél kisebb értéket mutat. /18,7 n.k.f./ Ebből következik, hogy bizonyos mennyiségű alkáli fémiot tartalmaz. A kalcium és magnézium ionok aránya /egyenértékben/ közel egyező, kicsivel nagyobb a kalcium ionok mennyisége. Ez a tény arra mutat, hogy a forrásban előtörő víztömeg útjának jó részében mészkövön halad keresztül. A víz oldott oxigén tartalma 8,0 mg/l, mely nagyobb, levegős barlangjárat létezését bizonyítja. A klorid ion-tartalom mini-

minimális: 3,3 mg/l. Kémhatása közel semleges: $p_H = 7,13$. Kimutatható szulfát-mennyiséget, ammóniát, nitritet és nitrátot vize nem tartalmaz.

Mérési eredményeink azt mutatják, hogy Tohonya-forrás mögött a Karszt második legnagyobb barlang-rendszerének kell huzódnia, mivel a vízhozam igen nagy, ez arányos a vízgyűjtő-terület nagyságával, a vízgyűjtő-terület kiterjedése pedig - ha a többi tényező is barlang jelenlétére mutat, - arányos az alatta kialakult barlang-rendszer nagyságával. A nagy vízhozam-ingadozás tág járat-rendszerre utal. Tekintve, hogy ezen a területen a csapadékviszonyok, beszivárgási százalék közel azonosak, a karsztos kőzet pedig ugyanaz, mint a Baradla esetében, nagyméretű barlang-rendszerrel állunk szemben. A kvarckavics teljes hiánya - a bevezetőben tárgyalt szempontok szerint - csak annyit jelent, hogy a barlangüregek kevésbé tágak, és formáltak, mint pl. a Baradla, jobban meglátszik rajtuk az eredeti hasadék jellege.

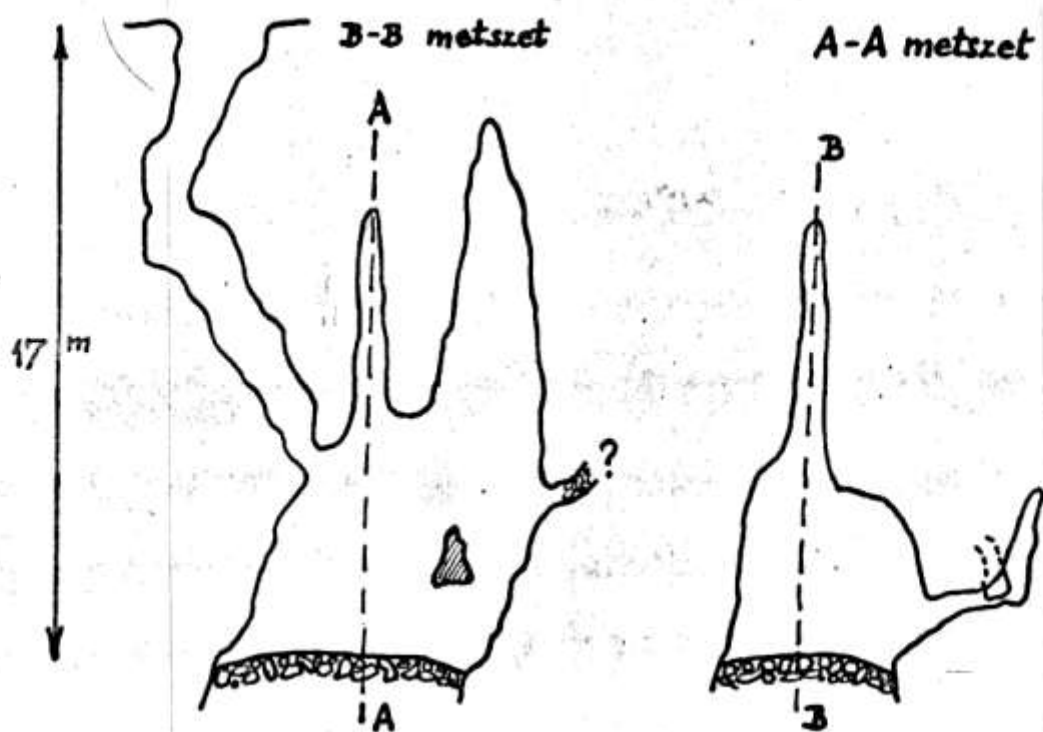
A kémiai analízis adatai azt mutatják, hogy a víz főleg mészkőben, tág járatokon közlekedik, hiszen a kalcium-magnézium arány a Jósva és a Komlós aránya között van, az oldott oxigén pedig alig kevesebb, mint amennyit a Komlós vízében határoztunk meg.

A Vizgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet irányításával 1953 szept. 1-e óta a forrás feltárásán állandó munka folyik, Rudabánya vizellátását kívánják biztosítani e forrás foglalásával.

Jakucs László a Komlós forrás barlang-rendszerének feltárása előtt a Tohonya forrás barlangjának feltárását vette tervbe. Morfológiai vizsgálatai alapján itt egy kb. 15 km. es barlangrendszer létezését tételezte fel. Szerinte a Tohonya-rendszer vízgyűjtő-területének határai északon a Ménés völgy, keleten a Bódva völgye, délen a Jósva-völgy, nyugaton a Lófej völgy. A Kopolya forrás vizsgálatának eredményei alapján egy olyan barlangrendszer tételezhető

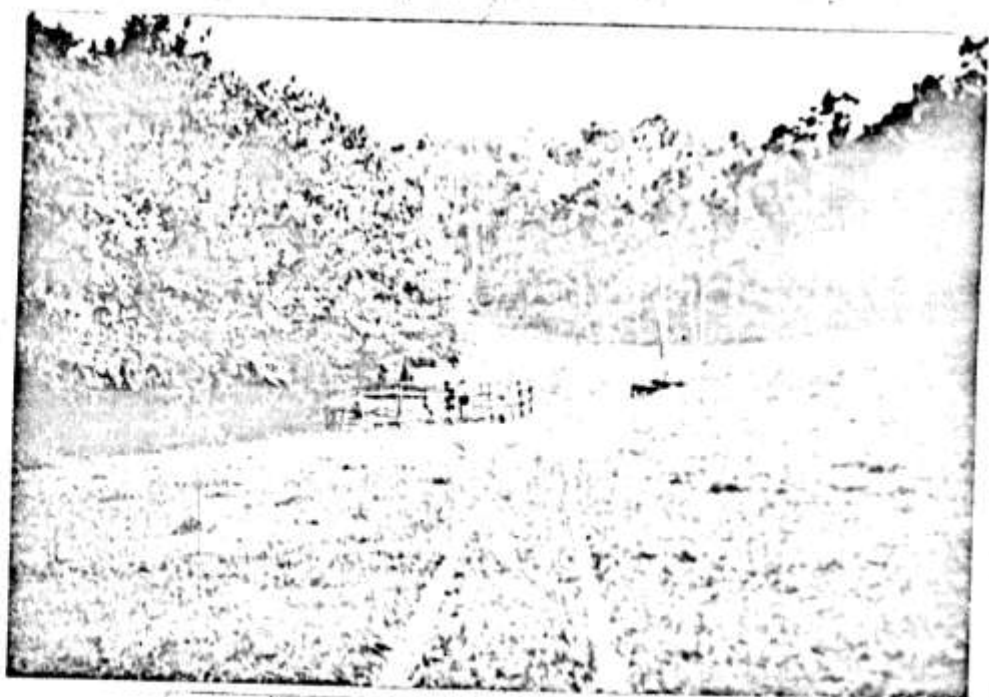
A „KURISZLÁNTÓI ZSOMBOLY”

M=1:200



fel, amelynek vízgyűjtő-területe a Bódva völgy és a feltételezett Tohonya-rendszer vízgyűjtő-területe közé esik. Ezért a Tohonya-rendszer legfeljebb csak a Lipinye tető /: 481 m.p. :/ és Szinpetri középpontján keresztül húzott képzeletbeli határ-egyenesig terjedhet.

A Tohonya-forrás vízgyűjtő-területén található karszt-jelenségek szintén a feltételezett barlang-rendszer létezését bizonyítják



A kuriszlán-völgyi beszakadás.

A Nagyoldali zsomboly, a Kuriszlánfői zsomboly, a kuriszláni völgyi beszakadás, amely 1950 májusában jött létre, és a befolyó csapadék-vizeket gyorsan, egész tömegében elnyeli, valamint a szelcepusztai beszakadás ezen a területen vannak. Kutatásunk ideje alatt aug. 29-én megnéztük a kuriszláni völgyi beszakadást és a Kuriszlánfői zsombolyt. Az előbbi aiját a hordalék már teljesen eltömte, alkalomszerűen nem sokat lehet rajta látni, de a zsom-

bolyt bemásztuk, és közelítőleg fel is mértük. A zomboly kb. 17 m. mély, alján felhalmozódott agyagos törmelék, a napvilágra bukkanó járatán kívül kialakult gömbsülkés kürtői és borsókővel borított képződményei megtévesztésig hasonlítanak hévforrásos formákhoz.

S z a b ó - k u t :

Szabó-kut a Tohonya-völgy másik oldalán, a Tohonya-forrással közel egy magasságban fakad. Vize a völgyfenék-közetéből, campili lemezes mészkőből álló völgyoldalból tör ki. Vizgyűjtő-területe a Kecső-völgy és a Tohonya-völgy által bezárt háromszög, ill. a két völgy által bezárt szög felező egyenesének irányában ÉNy felé húzódik. E forrás vizgyűjtő-területe Babot-kut és Kistohonya forrás vizgyűjtő-területe közé nyulik, tehát az előbbinek nyugatabbra kell húzódnia, helyesbitve a Babotkut tárgyalásánál írottakat. /:Kistohonya forrásról az elkövetkezendőkben fogunk bővebben írni.:/ Ezen a területen, mintahogy már a Babot-kutnál is tárgyaltuk, a rétegek három lépcsőjével találkozunk a felszínen. Legalul és legdélebbre a campili mészkő, középen és északabbra a wettersteini mészkő, a legfelső és a legészakabbra lévő kőzetcsoport a wettersteini dolomit. Ezen a dolomit-területen a bevágódott utak mentén murvásodott rétegek figyelhetők meg. /:Mozna-tető 463 m.p. és környéke:/



Szabó-kut tulfolyója a bukógáttal. Balra fent a vizmű betonépitménye, jobbra a Kistohonya patak látszik.

A forrás vizének hőfoka okt. 19-én végzett mérések szerint $t_{H_2O} = 10,4^{\circ}C$, a levegő hőfoka pedig $t_{lev} = 8,0^{\circ}C$ volt.

A forrás vizének hozama sokkal állandóbb, mint a környező forrásoké. Vizét két betonmedencébe vezetik, és vezetékeken keresztül Jósvafőre vezetik, ez a vízmennyiség fedezi a falu vízellátását. A felesleges víz egy vascső-tulmányon ömlik a Kistohonya patakba. Ilyen körülmények között vízhozamot mérni nem tudtunk, a VITUKI-tól kapott adatok alapján a forrás átlagos vízhozama $Q = 1250 \text{ l/p}$.

Szabó-kut vizének karbonát-keménysége szintén "20" körüli, közelítőleg ennyi az összes keménysége is. A magnézium ion mennyisége a kalciuméhoz viszonyítva legnagyobb az összes mért források közül. Ez az érték a víz útjában jelentős dolomit-rétegekre mutat. Oxigén-tartalma literenként 7,4 mg, de ennek jelentős részét a vascsőben való haladás közben abszorbeálja, ezért ez az adat barlangtani szempontból nem sokat mond. Klorid ion-tartalma a Jósván kívül legkisebb az összes mért források között. Vize gyengén lúgos $p_H = 7,73$, szulfátot, ammóniát, nitritet és nitrátot nyomokban sem tartalmazott.

A forrás vizének fizikai és kémiai adatai, vízgyűjtő-területének morfológiai és rétegtani viszonyai megmutatják: milyen körülmények között nem jöhet, és nem is jön létre barlang-rendszer. A Szabó-kut tanulmányozása során megfigyelhetjük, hogyan változnak a mérési eredmények, ha a víz nem barlang-rendszeren, hanem szűk repedés-hálózaton jut el a forrásig. A vízgyűjtő-terület kicsi, ill. hosszan elnyúló, a vízhozam nem túl nagy és az ingadozás minimális, vízhőfok állandóbb, a víznek nagy a magnézium ion tartalma, /: a felszíni kőzet is legnagyobb részt dolomit :/. Végeredményben kimondhatjuk, hogy a Szabó-kutnak kialakult barlang-rendszere a fentiek szerint nincsen, kisebb üregek esetleg helyenként lehetségesek.

MÉRÉSI EREDMÉNYEK TÁBLÁZATA

Sor- szám	Forrás neve	Járé	Fizikai tulajdonságok		Quantitatív meghatározások										Kémiai összetétel					Qualitatív meghatározások				
			Hőfok	Hőszok	hőszok	hőszok	Ca	Mg	Mg	HCO ₃	Cl	S ₂	O ₂	O ₂	O ₂	PH	S ₂	NO ₂	NO ₃	(NH ₄)				
1	Jászva-forrás	aug. 16.	105,7	16,4	128	17820	8,22	23,0	21,1	16,0	14	5,1	22	501	1,7	9,1	6,7	7,73	+	-	-	-		
2	Komlós-forrás	aug. 16.	45,3	10,6	1428	4428	8,35	23,7	23,2	10,2	73	13	56	509	2,5	8,2	5,8	7,00	-	-	-	-		
3	Egerzöngő-forrás	aug. 13.	27	10,5	44	6,96	19,5	21,8	6,6	47	45,2	65	425	4,1	9,1	6,4	7,05	-	-	+	-			
4	Jászrafői-üllyűskút.	aug. 16.	16,3	10,1	36																			
5	Kecskés-kút	aug. 19.	24,3	10,5	778	7,98	22,4	23,2	9,4	67	138	61	487	4,1	4,9	3,4	0,91							
6	Parkupai-Hidegkút	aug. 15.	31,3	14,4	80	17,4	48,0	39,6	35,6	255	4,0	47	1062	4,7	4,7	3,3	6,91							
7	Teresztényi-rtógyon	aug. 12.	48,2	10,2	40	6,96	19,5	18,8	9,0	64	9,8	43	425	5,5	7,0	4,9	7,73	+	-	-	-			
8		aug. 13.	17,4	12,2	10																			
9		aug. 13.	17,5	11,9	10																			
10		aug. 13.	16,2	12,6	10																			
11	Teresztényi-bgy-forrás	aug. 8-11	137-237	11,2	901	7,15	20,0	22,7	8,8	63	139	60	436	5,5	9,1	6,4	7,58	+	-					
12	Babotkút	okt. 8.	92	11,5	700	9,92	27,8	24,6	8,2	59	16,4	71	605	4,6	8,7	6,1	7,09	-	-					
13	Lófejforrás	okt. 8.	6	6,7	10000	9,63	27,0	22,2	8,1	58	14,1	61	588	3,8	4,4	3,1	7,00	-	-					
14	Kopolya-forrás	okt. 9.	8,9	9,1	450	8,31	24,4	23,2	15,9	14	7,3	32	532	3,2	8,6	6,0	7,09	+	-					
15	Tohányai-forrás	aug. 19.	24	13,5	5500	7,35	20,6	18,7	9,5	68	9,2	40	448	3,3	8,0	5,0	7,13	-	-					
16	Szabó-kút	okt. 19.	8	10,4	1550	6,87	19,3	19,2	3,1	22	16,1	70	419	2,5	7,4	5,2	7,73	-	-					
17	Kistehenyő-forrás	aug. 29.	1,8	10,5	893	7,17	20,1	20,0	1,2	85	8	35	488	3,2	10,5	7,4	7,00							

* Nem helyezni a mérési eredményt.

* VITUKI általános mérési adatok.

A KUTATÁSI ÉS MÉRÉSI EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA ÉS

AZOKBÓL LEVONT KÖVETKEZTETÉSEK:

A kutatási és mérési terület.

A gömör-tornai karszt a Szepes-Gömöri Érchegység legdélibb nyulványa. E területet a Baradla cseppkő-barlang tette nevezetessé, amelynek bejárata Aggtelek község határában nyílik. Ezért a barlangot, mint "Aggteleki barlangot" ismerik, a karsztfennsíkot pedig gyakran "aggteleki karsztnak" is nevezik. A Karszt határvidék, ÉK-DNy-i irányban húzódik át rajta a Magyar-Csehszlovák határ Putnok és Bódvavendégi között. Tehát északon és nyugaton az országhatár, kelet felől a Bódva völgye, délről a Sajó völgy határolja ezt a területet. A határon túl a Szilicei fennsík kapcsolódik szorosán - földrajzi egységben - ehhez a vidékhez. A gömör-tornai karszt területe kb. 500 km².

Az elmúlt nyáron a Jósua völgy környékén végeztük kutatásainkat és forrasméréseinket. Kutatási területünk határai: Aggtelek, - Igerszeg, - Teresztenye, - Szőlősardó, - Perkupa, - Szin, - Lipinye-tető /481 m/ - országhatár, - Aggtelek vonalában húzódnak. A Karsztnak ez a területe 200 és 500 m tengerszintfeletti magasságok között ingadozik, azaz közép magassága^{kb} 350 m. Ezt a területet közel egy magasságban lévő fennsíkok, és mélyen bevágódott, gyakran vak-völgyek jellemzik. Kutatásaink "északi" és "déli" területét a Jósua-völgy választja el.

A kutatási és mérési terület geológiai felépítése.

Jósvavölgy környékének földtanterképét 1943-ban Balogh Kálmán készítette el, amelyet a Magyar Állami Földtani Intézet 1943-as Évi Jelentésében tesz közzé. A földtani térképhez csatlakozó leírás /: Földtani tanulmányok Pelsőc környékén, /1942/ továbbá Bódvaszilás és Jósvafő között. /1943/ :/ részletesen tárgyalja e vidék rétegtani felépítését.

Kutatásaink során ennek alapján végeztük el összefüggés-vizsgálatainkat, a leírás és földtani térkép alapján dolgoztuk fel a mérési eredményeket, alábbi táblázatunk és a mellékelt karszt-geológiai térképünk ennek alapján készült.

Jósvavölgy környékének karsztos közettömege triász üledékekből alakult ki. Ezt a területet homokkő, agyagpala, márga, dolomit, de legnagyobb részét mészkőrétegek építik fel. Felszíni ujkori üledékek: mészkő-kavics, kvarckavics, nyirok ill. vörösagyag, folyami és patak-hordalék. A jósvavölgy-környéki triász kora üledékes kőzetek majdnem teljes mértékben az alsó és középső triászban halmozódtak fel, felső triász kora üledék egyedül a hallstatti mészkő igen kis mennyiségben.

A környék vezér-képződményei az alsó-triász verfeni és guttensteini rétegek.

Legalul helyezkedik el a legidősebb seisi lilásvörös homokkő és agyagpala. Erre települ konkordánsan a campili rétegcsoport, amely tartalmaz barnás vagy szürke lemezes agyagpalát, lemezes hieroglifás mészkövet. A Jósvavölgy két oldalán nagy területen ez a közcsoport van a felszínen.

A fedő-kőzet alsó anisusi sötét dolomitos mészkő, mely szakadozottsága miatt nem mindenhol található meg. Pl. Jósvavölgytől É-ra nagy részben hiányzik, mivel sehol sem bukkan elő a fedő wettersteini mészkő peremén.

A középső és felső anisusi wettersteini mészkő tehát a következő fedőréteg. Legnagyobb részben ez alkotja a környék fennsíkjaait. Vastagsága a két száz métert is eléri. Alsó részében tiszta tömeges mészkő, feljebb szaruköves csoport következik, ebből felfelé tömeges, algás, világos mészkő fejlődik ki. Ebben alakult ki a Baradla és a Béke-barlang. Erre települ a ma már csak roncsokban lévő alsó ladini wettersteini dolomit, nagyobb kiterjedésben a Jósvavölgy-Ménésvölgy közötti fennsíkon találták meg.

A jósvavölgyi egység mészkő-fennsíkjaait tehát sötétebb közbe-településekkel tarkított világos mészkő /wettersteini/, szemcsés szövetű világos dolomit /wettersteini/, és igen kis részben hallstatti faciésú felső triász mészkő alkottja.

A gömör-tornai karszt rétegtani felépítése Balogh K. alapján:

Időszak	Kor	Emelet	Alkmelet	Kőzetfajták	Tér- lépés jelölés
Holocén		Alluvium		Folyami és patakfordalék	10
Pliocén		Pannoniai		Nyírok-vörösaprag-krarc- karát	9
Eocén (?)				Mészkőkavics	8
Triász	Felső			Hallstatti mészkő	7
	Középső	Ladini	Felső	Sötét agyagpala	6/a
				Szarúköves halóbids mészkő	6/b
		Anisusi	Felső	Wettersteini dolomit	5
			Középső	Wettersteini mészkő	4
	Alsó	Verfeni	Alsó	Sötét dolomit és mészkő	3
			Campili	Lemezes mészkő, agyag- pala és márga	2/a
			Seisi	Barnás-vörös homokkő	2/b
			Lilávörös homokkő és agyagpala	1	

Hegyszerkezeti szempontból Jakucs Iászló szerint két K-Ny-i irányú antiklinális figyelhető meg. A délinek tengelyébe vágódott bele a Jósvavölgy, az északi antiklinális déli részében alakult ki Ménesvölgy. A campili mészkő-csoport egész tömegében vizzáró rétegnek tekinthető, mivel agyagpalák járják át. Ez a vizzáró campili réteg-csoport Jósvafő és Szin között antiklinális hátat jelöl, ami a Jósvavölgy két oldalán megfigyelhető ellenkező irányú dölésekből is következtethető. Ahol e rétegsor Jósvavölgytől É-ra és D-re teljes szélességben szinklinálisba megy át, egyre vastagabb wettersteini rétegek fedik be. Vékony rétegben közbetelapult, főleg déli területeken a fentemlitett szakadozott alsó anisusi sötét dolomitos mészkő. A fennsíkok tehát a szinklinálisok felett alakultak ki; az ott felhalmozódó vastag mészkő rétegekben, - a szinklinálisot alkotó

fekvő campili rétegsor valamelyik vízzáró agyagpala közbetelepülésére támaszkodva - karsztos vízrendszerek alakultak ki. A dinamikus karsztvízszint elhelyezkedése azonban mindenhol a helyi erózióbázis szintjétől függ, de a környék karsztforrásai ott ahol a campilié rétegsor felszínre bukkanásánál jelentkeznek, - vagy másképpen, mindenhol a fedő-közetek peremén törnek felszínre, illetve, ha közbetelepül vékonyabb rétegben a sötét dolomitos-mészkö, akkor abból is jöhetnek elő karsztforrások. /: 1. Komlós, Jósva :/

Mint fentebb láttuk, és az előbbiekből is következik: a Baradla és Béke-barlang wettersteini mészkőben alakultak ki, vízrendszerük végső fokon a campili rétegsor valamelyik vízzáró rétegre támaszkodik. A vízrendszerek támaszkodása sekély karszt esetében közvetlen, mélykarszt esetében közvetett jelenség. A Jósva és Komlós forrás vízrendszerénél az utóbbi eset áll fenn, ami abból is látszik, hogy nem közvetlenül a vízzáró rétegsor felszínre bukkanásánál törnek ki, de ugyanekkor megállapítható, hogy e vízrendszerek délnyugati irányban a szinklinális tektonjének süllyedésével, egyre vastagabb stagnáló u.n. mélykarszt vízre támaszkodnak.

A fentiekből következik, hogy valamely karsztforráshoz - ezen a területen - barlangrendszer tartozzék, annak szükséges, de nem elégséges feltétele az, hogy a forrás vízrendszere wettersteini mészkőben alakuljon ki. Ha az utóbbira esetleg a fedőréteg-wettersteini dolomit települ, akkor is alakulhat ki barlangrendszer, ha ez a dolomit-réteg szakadozott, vagy nem túl vastag. Az utóbbi esetben azonban nyilvánvalóan kisebb keresztmetszetű barlangrendszerek alakulnak ki. / pl. Babotkut./

Ezek szerint ezen a területen kialakult barlangrendszerek hossza a wettersteini mészkőrétegek kiterjedésétől függ, illetve kedvező esetben a vízgyűjtő-terület nagyságától.

Ezekből a szempontokból nézve a mért forrásokat: nyilvánvalóan nem tartozik barlangrendszer a rétegsorforrásokhoz, ezek: Igerszegi

forrás, teresztenyei rétegforrások, Valószínűleg nem tartozik barlangrendszer: Jósvalói vályuskuthoz, Kecskékuthoz, perkupai Hidegkuthoz. Esetleg lehetséges barlangrendszer: Babotkutnál, Szabókutnál, Lófej-forrásnál. Valószínűleg alakult ki barlangrendszere: a teresztenyei barlang-források, a Kopolya forrásnak, Tohonya forrásnak, Kistohonya forrásnak.

A mért források hőfoka.

A karsztviz természetes felszínre törése karsztforrásokon keresztül történik. A karsztforrások vizsgálatával adatokat nyerünk a karsztvizre, s ezen keresztül a vízrendszerekre, illetve a barlangrendszerekre vonatkozólag.

A karsztvizek hőfoka - mint a bevezetésben láttuk - külső tényezőktől és belső adottságoktól függ. Legfontosabb külső tényező az állandóan változó felszíni hőmérséklet, alapvető adottság a Föld állandó belső melege. Lényegesen befolyásoló körülmény a környezet hővezető képessége, azonkívül a karsztvizek hőfokát vizsgálva szem előtt kell tartanunk, hogy a karsztviz mozgásállapota és hőfoka között szoros összefüggés van. Ugyanis csak akkor kapunk helyes képet a karsztvizek hőfokáról és annak változásairól, ha hőtani alapon figyelembe vesszük a "közös hőfok" kialakulásának jelenségét, amely időben játszódik le. Nyugvó karsztviz esetében ennek csak elméleti jelentősége van, de mozgó karsztviz esetében már gyakorlati jelentőséggel bír, mely számunkra azért is fontosabb, mert a karsztvizzel való kapcsolatunk főleg azon a tényen alapul, hogy az, természetesen vagy mesterséges beavatkozás útján a felszínre tör.

Valamely karsztforrás hőfokát vizsgálva, megállapítjuk annak nagyságát, ill. átlagos nagyságát, és változásait. Az előbbiből következtethetünk a forrást tápláló vízrendszernek a neutrális zónához való viszonyára, tehát mélységbeli elhelyezkedésére, ha

ismerjük a terület évi középhőmérsékletét. A hőfok-változások mértékéből szintén a vízrendszer helyzetére következtethetünk, de legfőképen a vízjáratok nagyságára, ezen keresztül a karsztos közet minőségére, mivel azonban a hőfok-ingadozás szoros kapcsolatban van a hozam-ingadozásokkal, az utóbbiak is ugyanerre adnak feleletet.

A karsztvizek hőmérséklete mindenütt meghaladja az évi középhőmérsékletet. Ez érthető, ha meggondoljuk, hogy a neutrális zóna általában közelebb van a felszínhez, mint bármely karsztos, támaszkodó vízrendszer, és már a neutrális zóna hőmérséklete is általában meghaladja az évi középhőmérséklet értékét. Papp Ferenc szerint a karsztforrások hőfoka 10- és 15°C között ingadozik. Véleménye szerint az ennél hidegebb hőmérséklet felszíni vízzel való keveredést, ennél melegebb hőfok hévvizekkel való keveredést jelent.

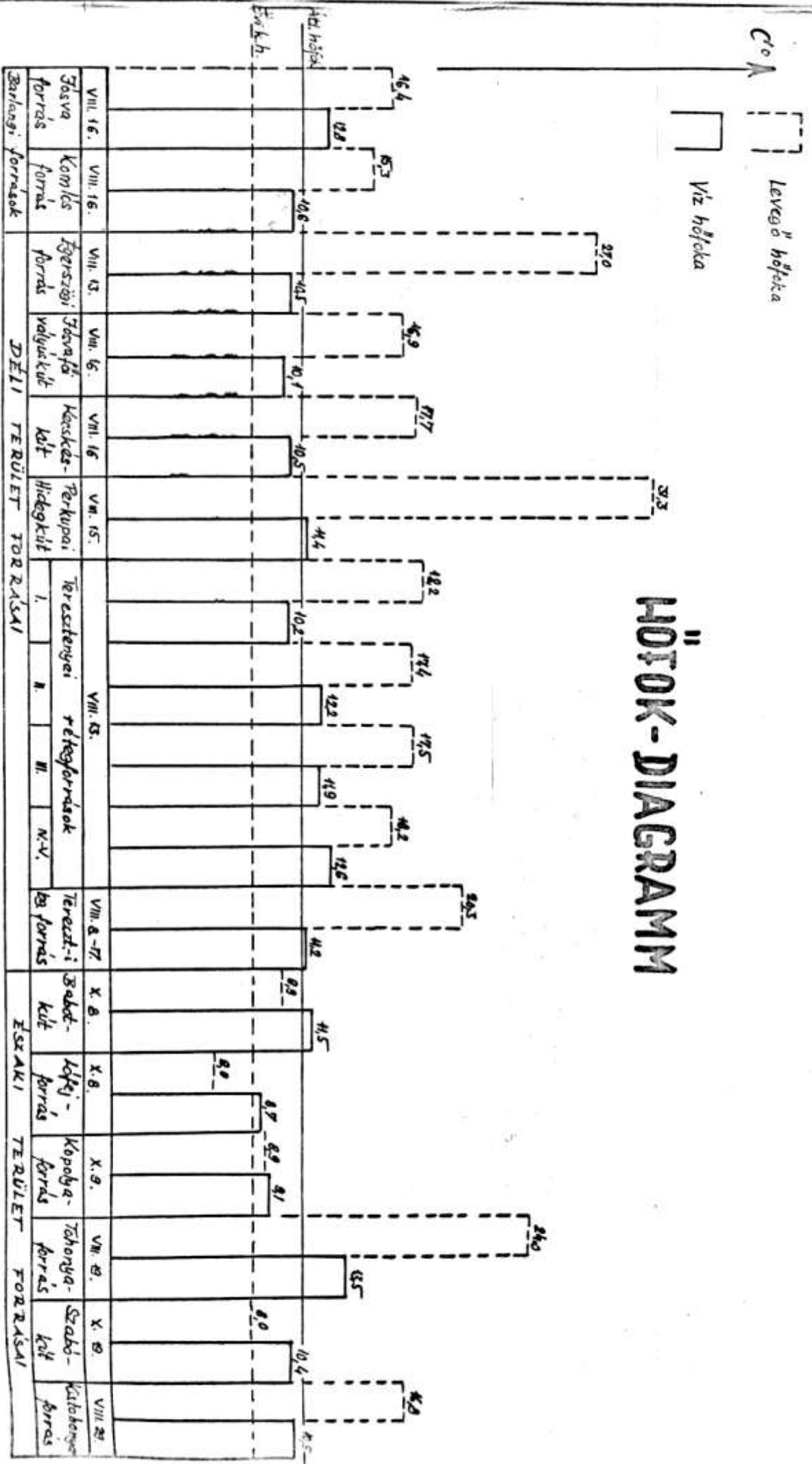
Az elmúlt nyáron sikerült bizonyos összefüggést kimutatni az évi középhőmérséklet és a karsztforrások hőfoka között. Nyilvánvaló, hogy valamely terület évi középhőmérséklete a területen belül a tengerszintfeletti magassággal jelentős mértékben változik. A gömöri karszton való mérések ideje közben néhány napig a Bükkben is voltunk. A Bükk-fennsík forrásai közül Jávorkutnak és Csipkés-kutnak megmértük - összehasonlítás kedvéért - a hőfokát. Az aggteleki karszt vizeihez képest meglepően alacsony hőfokokat tapasztaltunk, ugyanis az elsónél aug. 26-án 17,8°C levegő-hőmérséklet mellett 7,6°C-t mértünk, az utóbbinál ugyanezen a napon 9,8°C-t észleltünk $t_{lev} = 18,8^\circ\text{C}$ esetén. /:Ugyanekkor pl. a Bolhási víznyelőbe befolyó patakviz hőmérséklete 13,1°C volt.:/ A gömöri karszton az általunk mért források átlagos hőfoka ezzel szemben 11°C-nak adódott a hozzátartozó átlagos 17,8°C levegő-hőmérséklet mellett. Az ősz folyamán megszereztük mindkét terület évi középhőmérsékletét Bartha Lajos útján az Országos Meteorológiai Inté-

zettől. Eszerint Jósvafő környékén a terület átlagos 350 m tengerszintfeletti magassága mellett az évi középhőmérséklet 8°C , a Bükk-fennsík évi középhőmérséklete - átlagos 800 m-es t.sz.f. magasság esetében - 6°C . Ezenkívül figyelembe kell venni azt is, hogy a Bükk-fennsíkon, - mint minden magasabb hegyvidéken - a nagyobb érintkezési felület miatt a kőzetek jobban át tudják venni a felszín hőmérsékletét, tehát a geotermak ritkábbak, a neutrális zóna mélyebben helyezkedik el. A fenti adatokat összehasonlítva megállapíthatjuk, hogy az évi középhőmérsékletben mutatkozó kb. 2°C -nyi eltérés a források hőfoka között teljes mértékben megmutatkozik, s egyben igazolja Papp Ferenc állítását is, t.i. hogy a karsztvizek hőmérséklete mindenütt meghaladja az évi középhőmérsékletet.

Összefoglalva az elmúlt nyáron végzett hőfok-mérés eredményeit, megfigyelhetjük, hogy az eltérések /az egyes források hőfoka között/ - a közel azonos magasságu vidék, és a viszonylag kis kiterjedésű terület miatt - maximális esetben is kis értéket mutatnak, / $3,4^{\circ}\text{C}$ / ha nem számítjuk be az ősszel végzett két-három utólagos mérést. Nyári méréseink alapja az egy időszakban végzett összehasonlító mérés volt, ennek alapján csak annyit állapíthatunk meg, hogy az átlagos értéktől legjobban a Karszt két legnagyobb forrasának, a Jósvának és a Tokonya forrásnak a hőfoka tért el, ezek átlagosan 2°C eltérést mutatnak, amelyből arra lehet következtetni, hogy a két forrás vízrendszere a lehető legmélyebb szintre, a mélykarsztvizre támaszkodik, illetve támaszkodó vízrendszerük a többi forrásokhoz viszonyítva a felszíntől számított legmélyebb helyet foglalja el ezen a területen.

Barlangtani szempontból, az átmenő patak-barlangok szempontjából a források hőfoka nem sokat mond. Véleményünk szerint általában a források hőfokának mérése gyakorlatilag csak hévforrások esetében bír jelentőséggel, a hideg vízü karsztforrások esetében csak elméleti jelentőségük.

HŐFÖK-DIAGRAMM



Az egyes források hőfokát az egy időben mért levegő-hőmérséklettel együtt diagramban ábrázoltuk. Az egyes hasábok magassága arányos a mért hőfok-értékekkel, vagyis a vízszintes tengelyre az egyes forrásokat, a függőleges tengelyre a megfelelő hőfok-értéket mértük fel. Folytonos vonallal az évi középhőmérsékletet, szakratos vonallal az átlagos víz-hőmérsékletet, ~~pozitív és negatív hőmérsékletet~~ jelöljük összehasonlítás céljából.

A mért források vízhozama.

A karsztviz csapadékeeredetű. A bevezetőben részletesen tárgyaltuk, hogy a karsztforrások vízhozama elsősorban azoktól a körülményektől függ, amelyek a karsztviz kialakulásában és keletkezésében fontos tényezők. A csapadék-víz mennyisége a vízgyűjtő-terület felületének nagysága, valamint a beszivárgási százalék vizsgálataival, mértékadó körülmények figyelembe vételével lehetővé válik a források vízhozamának pontos meghatározása. Papp Ferenc szerint figyelembe kell venni a légnyomás mértékét is, t. i. sikerült újabb összefüggést kimutatni légnyomás-változás és vízhozam-változás között. Megfigyelték, hogy a magas légnyomás vízhozam-csökkenést, az alacsony pedig vízhozam-növekedést von maga után.

A vízhozam nagyságából következtethetünk a forrást tápláló vízrendszer kiterjedésére, a hozam-változásokból pedig a vízrendszer tágasságára. Egy területen belül, ahol a csapadék és a beszivárgási viszonyok közel azonosak, a források vízhozama közötti eltérés arányos a vízgyűjtő-területek nagysága közti eltéréssel. Egy forrás átlagos vízhozama egyenlő az egész évben mért hozamok számtani közepével. Ez jellemző adat a forrás víz-bőségére. A vízhozam-ingadozást a két szélső érték segítségével, a maximális és minimális vízhozam hányadosával jellemezhetjük.

Nyári vízhozam-méréseink jelentősége azon alapul, hogy egy te-

1702

rületen, közel azonos csapadék-viszonyok és beszivárgási körülmények között, adatokat szerezhettünk az egyes forrásokhoz tartozó, különböző nagyságu vízgyűjtő-területekre. A vízgyűjtő-területek nagysága viszont arányos az alatta kialakult karsztvizrendszer, kedvező esetben barlanghálózat kiterjedésével. Barlangtani szempontból tehát következtetéseket vonhatunk le a fentjelzett körülmények között a források egyszeri méréséből is, mert egy időszakban törtétek, ha pedig a területen ismert, ill. feltárt patakbarlangok vannak, összehasonlítások eszközölhetők, amelyekből meghatározható, hogy milyennek kell lennie egy karsztforrás vízhozamának nagyság szempontjából, ha vizrendszere barlangrendszerre alakult. A Baradla és a Béke barlang ismeretében az összehasonlításokat meg tudtuk tenni. Mivel a vízhozam-változások ismerete mérés-sorozatokot igényel, ezért ilyen adatokat - az összehasonlításból levont, barlangra mutató következtetések megerősítésére - a VITUKI mérései alapján közlünk.

A Jósva és Komlós forrásnak ismerjük a barlang-rendszerét, érdekes megfigyelni, hogy a vízhozam-különbség jóval nagyobb a barlang-rendszer-hosszak különbségénél. Az általunk mért többi forrás közül, valamint a VITUKI átlagos adatai szerint /: Babotkut, Lófej-forrás, Tohonya-forrás, Szabókut esetében figyelembe véve, hogy - a Jósva kivételével - a többi forrás esetében az átlagosnál magasabb vízhozamot mértünk :/ a vízhozam nagyságát összehasonlítva az alaptípus Jósva vízhozamával, - mely a gömöri karszton a legnagyobb, - megállapíthatjuk, hogy kialakult barlanghálózat létezése az Égerszögi és teresztenyei rétegforrásoknál eleve kizárt, a Jósvafői vályuskutnál, Kecskéskutnál, perkupai Hidegkutnál, nem valószínű, Babotkutnál, Lófej-forrásnál, Kopolya forrásnál, lehetséges, teresztenyei barlangforrásnál, Tohonya forrásnál, Szabókutnál és Kistohonya forrásnál igen valószínű.

A VITUKI által megállapított és az általunk lehetségesnek vélt

maximális és minimális vízhozamok, és az abból számítható vízhozam-
ingadozások megerősítik, illetve helyesbitik fenti következtetéseinket.
Vessük össze az utóbbi források^{nak}/: ahol lehetségesnek, ill. nagyon valószínűnek látszik barlang-rendszer létezése :/ sa fentimeg-
állapodás szerint csak közelítőleg számítható átlagos vízhozamát a víz-
hozam-ingadozásokkal. Hogy egy számmal jellemezhezzük valamely
karsztforrás vízhozamának átlagos nagyságát és vízhozam-ingadozását.
be kell vezetnünk egy új fogalmat, amely főleg barlangtani szempont-
ból jelentős. Mint fentebb láttuk, minél nagyobb egy forrás átlagos
vízhozama és vízhozam-ingadozása, annál valószínűbb, hogy vizei bar-
lang-hálózaton közlekednek. Ezért ha megszorozzuk valamely karszt-
forrás átlagos vízhozamát a vízhozam-ingadozásával, - amely dimenzió
nélküli viszonyszám - egy olyan értéket kapunk, amely bár nem mondja
meg, hogy az egyes tényezők milyen nagyok, - és ez hátránya - de a
legjobban jellemző szám valamely forráshoz tartozó vízrendszer kiter-
jedésére és tágasságára, vagyis valamely kutatott barlang-rendszer
méreteire. Mivel ezt az értéket szorzás útján nyerjük, dimenziója
pedig a vízhozam dimenziójával egyenlő, nevezzük el szorzatvízhozam-
nak, jelöljük Q_{sz} -el. Tehát a szorzatvízhozam:

$$Q_{sz} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i \cdot \frac{Q_{max}}{Q_{min}} \quad \text{ebből}$$

$$Q_{sz} = Q_{\text{átl}} \cdot I_Q$$

Ha feltételezzük, hogy

Babotkutnál $Q_{\text{átl}} = 400 \text{ l/p}$ $I_Q = 5$ $Q_{sz} = 2000 \text{ l/p}$

Szabokutnál $Q_{\text{átl}} = 1250 \text{ l/p}$ $I_Q = 4$ $Q_{sz} = 5000 \text{ l/p}$

Feresztenyei bg f.-nél $Q_{\text{átl}} = 2000 \text{ l/p}$ $I_Q = 13,3$ $Q_{sz} = 26600 \text{ l/p}$

Tohonya forrásnál $Q_{\text{átl}} = 5500 \text{ l/p}$ $I_Q = 5,3$ $Q_{sz} = 29150 \text{ l/p}$

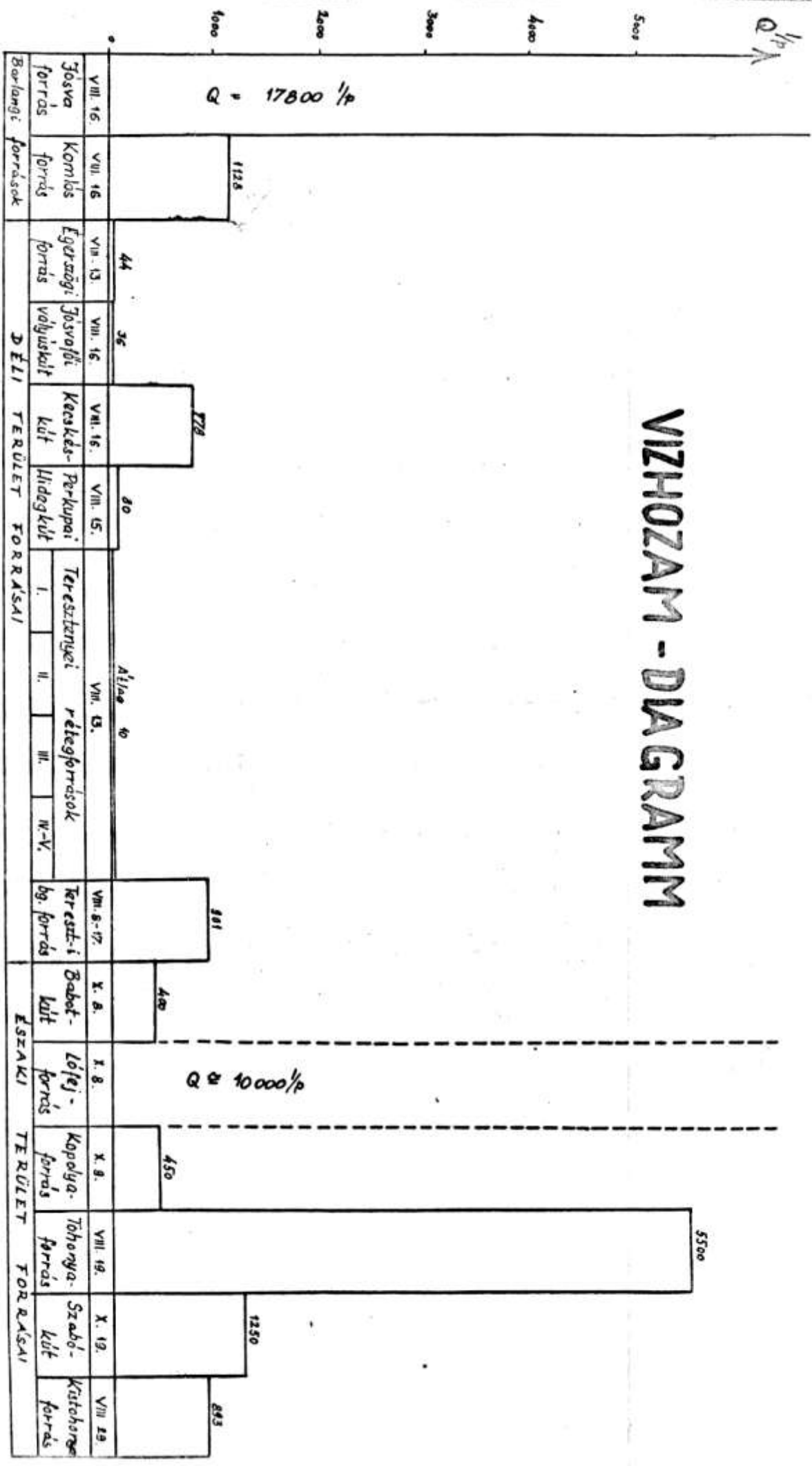
Kopolya forrásnál $Q_{\text{átl}} = 1500 \text{ l/p}$ $I_Q = 20$ $Q_{sz} = 30000 \text{ l/p}$

Kistohonya forrásnál $Q_{\text{átl}} = 2000 \text{ l/p}$ $I_Q = 20$ $Q_{sz} = 40000 \text{ l/p}$

Lőfejforrásnál $Q_{\text{átl}} = 10000 \text{ l/p}$ $I_Q = 0$ $Q_{sz} = 0 \dots$ mert $Q_{min} = 0$

Q/p A

VIZHOZAM - DIAGRAMM



Jósva forrás $Q_{\text{átl}} = 14000 \text{ l/p}$ $I_Q = 4,9$ $Q_{\text{sz}} = 68600$
 Komlós forrás $Q_{\text{átl}} = 2000 \text{ l/p}$ $I_Q = 13,3$ $Q_{\text{sz}} = 26600$

Ennek alapján csak szűk járatok tételezhetők fel Babotkutnál és Szabókutnál. Barlangrendszer tételezhető fel a teresztenyei barlangforrásnál. Fejlett barlangrendszer tételezhető fel Kopolya forrásnál, Tohonya forrásnál, és Kistohonya forrásnál.

Ebből következik, hogy ezen a területen valamelyik karsztforráshoz barlangrendszer tartozék, annak szükséges, de nem elegendő feltétele az, hogy szorzatvizhozamának értéke 5000 l/p felett legyen.

Az általunk mért források összes vízhozama aug. hónapban, beleértve a négy átlagos értéket is: 39358 l/p.

Az egy időszakban mért vízhozam-értékeket, és a négy átlagos értéket diagramba ábrázoljuk. A függőleges tengelyre a vízhozam-értékeket, a vízszintes tengelyre a forrásokat helyeztük.

Jósva forrás és Komlós forrás általunk egy időben mért vízhozam-különbsége - mint már fentebb említettük - jóval nagyobb, mint a megfelelő barlanghosszok különbsége, ez áll az átlagos értékekre is. Hogy következtetéseket tudjunk levonni a forrásokon végzett mérés-sorozatból az egyes forrásokhoz tartozó, kutatott barlangrendszerek hosszára vonatkozóan, összefüggést kell keresnünk a karsztforrások vízhozam-értékei és a mögöttük kedvező esetben kialakult barlanghálózat hossza között. Hogyan áll arányban egymással a barlangrendszerek hossza és a hozzájuk tartozó karsztforrás vízhozama? Az arányok megvizsgálása előtt tisztázzunk néhány ehhez szükséges alapfogalmat és összefüggést.

A csapadékvíz a karsztos kőzet belsejében - mint a felszínen is - vízrendszereket alakít ki. A vízrendszerek a kőzetben már előbb meglévő hajszálrepedések, vetődési vonalak mentén jönnek létre, de ugyanakkor mindig a vízgyűjtő-terület hosszanti kiterjedésében húzódnak.

Bármely u.n. patakbarlang csirája, a kőzetben belső erők hatására létrejött többé-kevésbé összefüggő hajszálrepedések és vetődési vonalak rendszere, s ha minden adottság megvan, csak idő kell a barlanghálózat kialakulásához.

A karsztvizrendszerekre - mint minden felszíni vízrendszerre is - jellemző, hogy minden esetben kialakul egy főág. A főág meghatározása: a vízrendszer minden vízmennyisége átmegy rajta, legrövidebb összeköttetés a forrás és attól egyik legtávolabb eső víznyelő között, ha úgy jelöltük ki, hogy a forrástól a víznyelők felé haladva, mindig a legnagyobb keresztmetszetű járaton indulunk tovább.

A karsztforrások vízhozama arányos a vízgyűjtő-területükkel a csapadék-vízviszonyok és beszivárgási százalék szerint. $Q = \beta H \cdot F$ Ebből következik, hogy a források vízhozamának nagyságai, azonos csapadék-vízviszonyok s beszivárgási százalék, és minden egyéb befolyásoló tényező azonossága esetén, úgy aránylanak egymáshoz, mint vízgyűjtő-területeik felülete, mert ebben az esetben a β, H , valamint a többi tényezők is kiesnek. A vízgyűjtő-terület kiterjedése viszont határt szab az alatta kialakuló vízrendszer hozméréteinek.

Az arányok vizsgálata előtt határoljuk körül az összefüggés tényezőit. Karsztvizrendszer, vagy barlanghálózat genetikailag ugyanaz a fogalom. A vízrendszerek kiterjedésének egyetlen jellemző és mérhető jól definiált adata a vízgyűjtő-terület nagyságán kívül a főág. Fokozott mértékben áll ez karsztvizrendszerek esetében, - mert gyakorlatból tudjuk, - a karsztos kőzetben a támaszkodó vízrendszerek leggyakrabban egy jelentős nagyságú főágból állanak kisebb keresztmetszetű, kis számú mellék-ág mellett. Ennek oka, hogy a leszálló karsztviz szivárgó és egyenletesen eloszló komponense a támaszkodási felülethez érve oldani már nem igen képes, sőt legtöbbször teltelítettsége miatt üreg-tömitő szerepe van, a víznyelőkön leszálló komponens víznyelőkhöz van kötve, melyeknek kialakulása ritkább, gyakran koncentrált jellegű.

Az arányok vizsgálatát tehát a barlangrendszerek főágai és a legmértékadóbb - egy területen belül közel egyidőben mért - pillanatnyi, vagy átlagos vízhozamok között folytatjuk.

Vízhozamok és a főágak között keresünk összefüggést. A vízhozamok és a vízgyűjtő-területek között már ismerünk olyat, ha meg tudjuk mondani, hogyan függ a vízgyűjtő-területtől a főág hossza, megtaláltuk a keresett összefüggési arányt. Valamely főág hossza a karsztvízmozgás geometriai megfontolása alapján függ a vízgyűjtő terület felületének nagyságától. Induljunk ki olyan esetből, mikor a belső adottságok és a külső körülmények mindegyik esetben azonosak, csak a vízgyűjtő terület nagysága változik, valamint olyan speciális koordináta rendszert veszünk fel, amelynek két tengelye tetszőleges, a harmadik viszont egy olyan térgörbe, amelyik benne van minden esetben az alábbi görbe felületében, illetve vonaldarabban. Gondoljuk meg, hogy a vízgyűjtő területre érkező csapadék nagyrésze egyszerre szivárog be a karsztos kőzetbe, elméletileg egy összefüggő, felszín alakját megtartó csapadékréteg keletkezik, amely - ha csapadék mindenhol csak végtelenül kevés hullott - ideális felület. Minden pontja a nehézségi erő következtében a Föld középpontja felé halad, utközben egy hasábot surol, melynek alapja és fedőlapja egyenlő alakú és nagyságú a vízgyűjtő-terület terep-felületével. Itt /két dimenziós/ felület három dimenzióban mozog. /:Jákucs jellemzi így először a leszálló karsztvizet.:/ E csapadék-réteg vízzáró réteghez, vagy eként viselkedő dinamikus karsztvízszinthez érve arra rásimul, a minden pontja közel vízszintes irányu mozgást kezd a főág felé. Relative mondhatjuk: a főág, mint képzelt térgörbe, - s így már kétdimenziós mennyiség, - lesurolja az egész csapadékfelületet, amely így ideális vonal-darabbá zsugorodik. A további mozgása a vonaldarab pontjainak, mint dimenzió-nélküli mennyiségnek, egy dimenziós mozgás a forrás felé. Ebből adódik a geometriai megfontolás: A főágak hossza, mint ideális vonaldarabok hossza egyformán függ a vízgyűjtő-területek felületével megegyező ideális csapadékfelületek kiterjedésétől, vagyis egydimenziós

mennyiségek egyformán függnék kétdimenziós mennyiségektől. Ebben az esetben a két dimenziós mennyiségek úgy aránylanak egymáshoz, mint az egydimenziós mennyiségek négyzetei. Eszerint a vízgyűjtő-területek is úgy aránylanak egymáshoz, mint a hozzájuk tartozó főág négyzetei.

Ugyanerre a következtetésre jutunk egyszerűbb hidrológiai megfontolás alapján is. Tételezzük fel, hogy azonos csapadékviszonyok, beszivárgási százalék, karsztos kőzet-minőség és mennyiség, valamint ^{egyéb} tényezők azonossága és egyforma vízgyűjtő-terület esetén azonos nagyságu barlangrendszerek, vagyis főághosszok alakulnak ki. Ha most csak a területet változtatjuk, a főágak hosszúsága is megváltozik a területek mérőszámainak arányában. Ha a főágak egyformán függnék a területek változó nagyságától, a vízgyűjtő-területek úgy aránylanak egymáshoz, mint a főághosszok négyzetei.

A fenti megfontolásokat matematikailag is igazolhatjuk, ha vizsgálatainkat továbbra is azonos belső adottságok és külső körülmények között folytatjuk, és csak a vízgyűjtő-területek nagysága változik. Tudjuk, hogy a főágak a karsztvízrendszerek főgyűjtő csatornái, melyek a vízgyűjtő-területek hosszában húzódnak. Jóval hosszabban azonban ennek kiterjedésénél, mert rendkívül kanyargósak. Figyelembe kell azonban azt is vennünk, hogy a főág víznyelője még nincs a vízgyűjtő-terület szélén, mert felszíni vízfolyás távolabbról is irányulhat feléje, sőt kivételes esetben nem karsztos terület is átadhatja vizét karsztos területnek. Azonban körülmények között ^{feltételezhető, hogy} azonban a főágak egyformán függnék a hosszúsági kiterjedéstől. Az erős kanyargás miatt a főág-hosszak függnék a szélességi kiterjedéstől is, mert azonos hosszúságu, de különböző szélességű vízgyűjtő-területek főághossza ^{feltételezhető, hogy} szélességgel arányosan változik. /: Itt gondoljunk arra, hogy barlangrendszerek kialakulásához megfelelő kiterjedésű karsztterület, egységes kőzettömeg kell, völgyekkel mélyen felszabdalt karsztterületeken nem jönnek létre patakbarlangok.:/

Pl. ha a főág egyenlő hosszú a vízgyűjtő-terület hosszúsági kiterjedésével bizonyos szélesség esetén, csökkentjük a szélességet, a főág hossza is megrövidül.

Bármely karsztos vízgyűjtő-terület felületét ^{olyan} átalakíthatjuk egy vele azonos területű téglalappá, melynek egyik oldala egyenlő hosszú a hozzátartozó főág hosszával, ezt jelöljük "a"-val. A másik oldalt jelöljük "b"-vel. Mivel akármilyen vízgyűjtő-területet kifejezhetünk úgy, is, mint a hozzátartozó főág négyzete szorozva valamilyen "n" számmal, a fenti téglalap területét is kifejezhetjük a következőképpen:

$$T = a \cdot b \quad ; \quad T = a^2 \cdot n \quad ; \quad \text{ha } n = \frac{b}{a} \quad ; \quad \text{akkor } T = a \cdot \frac{2b}{a} = a \cdot b$$

Ebből következik, hogyha "n" értéke konstans, vagyis a téglalapok oldalainak viszonya állandó, akkor a különböző-nagyságu téglalapok területei úgy aránylik egymáshoz, mint megfelelő oldalainak négyzetei.

Ebben az esetben, ha "n" konst.

$$T_1 : T_2 = a_1^2 : a_2^2$$

Ha azonos körülmények között a főágak viszonya - mint láttuk - állandó, vízgyűjtő-területének hosszúsági és szélességi kiterjedésével, akkor viszonya állandó az egész terület kiterjedésével is. Jelöljük a vízgyűjtő-területek felületét "F"-el, a főág hosszát pedig "l"-el, a fentiek szerint:

$$F_1 : F_2 = l_1^2 : l_2^2 \quad \text{Tehát:}$$

Azonos belső adottságok és külső körülmények esetében a vízgyűjtő-területek felületei úgy aránylik egymáshoz, mint a hozzájuk tartozó barlangi főágak hosszának négyzetei.

Általános karsztvizrendszer szempontjából akkor is igaz ez az összefüggés, ha csak a belső adottságok azonosak, mert a barlangok kialakulásánál játszanak csak szerepet - ha a belső adottságok kielégítik a barlang-képződés feltételeit, - a külső körülmények. Ilyen arányban függ a vízgyűjtő-területtől a főág hossza, de mivel

a $Q = \beta H \cdot F$ képlet szerint az évi vízhozam arányos a beszivárgási százalék, évi csapadék-összeg, és a vízgyűjtő-területének szorzatával, megkapjuk a keresett összefüggést:

tehát ha $Q = \beta H \cdot F$

azonos ^{külső} körülmények között a továbbiakban a β és a H kiesnek, így az évi vízhozam helyett átlagos, vagy pillanatnyi hozamokat vehetünk, ha az utóbbi esetben a vízhozam-méréseket közel egy időben végeztük.

$$Q_1 : Q_2 = F_1 : F_2$$

azonban azonos belső adottságok esetén:

$$F_1 : F_2 = l_1^2 : l_2^2 \quad \text{ebből}$$

$$Q_1 : Q_2 = l_1^2 : l_2^2$$

Azaz azonos belső adottságok, valamint azonos külső körülmények esetén, a karsztforrások átlagos, ill. egy időben mért pillanatnyi vízhozamai úgy aránylanak egymáshoz, mint a hozzájuk tartozó barlangi főágak négyzetei.

A fenti összefüggés egy területen belül, közel azonos belső adottságok, és külső körülmények esetében bir jelentőséggel, ha a területen átmenő patak-barlangot már ismerünk. Ebben az esetben az összefüggés közelítő számításokra alkalmas.

Az aggteleki karszton két bg.réndszer is ismerünk. Átlagos vízhozamuk és főághosszuknak a képletbe való behelyettesítésével meggyőződhetünk ennek helyességéről, és közelítő számításokra való alkalmazhatóságáról.

A VITUKI mérései szerint: Jósva forrás: $Q_{at1} = 14000 \text{ l/p}$

Komlós forrás: $Q_{at1} = 2000 \text{ l/p}$

Térképről való mérés szerint Jósvafő bejáratától az Ördöglyuk bejáratig: Baradla-Domica $l = 14 \text{ km}$.

A nyári felmérés adatai szerint a Bóka barlang főágának hossza: $l = 5,5 \text{ km}$. A képletbe behelyettesítve:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{l_1^2}{l_2^2} \quad \text{azaz} \quad \frac{14000}{2000} \approx \frac{14^2}{5,5^2} \quad , \quad 7,0 \approx 6,4$$

A mért források kémiai összetétele.

Az aggteleki karszt jelentősebb forrásait mind megvizsgáltuk, tehát ezek alapján összesítve megvizsgálhatjuk az egész Karszt forrásait.

A mért források karbonát-keménysége 19,3 n.k.foktól 27,8 n.k.fokig változott források szerint, kivételt képezett ebből a szempontból a perkupai Hidegkut, amelynek keménysége - sajátos körülményei folytán - elérte a 48 n.k.fokot. A Karszt vizeinek átlagos karbonát-keménysége - Hidegkutat nem számítva bele - 22,2 n.k.fok. Tehát a források keménysége "20" körül ingadozott, átlaguk ugyan valamivel nagyobb husznál, amelynek oka az az egy-két dolomitból fakadó forrás, melyek keménysége a 30 fokot is megközelíti.

Ha az összes-keménység és a karbonát-keménység összefüggését megvizsgáljuk, azt látjuk, hogy a legtöbb forrásnál közelítőleg egyező ez a két érték, azaz az összes-keménység az utóbbi körül kisé ingadozik, amely ingadozás egyrészt a mérési módszerek hibájából, másrészt a csekély szulfát, ill. alkáli tartalomból származik. Három forrásnál jelentősebb eltérést látunk, mégpedig Babotkut, Lófej forrás és Hidegkut esetében, melynek okozója valószínűleg a magasabb alkáli tartalom. Ezért, főleg a legutóbbi esetében helyesebb a Hidegkut "látszólagos" karbonát-keménységéről beszélni.

Ha a mért források kémiájában a kalcium és magnézium ionok koncentrációinak arányát vizsgáljuk, azt tapasztaljuk, hogy a magnézium ionok koncentrációja nem sokkal kisebb, sőt némely esetben nagyobb a kalciuménál, különösképpen akkor, ha a valóságot legjobban visszatükröző egyenértéksúlyokban számolunk, mivel magyarázható ez a jelenség ?

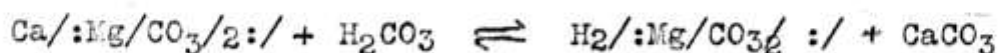
Mándy Tamás tanársegéd a közelmúltban oldási kísérleteket végzett széndioxiddal telített vízzel különféle dolomitokon. A lecsurgó viz Ca és Mg ion koncentrációját vizsgálva arra az eredményre

jutott, hogy a Ca ionok koncentrációja sok esetben nagyobb, a Mg-nál de voltak olyan dolomit-fajták, amelyeknél ez az egyenlőtlenség megfordult. Azonkívül a hőmérséklet emelésével a Ca : Mg arány rohamosan csökkent, s 40°C-on már 0,5 - 0,7 körüli értéket vett fel. Ez a kísérlet-sorozat tehát arra mutat, hogy a dolomitok szénsav-tartalma vízben való oldódásánál a Ca-Mg arány nagy mértékben függ az állapotátározóktól, azonkívül természetesen a kőzet minőségétől is.

Ha különböző cseppkő-képződményeket megvizsgálunk, arra az eredményre jutunk, hogy a szivárgó karsztvizekből kiváló különböző képződmények majdnem teljesen tiszta kalciumkarbonátból állanak. Ez valószínűleg annak a következménye, hogy az oldatban lévő magnéziumhidrogénkarbonát sokkal stabilisabb a vele analóg kalciumvegyületnél, tehát a nyomás alól felszabaduló vízből túlnyomó részben kalciumkarbonát válik ki, ezzel csökkentve az oldat túltelítettségét. Nyekrászov szerint a magnézium-karbonát szénsavas vízben nem hidrogénkarbonát, hanem egy stabilisabb $H_2/Mg/CO_3/2$ szerkezetű komplex vegyület alakjában van jelen, lehet, hogy ez is oka az előbb említett jelenségnek.

Ezek alapján elképzelhető, hogy a szivárgó karsztvíz különböző üregekbe érve, és azokon áthaladva, kalcium-tartalmának egy részét lerakva, magnéziumban feldusul. Ez is egyik oka lehet, hogy a karsztforrások vizében ilyen jelentős mennyiségű a magnézium ion.

Ha a dolomit oldódását párhuzamba állítjuk a mészkőével, megfigyelhetjük, hogy a dolomit alig oldódik rosszabbul, sőt némely esetben több oldódik belőle, mint a mészkőből. Valószínű, hogy áthaladva a Karszt belsejében lévő dolomit-rétegeken, a vizek állapotátározói úgy alakulnak, hogy a dolomitból jelentős mennyiségű magnéziumot oldanak ki, kevesebb kalcium mellett, azaz főleg az



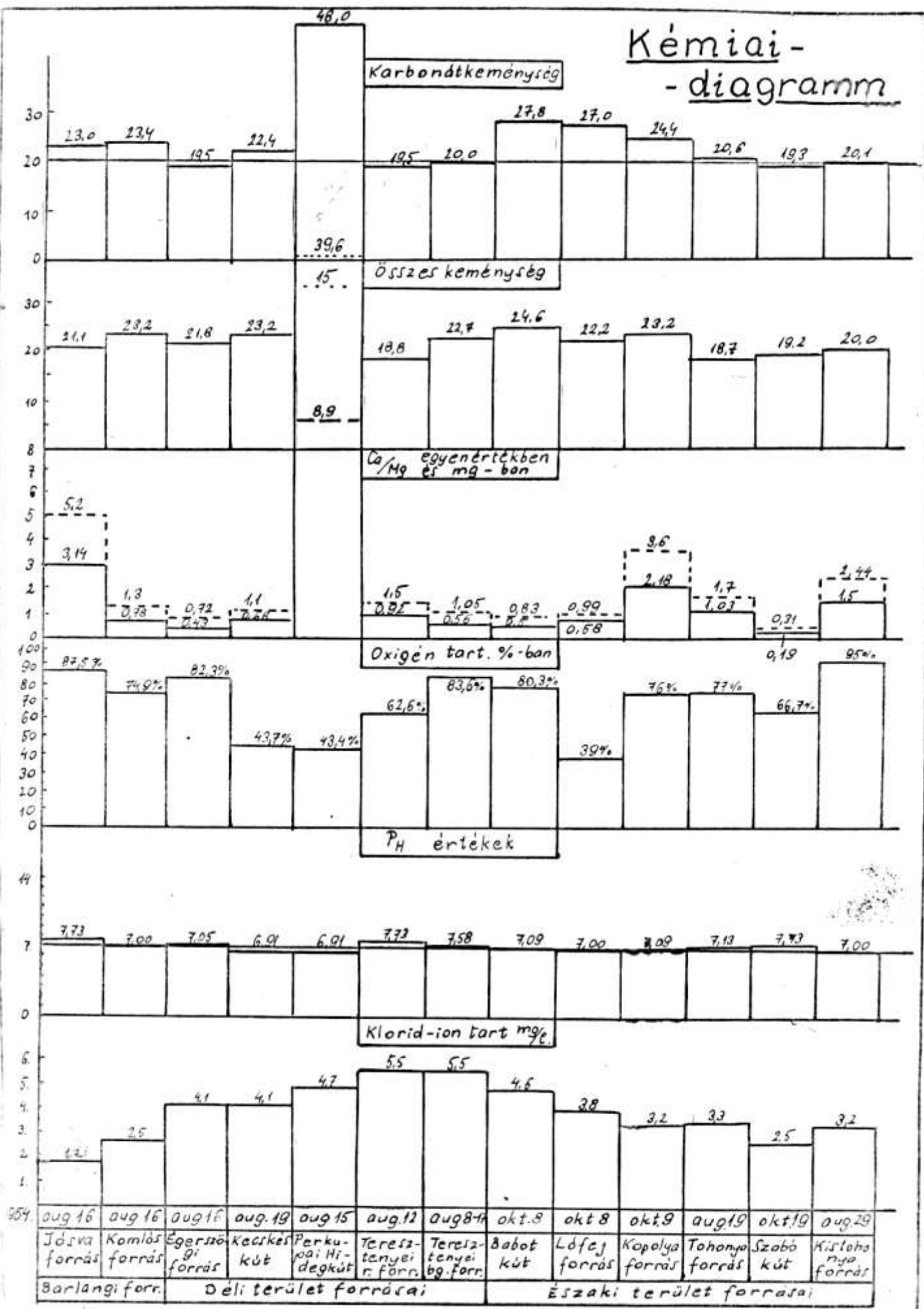
Ezt részben a kísérletek is igazolták: a hőmérséklet növelésével csökkent a Ca:Mg arány. Tehát lehetséges, hogy a másik állapotnátározó, a nyomás növelésével szintén megváltozik ez az arány a magnézium javára.

Ha összehasonlítjuk a különféle magnézium-vegyületeket a velük analóg kalcium-vegyületekkel, láthatjuk, hogy - a legtöbb vegyület esetében - a megfelelő Mg-vegyület oldékonysága nagyobb. Pl. a desztillált víz közel nyolcvanszor több $MgCO_3$ -ot képes feloldani, mint $CaCO_3$ -ot. A megfelelő hidrogénkarbonátokra a mérési adatok hiányoznak, de a fenti megfontolások alapján kimondhatjuk, hogy a szénsavas viznek - legalább is a karszt belsejében - a magnézium-karbonátot sokkal jobban kell oldania, és a képződött bikarbonát-nak, ill. komplexnek sokkal stabilisabbnak kell lennie, mint a megfelelő kalcium-vegyületeknek. Különböző a mészkőből fakadó karsztvizekben, amelyek útjuk során csak kevés dolomit réteget érintettek utközben, nem lehetne annyi magnézium, mint az a mérési adatok alapján adódik.

A vizsgált karsztvizekben az oldott oxigén-tartalom meglehetősen nagy ingadozást mutatott, /: 4,4 - 10,5 mg :/ attól függően, hogy a forrás vize barlang-rendszerből, vagy szűk repedés-hálózatból származott. Az ismert nagy barlang-forrásokban /: Jósua, Komlós; teresztenyei barlangforrás, Kistohonya, :/ az oldott oxigéntartalom megközelítette a víz hőfokának megfelelő, telítettséget okozó mennyiséget, azaz 9-10 mg körül volt literenként.

A mért karsztvizek kémhatása mindenesetben közel semleges volt, amely e vizek szabad szénsav és alkáli földfém-bikarbonátokból álló rendszer kiegyensúlyozottságát mutatta. Ez érthető is, hiszen a legtöbb forrás vize földalatti útja közben érint kisebb-nagyobb üregeket, ill. üregrendszereken halad keresztül, ahol az esetleg megbomlott egyensúlyi rendszer, cseppkő-képződés, ill. CO_2 koncentráció-csökkenés következtében helyreáll.

Kémiai- -diagramm



A mért vizek szulfát-tartalom, vagy csak igen kis mennyiségben tartalmaztak, hiszen a domináló anionjuk mindenhol a HCO_3 ion volt. Kivételt képez ez alól a perkupai forrás vize, amely magas szulfát-tartalmával elüt a többi forrástól. Ez a jelenség mélyben fekvő gipsz ill. anhidrit rétegekre mutat, amelyek egy részét termelik is. /: Perkupai gipszbánya :/

A karsztvizek kitűnő ivóvizek, mind bakteriológiai, mind hőfok, mennyiség, és iz szempontjából teljesen megfelelőek. Mint a vegyvizsgálatok mutatták, a vizsgált karsztvizek közül egy sem volt fertőzött, nitrátot is csak kettő tartalmazott, amely olyan régi fertőzésre mutat, hogy azok is nyugodtan használhatóak vizellátási célokra. A karsztvizek kellemes üdítő ízét a kalcium és magnézium hidrogénkarbonátok okozzák.

A fentiek szemléltetése céljából közöljük a mért források vízének kémiai összetételét diagramokban ábrázolva. Az ordinátákra a különféle kémiai jellemzőket mértük fel, az abcissákon a mért források helyezkednek el.

Az első diagramon a karbonát-keménységet, a másodikon az összes keménységet láthatjuk. A harmadik diagramon feltüntetett értékek a megfelelő kalcium-magnézium keménységek hányadosai, tehát dimenzió nélküli számok. Bár a valóságot így, egyenértékekben /keménységekben/ számolva tükrözi legjobban vissza, vele párhuzamosan, szaggatott vonallal közöljük ugyanezt a hányadost, de a megfelelő mennyiségeket miligramokban számolva, mert sok helyen még ezzel számolnak. Így természetesen nagyobb értékeket kapunk, hiszen a egyenértékszáma a kalciumé husz, míg a magnéziumé 12 körül van. A negyedik diagramon az oxigéntartalmat ábrázoljuk %-okban. Száznak vesszük az illető nőrokon a vizet telítő mennyiséget, és ehhez arányítva írjuk fel a megfelelő oxigéntartalmat. Az ötödik diagram a hidrogénion koncentráció negatív logaritmusait, az u.n. p_H értékeket tünteti fel. Az ábrán jól megfigyelhető, hogy a mért értékek a semleges "7" pont körül

ingadoznak. A hatodik diagramon a klorid ion-koncentrációkat lat-
hatjuk mg/l-ben, mely ugyan karsztvizek esetében nem jelentős,
csak a teljesség kedvéért közöljük.

Jósva és Komlós forrásoknak ismerjük barlang-rendszerét, és is-
merjük kémiai összetételét is. Ebből kiindulva megtudjuk mondani,
hogy milyen valamely karsztforrás kémiai összetétele, ha vize bar-
langhálózaton jut el a forráshoz. Az általunk mért források kémiai
összetételét összehasonlítva az alaptípus Jósva vizének kémiai
összetételével, megállapíthatjuk, hogy kialakult barlangrendszer
létezése a rétegforrásoknál eleve kizárt, Hidegkut, Babotkut, Ló-
fejforrás, Szabókut esetében nem valószínű, Kecskéskut, tereszte-
nyei bg. forrás, Kopolya forrás, Tohonya és Kistohonya forrásnál
lehetséges.

Ebből következik, hogy ezen a területen valamelyik karsztforrás-
hoz barlangrendszer tartozék, annak szükséges, de nem elégséges
feltétele - kémiai összetétele szempontjából, - az, hogy karbonát-
keménysége 20 n. kem. fok körül legyen, összes keménysége ettől
csak egy-két fokkal térjen el legfeljebb, az alkáli földfémek kö-
zül a magnézium ne domináljon, a víz relatív oldott oxigén-tartal-
ma 70 %-on felül legyen.

A mért forrásokhoz tartozó barlangrendszerek.

A barlangok kutatása során különböző módszerek alakultak ki a
patak-barlangok elméleti kimutatására vonatkozóan. Ezek a módszerek:
morfológiai megfigyelések és vízfestés, geológiai vizsgálatok, fi-
zikai jellegű hőfok és vízhozam-mérések, kémiai viz-analízis.

Az aggtelaki karszt forrásaihoz tartozó feltételezett barlang-
rendszerek kutatása során többen végeztek morfológiai megfigyelése-
ket, ezen belül megvizsgálták a karsztjelenségek elhelyezkedését,
és a közöttük fennálló összefüggéseket. A víznyelők és karsztforrá-
sok kapcsolatát, valamint tág járatok létezését ~~sikerrel~~ vízfeste-

sekkel sikeresen kimutatták. A kvarckavics' jelenlétéből következtetésekert vontak le egyes barlangrendszerek /feltételezett/ tágasságára vonatkozóan. A geológiai viszonyokat vizsgálva, rétegtani és kőzettani alapon következtettek a kutatók barlangrendszerek elhelyezkedésére. A hideg víz hatására kialakult átmenő patakbarlangok kimutatására törekedtek egyes kutatók a források hőfokának segítségével, de ez mindeközéig nem járt eredménnyel. A források vízhozamából és ennek változásaiból következtettek a feltételezett barlangrendszerek méreteire. A források vizének keménysége szerint is következtettek a hozzájuk-tartozó vízrendszer járhatóságára. Mérési és irodalmi adatok, eddig végzett kutatások, valamint az augusztusi összehasonlító méréseink és vizsgálataink szerint **annak**, hogy az aggteleki karszton valamely karsztforráshoz barlangrendszer tartozék, szükséges és elégséges feltétele az, hogy

- 1/ a forrás a helyi erózió-bázis szintjén törjön elő,
- 2/ vízgyűjtő-területén fejlett aktiv víznyelők legyenek,
- 3/ a vízfestés eredménye pozitív legyen,
- 4/ a forrás vízrendszere vastag wettersteini mészkő-rétegekben alakuljon ki, és a vízgyűjtő terület felszínének nagy részét wettersteini mészkő alkossa,
- 5/ a szorotvizhozam értéke 5000 l/p felett legyen,
- 6/ a forrás vizének karbonát-keménysége "20" körül legyen, s az összes keménység értéke ettől legfeljebb csak egy két fokkal térjen el,
- 7/ az alkáli földfémek közül a magnézium/relative/ ne domináljon,
- 8/ a relatív oxigén-tartalom 70 % felett legyen.

/: A kvarckavics jelenléte előnyös, de nem szükségeszerű.:/

E feltételeket, az eddig mért adatok szerint kielégíti a teresztenyei bg. forrás, Kopolya forrás, Tohonya forrás, és a Kistohonya forrás.

E négy forráshoz tartozó kimutatott barlangrendszerek főágainak

közelítő hossza a négyzetes összefüggés alapján számítható ki. A Jósua-Baradla-Domica rendszer felhasználásánál csak az átlagos hozam-értéket vesszük figyelembe, mert az általunk mért egyszeri, de a többi forrással egy időszakban mért vízhozam-érték - a nagy hozam és keresztmetszet miatt - csak nagyságrendben helyes. A Komlós-Békebarlang rendszer felhasználásánál átlagos és egyszeri mérési eredményeket is felhasználhatunk számításainkban. A Tohonya-rendszer esetében a VITUKI átlagos hozam-értékét használjuk fel. A másik három rendszernél a közel azonos körülmények, és az egy időszakban végzett mérések miatt egymással közel, arányos, általunk mért egyszeri vízhozam-mérési eredményeket helyettesítünk be az összefüggésbe. Természetesen a helyes arányok létrejöttéhez szükséges, hogy egy számításán belül, vagy csak átlagos, vagy csak egyszeri méréssel meghatározott vízhozamok szerepeljenek. E képlet pontossága, a körülményeket figyelembe véve, kb. 10 %-ra tehető.

Mivel a Jósua-rendszerénél $Q_{\text{átl}} = 14000 \text{ l/p}$; $l = 14 \text{ km}$,
 a Komlós-rendszerénél $Q_{\text{átl}} = 2000 \text{ l/p}$; $Q = 1128 \text{ l/p}$; $l = 5,5 \text{ km}$,
 ebből a főághosszak a következők:

$$Q_1 : Q_2 = l_1^2 : l_2^2 \quad \text{ebből} \quad l_2 = l_1 \cdot \sqrt{\frac{Q_2}{Q_1}}$$

Teresztenyei bg.rendszer: ha $Q = 901 \text{ l/p}$; $l = 4,9 \text{ km}$.

Kopolya rendszer: ha $Q = 450 \text{ l/p}$; $l = 3,5 \text{ km}$.

Tohonya rendszer: ha $Q_{\text{átl}} = 5500 \text{ l/p}$; $l = 8,7 \text{ km}$.

Kistohonya rendszer: ha $Q = 393 \text{ l/p}$; $l = 4,9 \text{ km}$.

Felmerül annak a gondolata, hogy a karsztforrások barlangrendszerét bizonyító tényezőket valamiképpen összesítve szemléltetően kifejezésre juttassuk, tehát az u.n. "barlang-diagram" gondolata. Ehhez jó alapot szolgáltat dr. Maucha R. : Hydrochemische Methoden in der Limnologie c. könyvében ismertetett természetes vizek kémiai állapot-diagramja, amelyet célunknak megfelelően módosítva, a diagram alakjából következtetni lehet az illető forrás barlangrendszerére. A diagram

alapja egy "R" sugaru körbe írható tizenhatszög, amelynek baloldalán a kation, jobb oldalán az anion koncentrációkat mérjük fel egyenérték-százalékokban. Ha a polygon teljesen be van fektetve, ez az összes oldott anyag mennyiségét jelenti: 100 %. Ugyanakkor azt is jelenti, hogy a különféle ionok egyenértéksúlynyi arányokban vannak az oldatban. Ez természetesen a valóságban nincs így, ezért egyes ionkoncentrációknak megfelelő területrész nagysága az oldott mennyiségnek megfelelően változni fog, de úgy, hogy az összes terület - az eltérő alak ellenére is - mindig a 100 %-ot jelenti, azaz az eredeti polygon területével egyenlő. Az egyes koncentrációkat a megfelelő meghosszabbított átlókra mérjük fel, ahol a felméréndő hosszúság $a = \frac{R \cdot X\%}{25\%}$, ahol "X" egyenlő az ion egyenérték-százalékával.

Ha ilyen módon felmérjük a különböző ionkoncentrációkat, a karst vizekre jellemző alakú diagramot kapunk. De ezeken az adatokon kívül szükség van még az oldott oxigén, a szabad szénsav mennyiségének értékére, és a vízhozamingadozás mértékére is.

Az oldott oxigén mennyiségét a kördiagram középpontjából felmért "x" sugaru körvonal jelenti. Ha $x=R-e$, akkor a viz - saját hőfokán - telített oxigénnel, tehát e főkör területe az illető hőfokon 100 %-os relativ oxigén-tartalmat jelenti. Mindenegyés esetben akkor, hogy a vele rajzolt kör területe az oldott oxigén mennyiségének megfelelő arányban áll a nagy kör területével. Tehát ha az oldott oxigén mennyisége a telítettséghez mérten $k\%$, akkor

$$x = \sqrt{\frac{R \cdot k}{100}}$$

A szabad szénsav mennyiségében megkülönböztetünk az oldott bikarbonátok oldatban tartásához szükséges u.n. egyensúlyi szénsavat, és az ezen felüli szénsav mennyiséget, melynek egy része az u.n. agresszív szénsav. /: Azért csak egy része, mert a másik rész újabb oldás esetén arra használódik fel, hogy az újabb oldott bikarbonátok

natokat oldatban tartsa.:/ Ábrázoláskor ezt figyelembe véve, az egyensúlyi szén-sav mennyisége az R sugaru főkör területével egyenlő. Ha a víz agresszív szén-savat is tartalmaz, akkor a kör sugara arányosan megnő, ha pedig a szabad szén-sav mennyisége kevesebb, mint az egyensúlyhoz szükséges mennyiség, azaz az oldat teltelt hidrogénkarbonátokra nézve, akkor a kör sugara arányosan kisebbedik. Ezt a körvonalat az oxigénétől eltérően piros színnel jelöljük. Ha a szabad szén-sav mennyisége "M", az egyensúlyhoz szükséges szén-sav pedig "E", akkor a kör sugara $y = \sqrt{\frac{M \cdot R^2}{E}}$.

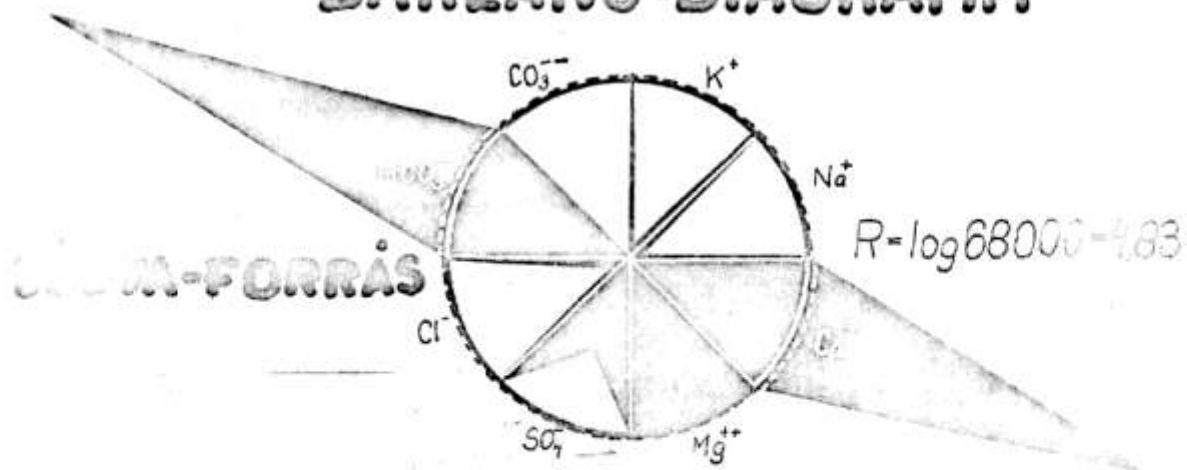
A vízhozam-tényezőt \bar{q} a barlangtani szempontból legmegfelelőbb szorzatvízhozammal mérjük, ennek értékét legcélszerűbb a főkör sugarával ábrázolni.:/ "R":/ Tekintve, hogy a megfelelő számok széles határok között ingadoznak, célszerű - a könnyebb ábrázolhatóság kedvéért - ezeknek 10-es alapu logaritmusát venni. Tehát a főkör sugara $R = \log Q_{sz}$.

A mellékelt ábrán láthatjuk a gömőri karszt két forrásának, a Jósua és Kistohonya forrásnak a barlangdiagramját. A Jósua közismerten "barlangi forrás", a Kistohonya forrásnak pedig nagy valószínűséggel van barlangrendszere, amelynek kis része máig ismert. Megnézve az ábrákat azonnal szemünkbe tűnik a kiugró - hidrogénkarbonát mennyiségét ábrázoló - négyszög, és a vele közel egyenlő területu, kalcium és magnézium mennyiségének megfelelő két négyszög. Ez várható is, hiszen a karsztvizek domináló anionjai a HCO_3^- , és az ehhez tartozó Ca^{+2} és Mg^{+2} . A többi ion mennyisége elhanyagolhatóan csekély, ezért négyszögük konkáv, sőt némely esetben vonallá zsugorodtak.:/ Pl. a Na^{+} és K^{+} esetében.:/ Látjuk, hogy az oldott oxigénnek mennyiségét jelölő körvonal erősen megközelíti a főkör területét, azaz barlangi források vize közel telített oxigénre nézve. Szabad szén-sav mennyiségük közel egyenlő, sőt kevéssel kisebb, mint az egyensúlyi szén-sav mennyiség, ezért az őket jelző piros vonal alulról érinti a főkör területét. Vízhozamingadozásuk nagy, az

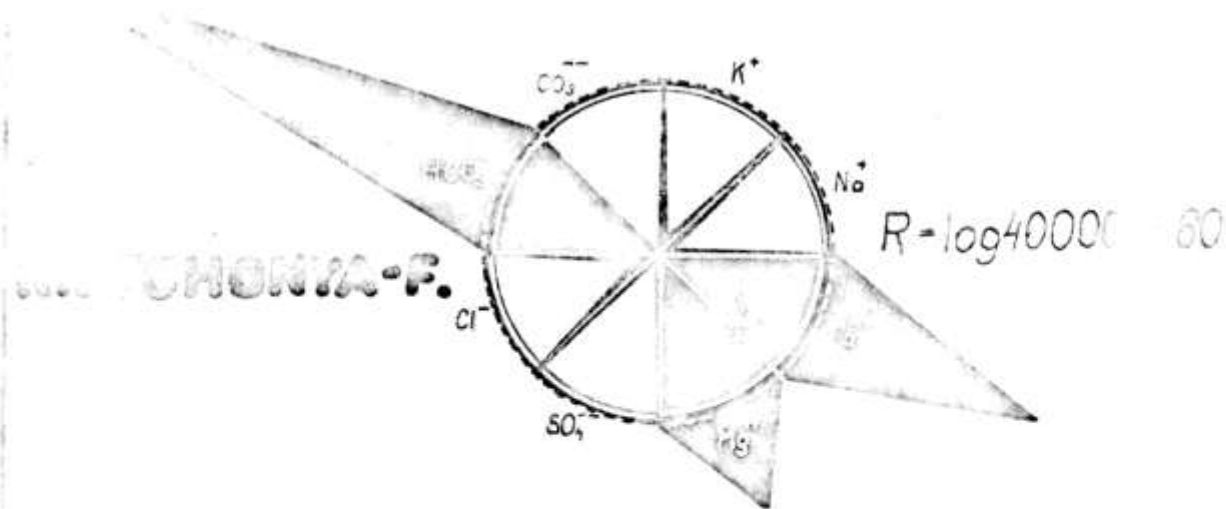
szorzatvizhozam értékének még a logaritmusa is jelentős érték.

Ha egy olyan karsztforrásnak vesszük fel a diagramját, amelynek feltehetően nincsen járható méretű vízrendszere, akkor ott a magnézium területe nagyobb, az oxigén köre kicsi, és ugyanolyan méretarány mellett az egész ábra sokkal kisebb, tehát sok forrás diagramját egymás mellett vizsgálva, rögtön szemünkbe tűnnek a karsztforrások, s azok közül is, amelyek barlangforrások.

BARLANG-DIAGRAMM



Egység = 5mm



F e l h a s z n á l t i r o d a l o m :

Balogh Kálmán: Földtani tanulmányok Pelsőc környékén /1942/, továbbá Bódvaszilás és Jósvald között./1943/ /:Magyar Állami Földtani Intézet évi jelentése az 1943 évről.:/

Jakucs Iászló: Az Aggtelcki cseppkőbarlang.

Jakucs Iászló: A Békebarlang felfedezése.

Kessler Hubert: A beszivárgási százalék karsztvidéken./Vizügyi Közlemények, 1954,2sz./

Kessler Hubert: A karsztviz feltárása.

Maucha Rezső: Hydrochemische Methoden in der Limnologie.

Maucha Rezső: Winkler Lajos vizvizsgáló módszereinek alkalmazása a limnológiában. /1930/

Mándy Tamás: A mészkövek és dolomitok oldási viszonyairól.

/:Kézirat:/'

Németh Endre: Hidrológia és hidrometria. /:Egyetemi tankönyv:/'

Papp Ferenc: A karsztvizek mennyiségi és minőségi viszonyairól. /: Az M.T.A. Műszaki Tudományok-Osztályának

Közleményei VIII. kötet 1. számából különlenyomat.:/'

Vendl Aladár: Geológia I-II. /: Egyetemi tankönyv:/'

