

Megjelenik évenként
négy füzetben, há-
romnagynolczadrét
ívnyi tartalommal;
időnként szövegközi
ábrákkal illusztrálva.

PÓTFÜZETEK
TERMÉSZETTUDOMÁNYI
KÖZLÖNYHÖZ.
ÉVNEGYEDES FOLYÓIRAT.

E folyóiratot a tár-
sulat tagjai évi 2 K.
részletessel kapják;
előfizetési ára, a Ter-
mésztud. Közlöny-
nyel együtt, 12 K.

XXXVI. KÖTETHEZ. 1904. MÁJUS—AUGUSZTOS 2–3. (LXXIV—LXXV.) PÓTFÜZET.

Naptól fölmelegedő sóstavak.

Maros-Torda vármegyében vannak a szovátaí sóstavak, melyek környékekkel együtt az újabb időben nemcsak Erdélynek, hanem az egész világnak természeti nevezetessége lettek. Természeti csodának nevezhetjük a mintegy 25 esztendős Medve-tavat, melynek a felszínén a levegőhöz hasonló fokú a hőmérséke, de a mélységgel fokozatosan emelkedik és mintegy 1'32 méter mélységben a 70 C. fokot is elérheti, tehát olyan hőmérsékletet, a melyet az emberi szervezet már el nem bír és a melyben a tojás, ha hosszabb ideig áll benne, megfő. Télen, nagy hidegben, mikor a víz felső rétege megfagy, a tó mélyebb részeiben még mindig 30–32 C. fokot lehet kimutatni.

Kezdetben úgy tudták, úgy hitték, hogy a víz egészen a fenekéig forró és csak később derült ki, hogy hőmérséklete bizonyos mélységtől kezdve fokozatosan csökken és alul megint majdnem hideg.

Efféle rendellenes hőmérsékletet eddigelé semmiféle tavon nem ismertek, s ezért a jelenség ismerete nagyon felköltötte eleinte a közel, később pedig a távolabbi lakók érdeklődését is, és mai nap, mikor e páriát ritkító természeti csodáról a külföld is nagy érdeklődéssel vett tudomást, Erdélynek ezen az elhagyatott vidékén a külföldi turista és a természet-tudós megjelenése sem nagy ritkaság. A tó e nevezetessége, továbbá gyógyító hatása, valamint a sósvidéken ritkaság számba menő szép, erdős-hegyes vidéke évről évre nagyobb számmal hozza ide a nyaralókat s a fürdővendégeket. Ily körülmények közt a Sókőze területéhez közel már eddig is sok épület készült, hogy a régi egyszerű házak és kezdetleges kádfürdő helyett a vendégek kényelmére szolgáljon.

Ismerkedjünk meg részletesebben a szovátaí sóstavakkal* és környékekkel. Ha Budapestről délben a gyorsvonattal elindulunk, másnap reggel a Kis-Küküllővölgyi vasút végállomására, Sóváradra érkezünk, a honnét Szováta községe (1. ábra) mintegy $\frac{3}{4}$ órányira fekszik. Szováta

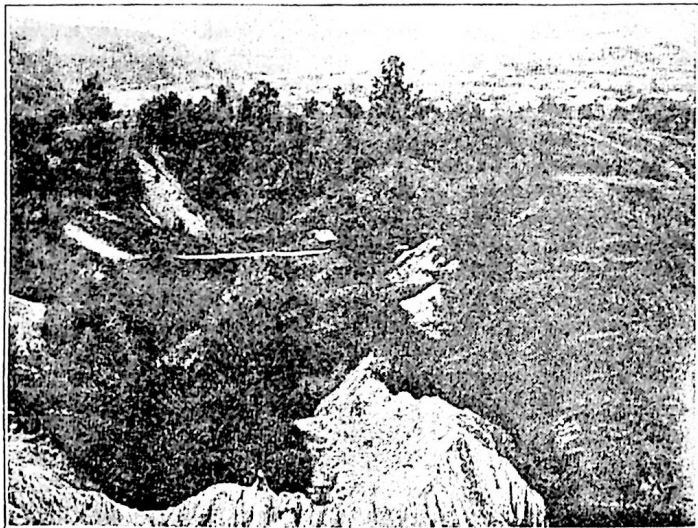
* Kalcicsinszky S., A szovátaí meleg és forró konyhasóstavak mint természetes hőaccumulatorok. Math. és Term. tud. Értesítő XIX. kötet 5. füzet. Földtani Közöny XXXI. kötet.

Pótfüzetek a Természtud. Közönyhöz. 1004.

községének a végén van a régi kezdetleges sósfürdő és ettől észak-keletre az ismert Sóhát vagy Sókőze.

A Sókőze igen érdekes terület. Kisebb patakoktól átszeldelt területe olyan nagy, hogy körüljárására teljes két óra szükséges. Igen sok helyen kisebb-nagyobb, kristálytisza és hideg forrás bugyog ki a földből; ha vizét megízleljük, erősen sósnak találjuk. A sósforrások a patakba jutnak, és mindjobban sóssá teszik a kezdetben édesvízű kis patakokat.

Az út mentében több helyütt szabadon álló sósziklákat találunk.



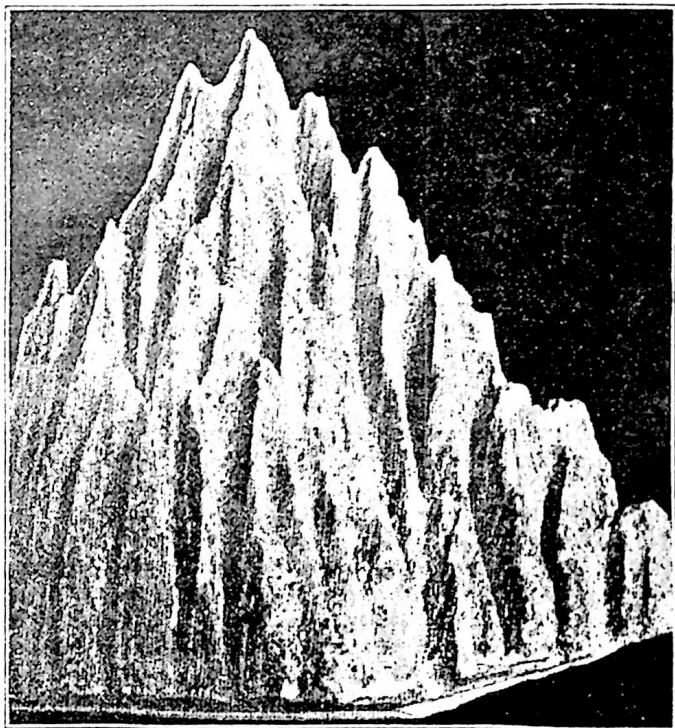
1. ábra. Szovata községének képe. Az előtérben sósziklák láthatók.

E kősósíklákat az eső sajátságosan mosta ki, miként a 2. ábrán is látni, mely egy ilyen eső mosta sószikla-kúpnak fotografiai mása. Eredetije a m. kir. Földtani Intézet múzeumában található. Olyan helyeken, ahol a só védve van eső ellen, olykor karfiolszerű képződmények keletkeznek.

Az eső mosta kősó hasonló alakzatokat tár elénk, a minőt a Karszthegységben a mészsíklákon gyakran találunk. A kősó szürkés, vagy fehér színű. Száraz, Nap sütötte időben nemcsak a kősósíklák, hanem a sóval átvédott földes-agyagos részek is vakító fehérséget öltenek.

A források és a patakok pedig, mikor részben lepadnak és beszáradnak, a kepződő sókristályoktól szinten vakítóan fehérszínűekké válnak és nyár közepén azt a hatást keltik a szemlélőben, mintha be volnának fagyva.

A kősósziplák különböző nagyságúak és nem ritkán a 30—50 méter magasságot is elérnek. Ilyen sósziplát látunk az 1. ábrának alsó részén.



2. ábra. Eső mosta sósziplák kúp. Eredetije a Földtani intézetben van.

Szabadon álló és eső mosta kősósziplák a kontinensen a ritkaságok közé tartoznak. A külföldön csupán Spanyolországban, Catadoniában Cardonában van párjuk. A szovétai kősósziplák a Fekete-tóhoz vezető ut mellett igen érdekesek; a Medve-tó nyugati részén és a Vörös- és Zöld-tó környékén, valamint tőle északra és még néhány más helyen is

vannak. A Szováta községétől mintegy 6 km-re fekvő és jól ismert parajdi sóbánya területét a Korond-patak vize szelte át és itt is szépen láthatók a magasra kinyúló kősózsilák. Kisebb sózsilákat Erdély más helyein is találunk.

A kőso főlött gyakran alig méter vastagságú földréteg van, a mely némileg védi az idő viszontagságai ellen. Csodálatos, hogy e rétegen pompásan diszlik a növényzet és különösen a tölgyfa. A fagyökerek több helyütt a sóig nyúlnak le. E sós területen több kisebb édesvízű patak és ér fut alá, az esővíz és a megolvadt hólé pedig a mélyebb fekvésű helyeken édesvízű tavakat alkot.

A föld alá jutó víz a kősoót feloldja és ezzel kisebb-nagyobb csatornákat, üregeket váj, sőt helyenként földalatti tavakat is alkothat; ha a sódat a napvilágra jut, a sóforrásokat adja.

Mikor a víztől kivájt üreg akkora terjedelmet ölt, hogy a fölötté levő agyagos föld nyomását már el nem bírja, és különösen ha a talaj átmedvesedett, beszakad. Tavaszi hóolvadás, vagy hosszabb ideig tartó esőzés után nem ritkán találunk ilyen friss szakadásokat, kisebb-nagyobb dolinákat alkotva, melyek azután sósvízzel is megtelhetnek.

Ryen módon képződtek a Sóközön levő nagyszámú dolinák és a sóstavak: a rég óta ismert *Fekete-tó* és a *Magyarósi-tó*. Az 1870-es év vége felé keletkezett a nagy *Medve-tó*, és oldalnyúlványai, a *Vörös-* meg a *Zöld-tó*.

A sósterületnek növény- és állatvilága igen szegény, de jellemző.

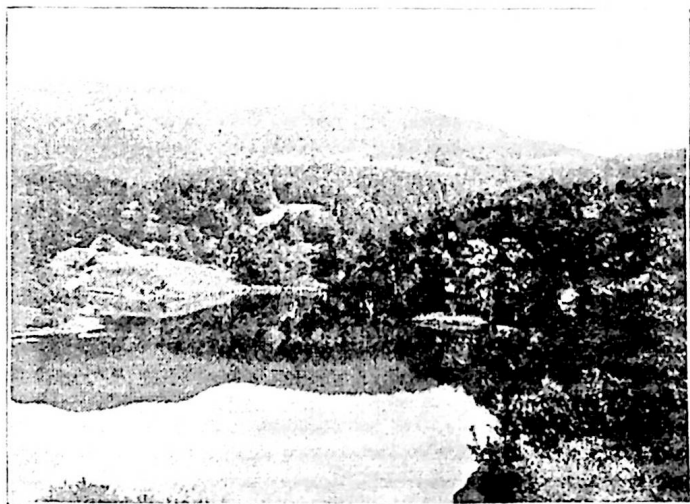
A sóspatakok és a kisebb sósvizek környékén, ha a víz igen tömény, általában semminemű növény nem él meg; ha ellenben a víz $4-5\%$ -osnál nem töményebb, vagy az erősebb sósvizektől bizonyos távolságra van, jellemző vastag, húsos, rendszerint nagyobb csoportokban élő és erősen sószívó, hol vörös, hol zöldszínű növényt találunk a környéken; ez a *Salicornia herbacea*. Szováta, Korondon, valamint másutt a sóskutak és a sóforrások közelében már jelenléte is elárulja, hogy sósterületen járunk. Vannak másféle sósnövények is, de az említett a leggyakoribb és a legjellemzőbb. A Medve-tóban, a Magyarósi- és a Fekete-tóban a flóra és a fauna fokozatosan növekedik: a Medve-tó vizének csak a legfelső rétegében, a Magyarósi-tóban, mivel felső része hígabb, nagyobb mélységben, a Fekete-tóban pedig még nagyobb mélységig találunk állati és némi növényi életet.

Az állatok közül néhány vízi poloska és rákfaj van jelen, melyek különösen a Fekete-tóban elég nagy számban találhatóak. A sós víz felszínén legyek és bizonyos poloskafajok úszkálnak, illetőleg futkosnak. A sós vízben, kiváltképen fadarabokon és faoszlopokon, a fürdőház lépcsőjén moszat tenyészik.

Ha a növényzetet, a fák tövét hosszabb ideig sós vizet áztatja, nemcsak a fű, hanem a nagyobb fák is néhány nap alatt kivesz-

nek, leveleik elszáradnak és olyan a külsejük, mintha leforráztuk volna őket. Ha hangya járta útát törött sóval hintünk be, a hangyák teljesen elmaradnak róla. Békát a 2%-os sós vízben már nem találunk.

A sósziklákon és a környékükön a nyári időszakban igen sok a rovar: es talán ez az oka, hogy feltűnően sok a fecske is. Verebek is nagy szeretettel tartózkodnak és fészkelnek a meredek sófalak környékén: talán azért is van ez így, mert Szovátán az egész sóterületen éjjel s nappal 25 sóőr őrzi a sósziklákat és a sóvizeket, a melyekhez közel



3. abra. A szovátai Medve-tó a Cserenyés-heggyel.

járni és még inkább belőlök vinni, szigorúan tilos; ekként a madarak is meg vannak védve.

A sóterületek rendszerint kopárak; Szovátán mégis mindenkinek a szemébe ötlik, hogy a sóterület közvetlen határa igen szép erdővel és különösen tölgyfával van benőve.

Az érdekes sóstavakat először 1898-ban láttam, de csak 1901-ben volt alkalmam Szovátán hosszabb ideig (kb. egy hónapig) tartózkodni s a sóforrásokat és a sóstavakat részletesebben tanulmányozni. Ekkor különféle méréseket, megfigyeléseket és kísérleteket tettem, hogy esetleg a sóstavak nagy hőmérsékletének eredetét is megállapítsam.

A szovátai sósterület az északi szélesség $42^{\circ} 45'$, és a keleti hosszúság $46^{\circ} 35'$ alatt fekszik. A nagy Medve-tó 520 m, a Sóköz legmagasabb pontja pedig 563 m-nyire fekszik a tenger színe fölött. Tanulmányaimban legnagyobb súlyt a három legjobban ismert tó: a *Medve-*, *Magyarósi-* és *Fekete-tó* megvizsgálására helyeztem és különösen a Medve-tavat, mely a legmelegebb, legnagyobb és legérdekesebb, vizsgáltam meg nagyobb részletességgel.

A három tó közül a legmagasabban terülő Medve-tó $39270-42840$ m² területű. Alakját a lakosság kiterített medve bőrcéhez hasonlítja, innét a neve. Újabban a tulajdonosáról *Illyés-tónak* is nevezik. Északra látható az úgynevezett »Cserenyés-hegy«, melynek környékéről két kisebb édesvízű patak folyik a Medve-tó vizébe (3. ábra). A Medve-tó mélysége változó: az új fürdőnél a parthoz közel 35 m; a tó közepe táján mintegy 20 m; az andesitbreccia sziklafaltól $20-30$ m távolságban 34 métert mértek és úgy látszik, hogy ez a sós tónak legmélyebb pontja; a Veres-tó közelében is eléggé mély, több mint 15 m, valamint a kifolyása környékén.

A tó mélységét ez ideig részletesebben még nem állapították ugyan meg, de azért a Medve-tó közép- vagy átlagos mélységét 10 méternél többre lehet tenni.

A Medve-tó nyulványának tekinthetjük a Vörös- és a Zöld-tavat. E hosszúkas területű tavakat majdnem minden oldalról szabadon álló szsiklák környezik. A Vörös-tó nevét ezért kapta, hogy az oldalon lévő kőseleinte főképen vörös színű volt. A tó északi részén a meredek falak mellett több helyen édes víz szivárog ki. Eső, vagy tavaszi hóolvadás után a tó vize annyira megduzzadhat, hogy fölöslege vékony ér alakjában a Medve-tóba folyik.

A Vörös- és Zöld-tó mélységét és hőmérsékletét pontosan nem ismerjük; annyit azonban tudunk, hogy a hidegebb felszínre forró víz következik, továbbá, hogy a víz sűrűsége a mélységgel nagyobbodik.

A Medve-tó vizének nyugat felé kifolyása van. A körülbelül 2° konyhasót tartalmazó víz a katlanszerű mélyedésben terülő Magyarósi-tóba folyik bele. E tó körülbelül egy holdnyi kiterjedésű és átlagos mélysége $5-6$ m.

A Magyarósi-tavat egy idő óta, különösen nagy melegben, fürdésre szívesen használják. A tavon áthaladó patak azután a sósárokba folyik s érinti azt a helyet is, a hol régebben a Fehér-tó volt, a melynek fürdőházából még néhány szalfát látni. A Sóköz legmagasabb pontjától dél felé van a Fekete-tó, melynek terjedelme körülbelül egy hold és átlagos mélysége 6 m. E tó vize majdnem hideg és igen régi idő óta fürdésre használják. A tó környékének nagyobb részét erdő

borítja. A tóba állandóan víz nem ömlik, csupán az eső és a megolvadt hó vize táplálja.

Hogy e tavaknak, különösen pedig a Medve-tónak természeti viszonyait megismerjem, a tónak lehetőleg sok pontján, különböző mélységben megmértem a víz hőmérsékletét, fajsúlyát és konyhasó-tartalmát. Mivel a tó vize a felszínen hideg, azután pedig fokozatosan melegebb és melegebb, a hőmérséklet a legnagyobb értékének elérése után megint csökken, ezért a felszíntől a maximum eléréséig a hőfokot maximum hőmérővel megmérhettem, de a fokozatosan csökkenő hőmérséklet fokát se a maximum-, se a minimum-hőmérővel biztosan meghatározni nem lehetett. Az összehasonlító adatok megegyezők soha sem voltak, egyszerűen azért, mert a hőmérőre a felső hideg és lejjebb a nálánál forróbb rétegű sósvíz a szerint volt hatással, a mint gyorsabb vagy lassabb volt a lebocsátása, illetőleg a felhúzása.

Másféle szerkezetű hőmérő hiányában a mérés úgy történt, hogy a közönséges laboratóriumi hőmérőt ugyanazon vastagfalú és kövel megnehezített üres üvegpalaczkba helyeztem, a melylyel a mélységből egyúttal a vízmintákat vettem. A megfelelő mélységben az üres palaczk parafadugóját kirántottam és a folyadékkal való megtelődése után mintegy 15 perczig vártam, hogy a hőmérsékletet jól fölvegye; ekkor a sósvízzel megtelt palaczkot gyorsan kiemeltem és a hőmérő fokát azonnal leolvastam.

Mivel az üveg rossz vezető, a palaczkban levő víz pedig nagyobb tömegű volt, a felhúzás és a leolvasás gyorsan történt, s a hőmérő jelentékenyebben még másodperczek elteltével sem változott: az így végezett hőmérések eléggé pontosaknak vehetők.

A víz fajsúlyának meghatározása úgy történt, hogy a kellő mélységből vett s különböző hőmérsékletű sósvízet a lakásomra vittem és még Szovátán, a midőn valamennyi üveg, a levegő hőmérsékletére lehülve, a 20° C.-t fölvette, érzékeny areométerrel megmértem.

A mélységet úgy mértem meg, hogy a meritőpalaczk nyakához olyan fémdrótos és kátrányos spárgát erősítettem, a mely minden fél méternél göbbel volt ellátva. Az ilyen spárga azért jó, mert nem csavarodik, továbbá nem zsugorodik össze és erős.

A következő táblázatban össze vannak állítva a szovátai Medve-, a Magyarósi- és a Fekete-tóra vonatkozó, 1901. július havában mért átlagos adatok. A fajsúly adatai rendszerint 20° C.-ra vonatkoznak, a közölt fajsúly adatai tehát a melegebb zónákban a valóságban valamivel kisebbek.

Méter	Medve-tó			Magyarósi-tó			Fekete-tó		
	° C.	Faj-súly	NaCl %	° C.	Faj-súly	NaCl %	° C.	Faj-súly	NaCl %
0-00	21°	—	—	30°	1-021	3	28°	1-018	2
0-10	—	1-038	5	—	—	—	—	—	—
0-20	—	1-087	11	—	—	—	—	—	—
0-30	—	1-118	15	—	—	—	—	—	—
0-40	—	1-135	18	—	—	—	—	—	—
0-42	39°	—	—	—	1-044	6	—	1-019	2
0-50	—	1-154	20	—	—	—	—	—	—
0-52	45°	—	—	—	—	—	—	—	—
0-62	40°	—	—	—	—	—	—	—	—
0-72	50°	—	—	—	—	—	—	—	—
0-82	52°	—	—	31-5	—	—	27°	—	—
1-00	—	1-176	23	—	1-170	9	—	1-019	2
1-32	56°	—	—	36°	—	—	27°	—	—
1-50	—	1-188	24	37°	1-180	23	—	1-019	2
1-82	53°	—	—	38°	—	—	28°	—	—
2-00	—	1-188	24	—	1-180	23	—	1-021	3
2-32	47°	—	—	37°	—	—	25-5°	—	—
2-50	—	1-188	24	—	1-196	25	—	1-105	14
2-82	40°	—	—	33°	—	—	24°	—	—
3-00	—	1-188	24	—	1-198	26	—	1-140	19
3-32	38°	—	—	28°	—	—	21-5	—	—
3-50	—	1-189	24	—	—	—	—	—	—
3-82	35°	—	—	—	—	—	—	—	—
4-00	—	1-189	24	—	—	—	—	1-167	22
4-32	32°	—	—	—	—	—	17°	—	—
5-00	—	1-196	25	—	1-200	26	—	1-165	22
5-32	30°	—	—	21°	—	—	17°	—	—
6-32	—	—	—	21°	—	—	—	—	—
7-00	—	1-197	25	—	—	—	—	—	—
7-32	29°	—	—	—	—	—	—	—	—
10-00	—	1-196	25	—	—	—	—	—	—
10-32	23°	—	—	—	—	—	—	—	—
12-00	—	1-194	25	—	—	—	—	—	—
12-32	20°	—	—	—	—	—	—	—	—
14-50	—	1-194	25	—	—	—	—	—	—
14-82	19°	—	—	—	—	—	—	—	—

Ha a szóvatai tavak chemiai alkotását vizsgáljuk, észreveszszük, hogy a sóstavakban levő oldott alkotórészek főlömege konyhasó (NaCl), és csak alárendelt kis mennyiségben van benne mészsulfát (CaSO₄), mészhlorid (CaCl₂), magnéziumchlorid (MgCl₂), calciumhidrokarbonát (CaHCO₃); ezeknél még kisebb mennyiségben: káliumchlorid (KCl), káliumbromid (KBr), káliumjodid (KJ) és kovasav (SiO₂).

A közölt adatokból kiderül, hogy a Medve-tó és a Magyarósi-tó vize nemcsak abban különbözik más tavakétól, hogy nagy mennyiségű só van benne feloldva, hanem — miként már említettem, — a hőmérséklet tekintetében is egészen elüt. Más tavak vizében a hőmérséklet a felszínen a legnagyobb és azután a mélységgel fokozatosan csökken, a szóvatai tavak vizében pedig mást találunk. A víz hőfoka a felszínen

majdnem megegyezik a levegő hőmérsékletével, azután a mélységgel hirtelen és fokozatosan emelkedik, a Medve-tóban 1-32 méteren eléri a maximumot (55—70° C.) és onnét kezdve fokozatosan csökken, végre az alsó rétege majdnem hideg.

A két hideg réteg között levő és 40° C.-nál nagyobb hőmérsékletű sósvízréteg két méternél vastagabb.

A víz fajsúlya a felszínen majdnem olyan, mint az édes vízé, de a mélységgel fokozatosan növekedik és körülbelül ottan éri el a maximumát, a hol egyúttal a hőmérséklet is a legnagyobb. A nagyobb fajsúlynak természetesen nagyobb sótartalom is felel meg.

A Magyarósi-tó a felszínétől kezdve elég vastag rétegben hígított és kisebb fajsúlyú sóoldatból áll és csak ezután válik töménynyé. A hőmérséklete jelentékenyen kisebb, mint a Medve-tóban, és a maximuma sokkal alantabban fekszik.

Végül a Fekete-tóban a felső hígított sóoldat rétege még vastagabb és csak 3—4 méteren éri el töménységének tetőpontját. A hőmérséklet szökkenése a középső meleg rétegben majdnem teljesen hiányzik. E tó vize a Naptól körülbelül úgy melegszik fel, mint az édes vizű tavak.

Mint hogy ily természetű tavakat eddig nem ismertünk, nagyon érdekes volt tudni, hogy e nagymennyiségű meleg és forró sósvíz honnét veszi eredetét.

Az erre vonatkozó vélemények és nézetek nagyon eltérők voltak.

A legegyszerűbb és a legáltalánosabban elterjedt nézet az volt, hogy a meleg sósvíz thermális eredetű; mások azonban inkább a vízben végbemenő kémiai folyamatokra, a bitumen és a pirit oxidációjára gondoltak.

Megkísértem a lehetséges magyarázatokat összefoglalni és a nagy meleg valódi okát és eredetét kísérletek alapján kideríteni. Nagyszámú mérésből kiderül, hogy a hőmérséklet, mind a felső, mind a középső, valamint az alsó rétegek egész terjedelmében ugyanazon szintájon nem sokban tér el egymástól, vagyis a tó bármely helyén ugyanazon a napon s a megfelelő mélységben mérve, a víz hőfoka, fajsúlya ugyanaz. Mérés közben sem én, sem mások magas hőmérsékletű hóforrásra nem akadunk, pedig ekkora tömegű meleg vízréteg fenntartására valóban nagy hóforrásra volna szükség.

A nagy melegforrás a tóban azzal is elárulta volna magát, hogy a tóból kifolyó víz, az elpárolgás tekintetbe vételével, nagyobb lett volna, mint a befolyó két kis patak vízbősége, a mi pedig nem tapasztalható; továbbá a csendes tó felületén sehol sem látni hullámzást vagy állandóan buborékfelszállást. Végül, ha a víz hőmérséklete thermális eredetű volna,

mégis csak a legnagyobb véletlenhez tartoznék, hogy ugyanazon rétegen s egész terjedelmében egyenlő hőmérsékletű legyen.

Az eddig felsoroltak a valószínűség szerint azt látszanak bizonyítani, hogy a tó vizének melege nem thermális eredetű, de azért kétség-telenül bebizonyítva még nincs.

A leghatározottabb bizonyítékot úgy kapnók, ha a tavat lecsapolva tanulmányozzók; ámde ez igen költséges és fáradságos munka volna. Tanulmányaimat megkönnyítette az a körülmény, hogy a sós árok bal partján egy kis, mintegy három lépés átmérőjű és körülbelül 40 cm mély, alul meleg vizű sós tavat találtam, melyben a következő adatokat kaptam :

	°C.	fajsúly	NaCl %.
A felszínen.	25	majdnem édes víz	
valamivel lejjebb	—	1.110	15
a közepe táján.	35	1.145	19
a fenekén	38	1.186	24

Ez a kis sós tó hasonló természetű, mint a többi meleg sós tó. A kis tavat lecsapoltattam, de bizony melegforrást nem találtam benne és a talaja sem volt meleg. A kis tó felső részén kevés édes víz szivárgott, mely hideg volt. Ez a lecsapolt s megvizsgált tó már a mellett bizonyít, hogy a sós tavak meleg vize nem thermális eredetű.

Határozottabban szól még e felfogás mellett, ha ugyanazon mélységben a hőmérsékletet nem egy napon mérjük; ekkor úgy találtam, hogy e hőmérséklet nagyobb ingadozásnak van kitéve, a mi, ha a forrás thermális volna, elő nem fordulhatna.

A Medve-tavon például a következő hőmérsékeket mértem :

		°C.
1901. július	22-én 1:32 méter mélységben volt	55
1901. »	23-án 1:32 » » »	56
1901. »	24-én 1:32 » » »	57
1901. »	27-én 1:32 » » »	59
1901. »	31-én 1:32 » » »	60
1901. augusztus	2-án 1:32 » » »	63
1898. szeptember	22-én (T. Roth L. mérése) mélységben volt	68.2
1898. »	23-án » » »	67.5
1898. »	25-én » » »	69.5
1900. nyáron	» » » » »	70—71
1900. télen a jég alatt	» » » » »	30

Hogy az év különböző hónapjaiban körülbelül milyen maximális hőmérsékletű a Medve-tó, erről csupán egy adatunk van, melyet Illy és Kálmán a következőkben közölt:

NAPTÓL FÖLMELEGEDŐ SÓSTAVAK.

		R.*	C.*
1898.	szeptember 14-én	52	65
1898.	» 20-án	52	65
1898.	október 4-én	51	63-75
1898.	» 12-én	49	61-25
1898.	» 30-án	46	57-5
1898.	november 28-án	41-5	51-9
1898.	deczember 22-én	32	40
1899.	januarius 10-án	28	35
1899.	februarius 7-én	25	31-25
1899.	» 20-án	24	30
1899.	» 27-én	24	30
1899.	márczius 11-én	22	27-5
1899.	április 2-án	21	} minimum { 26-25 26-25 28-75
1899.	» 8-án	21	
1899.	» 14-én	23	
1899.	» 19-én	26	32-50
1899.	május 1-én	32	40
1899.	» 8-án	38-5	48-13
1899.	» 10-én	44	55

Ez adatok alapján határozottan és minden kétséget kizáró módon állíthatom, hogy a szovátai Medve-tónak és úgyszintén a többi sós tónak meleg és forró vize nem thermális eredetű.

Vajjon e magas hőmérsékletet előidézhetik-e a chemiai folyamatok, a bitumenes anyagok, vagy a humusz, a növényzet, vagy végre a pirit oxidációja? Ha tekintetbe vesszük, hogy az óriási mennyiségű sós víz 60—70° C.-ra melegszik fel és e hőmérsékletét éven át megtartja, e czélra igen nagy mennyiségű éghető anyagot kellene feltételezni. Ámde az ekkora nagy anyagkészlet oxidációjára, elégsére még nagyobb mennyiségű oxigénre, illetőleg levegőre volna szükség.

Föltéve, hogy a növényzet s általában a szerves anyagok gyorsabban vagy lassabban égnék el, a végső terméknek: a víznek és széndioxidnak valahol, a sós tavakban vagy más vizekben, vagy pedig gázáramlásban kellene jelenkeznie. A sós tó különböző helyéről és mélységéből vett próbák nagyobb mennyiségű széndioxidról vagy karbonátról nem tanúskodtak. Szabad széndioxid, vagy savanyú víz, avagy széndioxid kigőzölgése nemcsak a sós tavak mellett, hanem az egész környéken, sok kilométer távolságra sincsen; ez pedig éppen nem szól a széntartalmú anyagok elégsere mellett.

Végül annak a föltevésnek eldöntésére, vajjon például az andesit-breccziában előforduló pirit oxidációja okozhatná-e a nagy hőmérsékletet, a magammal hozott vizpróbákat a kénsav mennyiségére is megvizsgáltam és úgy találtam, hogy a különböző mélységekben csak igen kevés és majdnem ugyanazon mennyiségben fordul elő.

Mind e vizsgálatok és megfigyelések a mellett szólnak, hogy az éghető anyagok oxidációja a magas hőfok előidézője nem lehet.

Mi hát a fölmelegedés valódi oka?

A sóörök és szóvatai lakosok már régebben észrevették, hogy a Medve-tó s a Magyarósi-tavak tavasszal, április és május hónapban, továbbá őszszel melegebbek, mint a nyár elején.

Ha tudjuk, hogy e vidéken április és május havában rendszerint szép verőfényes időjárás van, és a nappal igen hosszú, továbbá, hogy junius és julius hónapban a nyári esőzés következtében az égboltozat nagyobb részt felhővel van borítva: a tó melegének okait a Nap sugaraiban kereshetnők.

A különböző időszakban végzett hőmérésekből is úgy láttam, hogy valahányszor az ég tiszta és felhőtlen volt s a Nap hosszú ideig süttött a tóra: a sós tó vizének legnagyobb hőmérséklete naponként atlag egy Celsius-fokkal emelkedett, mint az 58-ik lapon közölt néhány adat is tanúsítja. Már így is a valószínűség a mellett szól, hogy a tó vizének fölmelegedése a Naptól származik. Minthogy e sós vizek 38—70°-ig is fölmelegednek, a közönséges tavak vize tapasztalat szerint pedig 30° C.-nál a legnagyobb melegben sem szokott jobban fölmelegedni: ez a tény az említett valószínű következtetéssel ellentétben van, vagy pedig a kivételes magas hőmérséklet kizárólag a sós tavak jellemző sajátysága.

Hogy e kérdést eldöntsem, kísérlethez folyamodtam, melyet a következőképen rendeztem volt be. Agyagos földben mesterséges tavakat, körülbelül olyan nagyságban és méretben készítettem, mint a minő a kis lecsapolt tó volt; az egyiket megtöltöttem édes vízzel, a másikat tömény sós vízzel akképen, hogy az egyik sószikla alatt kifolyó 13° C. hőfokú sós forrást órákig vezettem át, napnyugta után pedig a befolyást elzártam. Midőn a vizet a reá következő napon a Nap sugara reggeltől estig érte, megmértem a két tó vizének a hőmérsékletét és úgy tapasztaltam, hogy mind az édes vízű, mind sós vízű tónak felszínén, közepén és fenekén lényeges eltérés nem mutatkozott s a hőmérsék mindenütt 28—29° C. volt; sőt napokon át való megfigyelés szerint ilyen is maradt. E kísérletből azt lehetne következtetni, hogy ily módon se az édes, se a sós vízben magasabb hőmérséklet nem keletkezik.

E negatív eredmény után változtattam a berendezésen. Mindkét mesterséges tavat tömény sós vízzel töltöttem meg; az egyiket változatlanul hagytam, a másiknak tetejére pedig óvatosan 10 kupa édes vizet öntöttem, szóval utánoztam a Medve-tavat, melynek felszínén édes víz van. Míg a Nap nem süttött a két tóra, változást nem tapasztaltam; de mikor a Nap reájok tűzött, már este sajátyszerű tapasztalatban volt részem. V-vél jelölve azt a tavat, melynek felszínén édes víz

is van, és S-el, a mely tiszta sós vizet tartalmaz, az eredmény a következő volt:

	V		S	
	a felszínen	alul	a felszínen	alul
Julius 23. d. e. 10	25° C.	30° C.	25° C.	27° C.
» 23. » » 6	26 »	35 »	29 »	29 »
» 24. » » —	27 »	34 »	28.5 »	29 »
» 25. » » —	28 »	33 »	29 »	29 »

Ekkor mindkét tó felszínére friss édes vizet öntöttem, minthogy részben már elpárolgott.

	V		I'	
	Julius 28. d. e. 10	29° C.	30° C.	29° C.
» 29. » » —	28 »	36 »	28 »	30 »
» 30. » » —	29 »	35 »	29 »	37 »

Ez adatokból kitetszik, hogy a tiszta tömény sós víz, valamint a tiszta édes víz a Naptól csupán 30°-ot meg nem haladó hőfokra melegeedett fel és a hőmérséklet a kis tavak minden rétegében közel ugyanaz volt; a sós víz azonban, ha felszínén édesvízréteg volt, a felszín alatt már néhány centiméter távolságra 8—9° C.-sal lett melegebb, épen mint például a Medve-tóban.

Ez a próba határozottan bizonyítja, hogy a tömény sós víz, ha fölötte kis fajsúlyú édesvízréteg van és a Nap hosszabb ideig rá süt, alsó rétegében fölmelegszik. Ebből következik, hogy a Medve-tó és a Magyarósi-tó középső meleg, forró rétege se nem thermális eredetű, sem pedig oxidációs chemiai folyamatnak nem az eredménye, hanem melegségét egyedül a Naptól kapja.

A fentebbi adatokból és más kísérletekből kitűnik, hogy, mihelyt a sós vizen levő édes víz lassan elpárolog, és a fajsúly különbsége illetően besűrűsödés következtében kisebbé válik, ezzel a felső és az alsó hőmérsékleti különbség is kisebbedik, végül teljesen megszűnik. A sós víznek magasabb hőmérséklete csak akkor lesz, ha felszínére óvatosan édes vizet öntünk. A sós tavak fölmelegedésére a Nap sugarain kívül tehát lényeges feltétel, hogy a tömény sóoldat felszínén édes, vagy gyengén sós vízréteg legyen.

A tapasztalat bizonyította továbbá, hogy minél nagyobb a folyadékok fajsúlykülönbsége, annál magasabb alatt a hőmérséklet; mentől kisebb az, annál alacsonyabb a hőfok.

Ha a sós tavak édes vízrétegének vastagságát növeljük, a hőmérséklet is ezzel arányosan kisebbedik alatt, miként a Magyarósi-tavon valóban tapasztalható is; ha pedig a tömény sós víz fölött levő édes, vagy gyengén sós vízréteg igen vastag s a két métert meghaladja, mint például a Fekete-tón tapasztaljuk, a tó középső rétegének nagyobb-

fokú fölmelegedése majdnem teljesen elmarad, és a tó vize körülbelül úgy melegszik fel, mint az édes vizű tavaké.

Ez érdekes jelenség hőforrásának megmagyarázására a napsugárzás teljesen elegendő. A látható és a vörösen inneni napsugarakat a víz és a konyhasóoldat bizonyos mélységig elnyeli, különösen az utóbbiakat. Ha a folyadék egész tömegében egynemű volna, a meleg is a felszínén gyűlné össze; csakhogy a folyadék fajsúlya a mélységgel növekedik, ennél fogva, ha e sűrű sós víz fölmelegedik, nem szállhat fel a felszínre, hanem a melegséget a mélységben megtartja, a hol védi a felszínen levő édes vizréteg.

A vízfelület az a hely, melyet párolgás következtében nagy meleg veszteség ér, ezenkívül vezetés útján is sok meleget ad át a levegőnek, melyet a kisebb szellő továbbvisz. Ez annak az oka, hogy a fölmelegedés a közönséges tavakon és a tengeren, a nagy melegvesztés miatt, nem nagyfokú s a 30° C. hőfokot csak ritkán éri el; viszont a sós tavak sós vize, mely a napsugárzástól fölmelegedett és a melegvesztés helyére, a felszínre nem juthat, csakis vezetés útján közölheti melegét a rossz vezető folyadékkal mind fölfelé, mind lefelé. A fölmelegedő sós víz a napsugárzástól másnap még jobban fölmelegedhetik s ez az oka, hogy a sós víz olyan magas hőmérsékletet érhet el.

A folyadék a napsugárzáson és a fölötte lévő légkör sugárzásán kívül még a tó fölötti levő levegő közvetlen vezetésétől is fölmelegedik, a mely azonban, Richter szerint, sokkal kisebb, mint a Nap közvetlen hősugaraitól származó fölmelegedés.

Vegyük figyelembe a lehetséges melegvesztéseket is. A hősugárzás kifelé a legnagyobb a tófelületen, különösen éjjel és mikor a Nap nem süt. Lehülés keletkezik a hideg levegőnek közvetlen vezetése és a felületen való elpárolgás útján.

A fölmelegedésre nézve nem közönyös, vajjon a tófelület csendes vagy hullámos, mert ekkor a Naptól reá eső sugarak egy része visszaverődik. Mivel azonban a Medve-tó védett helyen fekszik, továbbá a kis fajsúlyú felső vizréteg nem vastag és alatta tömény sós víz következik, rajta nagy hullámlás nem lehetséges.

A számításból kitűnik, hogy e magyarázat a quantitativ próbát is jól kiállja. Méréseim szerint a felszínen centiméterenként mintegy 0·4° C. hőmérsékletemelkedés van (0·52 méterre 21° vagy 0·4 méterre 15°). Mivel a víznek és igen közel a sós víznek is a melegvezető képessége = 0·0012 kaloria, köbczentiméter és másodpercenként, a felületréteg minden négyzetcentiméteréről másodpercenként $0\cdot0012 \times 0\cdot4 = 0\cdot00048$ kaloria, vagy 0·03 kaloria percenként, vagy körülbelül 2 kaloria óránként száll el és nem több: Ha tehát a forró réteg például csak 1 cm vastag volna is, vezetéssel csakis 2°-kal hűlne le óránként, ha éjjel a

sugárzás megszűnik. Lefelé sokkal kevesebb jut, mert ottan a hőmérsékleteséseket cm-ként sokkal kisebbeknek találtam. A melegbehozatal pedig, Langley szerint, másodpercenként és cm^2 -ként kereken 0.04 kalóriát tesz a napsugarak függőleges beesésénél és egészen magas hegyeken, az alföldön pedig körülbelül a fele, azaz 0.02 kaloria. Ha a sugarak ferdesége miatt ez értékek csak a felét vesszük számításba, 0.01 kalóriát és az éjjeli időszakra való tekintettel megint csak a felét \rightarrow 0.005 kalóriát (a sziklafalak a sugarak visszaverése útján részben jóvá teszik, a mit az árnyékukkal elvesznek) kapunk.

Ha most összehasonlítjuk a 0.005 kaloria melegbehozatalt a 0.00048 kaloria melegvesztéssel, úgy látjuk, hogy a melegbehozatal még mintegy kilencszer akkora, mint a melegvesztés és így a sós víz e fölvelt hővel tetemesen fölmelegedhetik.

A tömény sóoldat fajmelege sokkal kisebb, mint a hígítotté, vagy mint a vízé; minél töményebb a sóoldat, annál kevesebb melegmennyiség szükséges egy fokkal való fölmelegedésére s úgy látszik, ez annak az oka, hogy a legnagyobb hőfok ott van, a hol a sóoldat fajsúlya és a só százaléktartalma a legnagyobb.

Mivel e meleg sós tavak a Nap melegét bizonyos fokig összegyűjtik és hosszabb időn át magukban tartják, mind ezeket a természetes, mind pedig a mesterségesen készített sós tavakat is hőakkumulátoroknak kell tekinteni.

Ezeket tudva, új jelenség, új hőforrás ismeretéhez jutottunk. Ebbeli ismeretünket, a Nap melegének sós vízben való felhalmozódását, már gyakorlati módon is lehetne értékesíteni.

Magyarországon és különösen erdélyi részében több sós tó van, melyeket meleg tavakká lehetne átváltoztatni, ha a felszínükön elegendő édes víz jelenlétéről gondoskodunk. Magától értetődik, hogy ilyen esetben mind a sós tavakat, mind pedig a helyi viszonyokat előzetesen és kellő szakértelemmel tanulmányozni tanácsos. Ha pedig a sós források vizét medenczékben fognók fel és gondoskodnánk, hogy a felszínükre édes víz jusson, ezzel mesterséges meleg tavakat készíthetnénk.

A meleg sós tavakat ez idő szerint legalább egészségi szempontból való fürdésre lehetne felhasználni.

Nincsen ugyan kizárva az sem, hogy a hőakkumulátorokat idővel más czélokra is felhasználhassuk.

Hogy a szovátai sós tavak hogyan keletkeztek, arról már megemlékeztem; hogy a nagy Medve-tó mikor keletkezett, bizonyosan nem tudjuk. Annyit tudunk, hogy mikor 1873—1874. években a környéken helyszínelés volt, a tó még nem volt meg, mert a telekkönyvben

nincsen fölemlítve. A Medve-tó tehát viszonylag még igen fiatal korú. Egyesek nyilatkozata szerint 1875-ben, mások szerint 1879-ben keletkezett.

Ha a Medve-tó hőmérsékleti állapotát más tavakéval, például a Wörthi- és a Traun-tóéval összehasonlítjuk, feltűnik (4. ábra), hogy a Medve-tónak a nagy mélységekben is sokkal nagyobb a hőmérséklete.

A Medve-tó vize 20 méter mélységben 11° C.-sal melegebb, mint a Wörthi-tóé.

E magas hőfok csak onnét eredhet, hogy a középső forró vízréteg a meleget vezetés útján évek hosszú során át nemcsak fölfelé, hanem lefelé is vezeti és azt ily módon fölmelegítette. Roth Lajos 1898. szeptember havában a Medve-tó vizét 20 méter mélységben 16.87° C.-nak találta, én pedig 1901. július havában 14.82 méter mélységben 19° C.-nak; ha ez adatomból grafikus úton 20 méterig a neki megfelelő hőfokot keresem, úgy találom, hogy 20 méteren 1901-ben 18.5° C.-nak kellett lenni, azaz 20 méteren a sósvízréteg hőmérséklete 34 hónap alatt 1.63° C.-sal emelkedett. Ugyanezen mélységben a Wörthi-tó hőmérséklete csak 7° C.-t tesz, a különbség tehát 11.5° C. Ha ez adatokat megbízhatónak tekintjük, számítással megtudhatjuk, hogy a Medve-tó vize mely évben kezdett fölmelegedni, vagyis hogy a tó mikor keletkezett. Ugyanis

$$1.63^{\circ} : 34 = 11.5^{\circ} : x - b61$$

$x = 239.87$ hónap = 19.99 év. E szerint a Medve-tó 20 évvel 1901 előtt, vagyis 1881-ben kezdett fölmelegedni. Ha egy évet számítunk, hogy az ekkor keletkező nagy mélyedést a két kis hegyi patak a vizével megtöltse; továbbá, mivel hőcsökkenés áll be, mikor a víz konyhasót old fel, ha e lehülés okozta hőmérsékletnek fölmelegedésére megint egy évet veszünk: e számítás szerint a beomlás, illetőleg a Medve-tó keletkezése 1879. évben történt. Ez adat különben összeszik azon évvel, a mely a tanúk vallomásai szerint a legvalószínűbbnek tartható.

Ha a tó vize 20 m mélységben 20 év alatt 11.5° C.-sal melegebb lett, mint ugyanazon mélységben például a Wörthi-tó vize, következtetjük, hogy a Medve-tó vizének hőmérséke a nagy mélységben a jövőben is arányosan fog emelkedni és így téli legnagyobb hőmérséklete is, feltéve természetesen, hogy a tó természeti viszonyai a mostaniakhoz hasonlóak vagy ugyanazok maradnak.

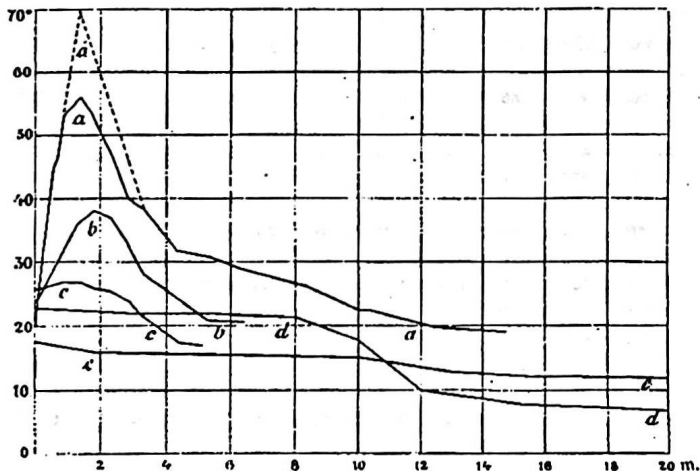
A mi a sóterület és a sós tavak jövőjét illeti, ezekre vonatkozólag a következő nézetem van:

A Medve-tavon és környékén a közel jövőben, néhány emberöltőn át, a valószínűség szerint, nagyobb változás történni nem fog; de nagyobb geológiai időszakban bizonyára nagyobb változások lesznek, még akkor

is, ha minden körülmény olyan marad, mint mai nap, s ha a bányászás és gyáripár a sőt fel nem dolgozza, továbbá ha földrengés vagy más-nemű katasztrófa nem éri.

A víznek és a csapadékoknak romboló hatása egyedül is elegendő, hogy a kősóterületen nagy változást idézzon elő, sőt, hogy a kősó teljesen el is tűnjék. Az emberi beavatkozás azonban esetleg gyorsíthatja a meleg tavakon beálló nagyobb változásokat.

Igy, ha a két kis hegyi patak vizét úgy vezetnők el, hogy a sós tavon többé keresztül ne folyjon, tehát a tó felszínén édes, vagy hígítottan



4. ábra. Hőmérsékletek összehasonlítása különböző tavakon, *aa* a Medve-tó vizének hőfoka 1901. július 25-én; *a'* ugyanazé 1898. szeptember 23-án; *bb* a Magyarósi-tó hőfoka 1901. július 18-án; *cc* a Fekete-tó hőfoka 1901. július 25-én; *dd* a Wörthi-tó hőfoka 1890. augusztus 15-én; *ee* a Trauti hőfoka 1901. július 14-én. (Ez utóbbi kettő Richter mérése szerint.)

sós víz ne legyen, a Medve-tónak mostan párját ritkító nevezetessége, forró s meleg vize, lassanként teljesen eltűnnék és a sós tó hideg lenne; a Nap a tavat csak olyan mértékben melegítené fel, mint bármely más tavat.

Az utóbbi időben az édes víznek egy részét a fürdőházhoz vezették el, nem lehetetlen tehát, hogy a Medve-tónak eddigi természeti viszonyai, különösen pedig a hőmérséklete némileg már is megváltozott. Tanácsosabb volna ezért a fürdőház és az újonnan épített lakóházak szükségletére szolgáló édes vizet a nem nagy távolságban levő Sebes-patakból venni,

Pótfűzetek a Természettudom. Közlegetés. 1904.

a melynek erejét egyúttal elektromos világításra és munkára is fel lehetne használni.

A tó hőmérsékletében változást okozhat az is, ha az édesvízréteg vastagságát nagyobb fokban emelnők; ezért a Medve-tó kifolyásánál újabban épült zsilipes gát használatára nagy gondot kellene fordítani. Általában a tavon és a környékén állandóan szakszerű megfigyeléseket és méréseket kellene tétetni és az adatokat összegyűjteni.

Tudjuk, hogy a patak vize, a mint a tavon áthalad, mintegy 2% sót old fel, a melyet azután magával visz. Ez a sómennyiség a tóra nézve elveszett, és, ha a kősó oldásával teljesen nem pótoltatik, a mi valószínűleg nem történik, a következménye az lesz, hogy a tömény sóoldat a tóban lassanként kevesbedni fog, a tömény oldat rétegvonalá alábbszáll, ennek megfelelőleg az édes-, illetőleg a hígított sós vízréteg vastagabbá válik és igen hosszú idő után a tó hőmérséklete is kisebb lehet. Ha a tó vizét mesterséges úton felzavarjuk, a felső rétegben több só lesz, a mely lefolyása után nagyobb mértékben apaszthatja a tó sós vizét és így hőmérsékletét is. Ezért legalább a Medve-tavon tanácsos volna az egész tóban való úszást és kiváltképen a csónakázást teljesen megúltani (5. ábra).

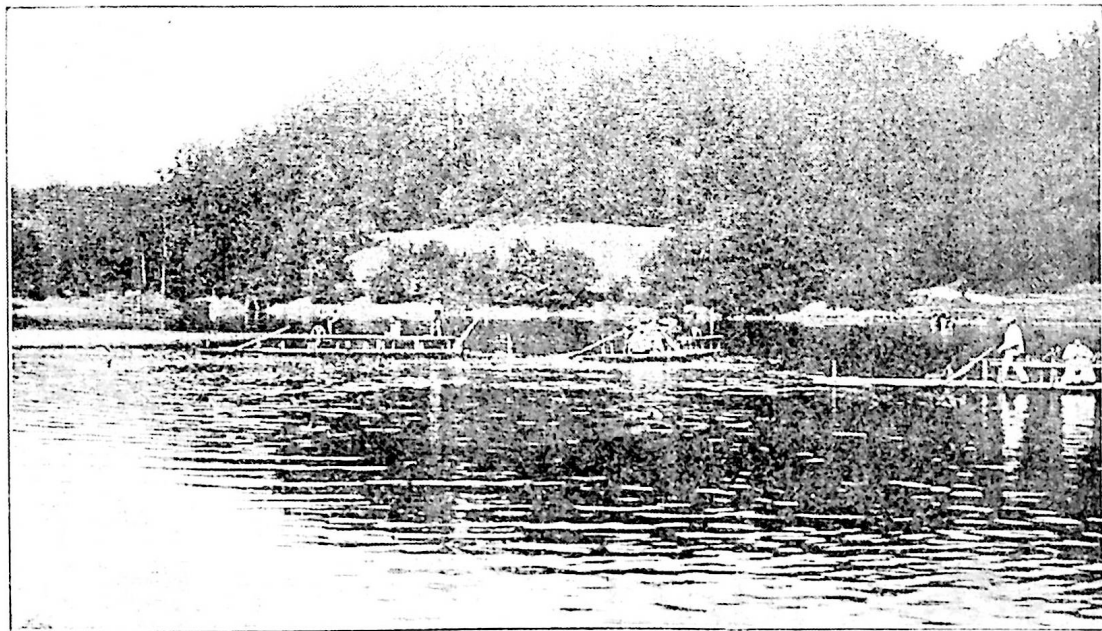
Az utóbbi időben a Magyarósi-tavon is olyan változás történt, mely mint sós és meleg tóra nézve végzetessé válhatik. Ugyanis 1902-től a Medve-tónak zsilippel szabályozható vize csatornán át zuhanyszerűen esik a tó túlsó felére. Mivel a zuhogó víztől a tömény sós víz is felkavarodik, ezért az átfolyó patak sokkal több sót visz el, mint előbbeni állapotában, az alsó tömény sós víz rétege is mélyebb szint foglal el s ezzel együtt a tó melegsége is gyorsabban alábbszáll.

A Medve-tavat emberi beavatkozás nélkül is érheti veszedelem.

A Medve-tavat a nagy Sóhegy — Sónát — zárja el. E sóhegyen több helyen süppedést, sót szabadon álló sósziklákat is látunk, a melyek környékén a csapadék vize eltűnik; itt tehát a mélységben nagyobb üregeknek kell lenniök, a honnét az összegyűlemlő sós víz alkalmas helyen forrás alakjában napfényre kerül.

Mondják, hogy mielőtt a Medve-tó keletkezett, a Sóhegy tulsó felén nagyobb sós forrás volt, a mely azóta eltűnt. Ez is arra a következtetésre vezet, hogy a Medve-tó mögött lévő Sóhegyben kisebb-nagyobb üregek és csatornák vannak, melyek most a tóval nem állnak kapcsolatban.

A védekezést úgy gondolnám elérni, hogy a mostani kifolyás helyétől kezdve a Sóhegy aljában, majdnem az új fürdő területéig, időnként agyagos földdel takarnók be a víz alatt szabadon álló sótómeget; ezzel a só oldását e részen megakadályoznók és így a nagy vízszlop nyomásának is tartósabb ellenállás jutna. Tanácsos volna a Sóhegyen lévő



5. ábra. Tutajozás a Medve-tavon.

mélyedéseket is betömetni és az esővíz lefolyásának olyan irányt adni, hogy a Sóhegy belsejébe ne igen juthasson és újabb süppedések ne keletkezhessenek.

Valószínű, hogy a Nap melegének felhalmozódása — hasonló viszonyok között — a konyhasóoldaton kívül más oldatokban és folyadékokban is lehetséges. 1902. év nyarán a korondi sós vízre is kiterjesztettem kísérleteimet.

A korondi sós források a szovátaitól teljesen elütő snjtságúak: vizök nem olyan tömény, konyhasótartalmuk pedig 9—19% között ingadozik. A korondi sós forrás a konyhasón kívül nagyobb mennyiségű szén-savas sókat, különösen pedig szénsavas meszet, nagymennyiségű szabad széndioxidot és kéntartalmú gázokat is tartalmaz. A szénsavas mész a források közelében arragonit-halmokat alkot, nyitott csatornáknak elvezetve a csatornát üledékkal vonja be.

E különös chemiai sajátságú sós víz bizonyára nagy gyógyító erejű is. Ehhez hasonló sós vizet nem ismerek.

A midőn e sós vizet földbe ásott fakádakban összegyűjtöttem és felszínre óvatosan édes vizet öntöttem, nap sütéskor alsóbb rétegekben már néhány óra múlva 3—4° C.-sal jobban melegedett fel, mint a felszínen vagy a másik kádban lévő tiszta víz.

Hasonló kísérletet végeztem a nagyobb terjedelmű korondi hideg sósfürdőben is. Ha ennek a felszínre édes vizet vezettem, a felszín alatt levő sós rétegben ez is rövid idő alatt 2—3° C.-sal melegedett fel, pedig az időjárás kedvező nem volt és a Nap a környező faépülettől csak részben süthetett a víz tükreire. Nyilvánvaló tehát, hogy a korondi sósvíz is úgy melegedett fel, miként a szovátai.

Hogy másféle sóoldatok is felhalmozzák-e a Nap melegét, erre vonatkozólag a következő összehasonlító kísérleteket végeztem.*

Fahordókat mintegy 200 liter tartalommal a Földtani Intézet kertjében, Nap sütötte helyen, a földbe ásattam. Az I. számúban az összehasonlítás kedvéért csupán tiszta vízvezetéki víz volt, a II. ban tömény keserűsó oldat ($MgSO_4$), a III. számú hordóban glaubersó-oldat (Na_2SO_4), a IV.-ben szalmiák-oldat (H_4NIC) és az V. számúban szóda-oldat (Na_2CO_3) volt. A II., III., IV. és V. számú hordókban a sóoldatok felszínre óvatosan körülbelül 10 cm vastag rétegben vezetéki vizet öntöttem és az elpárolgó vizet időnként pótoltam. A Nap sütötte folyadék hőmérsékletét

* Kalecsinszky S., A Nap melegének akkumulációja különféle folyadékokban. *Mathem. és Természettud. Értesítő*, XXII. kötet, 1904.

A keserűső, a glauberső, a szalmiak és a szóda töményebb oldatai ellenben, ha a felszínen édesvízréteg van, a Naptól olyan módon megszűnnek fel, hogy a legmagasabb hőmérséklet nem a felszínen, hanem mélyebben fekszik.

E kísérletekkel egyidejűleg olyan megfigyeléseket is tettem, hogy sóoldatok helyett közönséges vizet vettem és erre olajt öntöttem.

A VI. számú hordóba tiszta vizet és reá körülbelül két ujjnyi vastag réteg petróleumot, a VII. számú hordóba vizet és reá ugyancsak körülbelül két ujjnyi faolajat öntöttem.

Miként a táblázat adataiból kitűnik, napsütés után a víz mindkét hordóban nagyobb mértékben melegedett fel, mint az előbbeni esetekben. A sóoldatokban, a rossz időjárás ellenére, sok esetben 5° C.-nyi volt a fölmelegedés a mélyebb rétegben, az olajtakaróval ellátott víz pedig 10—20° C.-sal melegedett fel.

Az olajjal való kísérletekben a fölmelegedés közvetlen az olajréteg határán volt a legnagyobb, s ez azután csakhamar az olajréteget is fölmelegítette. E fölmelegedés volt az oka, hogy a vizen levő, eléggé tiszta petróleum néhány nap alatt elpárolgott. A petróleum elpárolgása akkor volt kisebb, ha benne paraffint oldottam fel, vagy ha nyers petróleumot használtam.

Hasonló kísérletet ugyanilyen eredménnyel 1902-ben Korondon is végeztem petróleummal.

Látjuk ezekből, hogy a Nap melegt nemcsak a szovátai, a korondi sós vizek és a különféle sóoldatok halmozhatják fel bizonyos föltételek között, hanem a közönséges víz is nagy mértékben fölmelegedhetik, ha olajat öntünk reá.

Ezt tudva, ha valamely kisebb édes vizű tóra olajat öntenénk, a Naptól ez is fölmelegednék. E hirtelen való fölmelegedésnek azonban az lenne a következménye, hogy a vízben élő állatok és növények lassanként elpusztulnának, nemcsak a nagy melegtől, hanem azért is, mert a levegőtől elzártuk őket; már pedig tudjuk, hogy a halak elpusztulnak olyan vízben, melynek literében 0,5 cm³-nél kevesebb az oxigén mennyisége.

Említettem már, hogy ilyen különös természetű meleg tavakat nem ismertek, jobban mondva létezésük senkinek sem tűnt fel. Idéztem értekezésemben is említém, hogy »ilyenféle természetű időleges fölmelegedéseket az erdélyi hideg tavakon is bizonyára meg lehet figyelni«. Egy másik helyen azt mondok: »Igen nagy felületű és tömény sós tavakon és sós tengereken, minő például a Holt-tenger, ha beléjük édes vizű patak, vagy folyó ömlik, szintén található a felszín alatt bizonyos mélységben melegebb réteget, de valószínűleg nem egész terjedelmükben, mert a szelek és viharok az édes

vizet a gyorsan elpárologtatják, a hullámozás pedig az alsó sós vízzel összekavarja, miáltal a fajsúlykülönbségek nagyjában eltűnnek és ezzel a fölmelegedés lehetősége is. Midőn a Holt-tenger csendes, a Nap, nagyobb esőzés után, rövidebb ideig tartó fölmelegedést szintén előidézhet. A tenger, az óceán, ahol a víz nem olyan sűrű, mint a mi sós tavaink, a folyók beömléséhez közel szintén adhat a mélyebben fekvő rétegben hőmérsékleti emelkedést, a mely valószínűleg nagyfokú nem lehet.*

És valóban, a midőn Szovátára vonatkozó dolgozatomat a külföld is megismerte, több tudós levélben értesített, hogy hasonló természetű tavak másutt is vannak:

Dr. L. Mrazec, bukaresti tanár, írja:

»Nálunk az úgynevezett sós tavakban hasonló tüneményt figyeltek meg, a melyek valószínűleg szintén a Naptól melegednek fel, de nem olyan nagy mértékben, mint az erdélyi tavak.«

Dr. A. G. Högbom Upsalából írja: »Bizonyára érdekelni fogja, hogy Norvégia nyugoti partjain — Bergen környékén — a tengerparton meleg lagunatavak vannak, a melyek valószínűleg hasonló módon kapják hőmérsékleti anomáliájukat. Ezek erősen sós tengervízből állanak, vékony, kevésbé sós vízréteggel befödve. Hőmérsékletük a mélységben az adatok szerint 30° C.-on felül emelkedik, a felszínen levő víz pedig sokkal alacsonyabb hőfokú. Tudomásom szerint ezek még nincsenek részletesen tanulmányozva. E tavakat osztrigatenyésztésre használják, s mint hallom, jó eredménnyel.«

E lagunatavakra vonatkozó részletesebb adatok birtokába Dr. Appelf, a bergeni múzeum konservátora útján jutottam.

A küldött ismertetésekből* megtudjuk, hogy Bergen városától mintegy négyórás gyors hajózás után Tynäs szigetére jutunk. Espeviknél a nagy sziget délkeleti részén természetes, majdnem tojásalakú medence van, mely délnyugatról északkelet felé terül, 300 m hosszú, 170 m széles és 5 m mély; a környéke erdős hegyekkel van körülveve.

E tavat egy társaság osztrigatenyésztésre rendezte be és 45 m hosszú csatornával a fjorddal és a tengerrel kötötte össze.

E kis tó sajátosságos látványt nyújt, a mennyiben a felszínen 160 darab feketére kátrányozott hordó úszik egymás mellett, megfelelő távolságban. E hordók tartják a partok között kifeszített cinkezett vasdrótokat, a melyeken nyirfa-rözszenyalábokból álló, mintegy 3000 úgynevezett kollektor függ; ezeken tenyésznek az osztrigák. A fiatal osztrigákat 1—2

* The Oyster ponds on the West Coast of Norway. By Hermann Fride. Internat. Fischerei-Kongresse in Bergen 1898. — Temperaturen i Osterstjernene af Amund Helland. Norsk Fiskeritidende 1889.

éves korukban leszedük és a Stavanger mellett fekvő osztrigaparkba küldik, a hol annyira megnönek, hogy a kereskedésnek átadhatók.

A környező hegyekről az esővíz kis patakban a tóba folyik. A tenger-víz a szabályozható csatorna létesítése előtt csupán vihar alkalmával jutott ide és elpárologása után a víz sótartalma nagyobboldott.

Az Espevik taván Hellaud tanár a következőket mérte 1888. június 30-án:

	° C.	sótartalom
A felszínen	22.3	2.451 ‰
0.5 m mélységben	22.7	2.453 ‰
1.0 „	23.0	2.515 ‰
1.5 „	27.0	2.726 ‰
2.0 „	27.1	2.783 ‰
2.5 „	26.8	3.073 ‰
3.0 „	25.3	3.081 ‰
3.5 „	25.2	3.073 ‰
4.0 „	23.7	3.024 ‰
4.5 „	23.2	3.110 ‰
5.0 „	22.6	3.109 ‰

Espeviktól mintegy 5 km-nyire, Selö kis szigetén is van egy hasonló nagyságú és hasonló hőmérsékletű osztrigás medence. Az édes víz hozzáfolyása kisebb az előbbinél, de azért hőmérséklete magasabb.

A Selö taván Hellaud tanár szerint volt 1888. július 1-én:

mélység	° C.	sótartalom
0.0 m	20.5	1.81 ‰
0.5 „	20.0	1.91 ‰
1.0 „	26.5	2.62 ‰
1.5 „	27.5	2.73 ‰
2.0 „	20.0	2.80 ‰
2.5 „	27.3	2.82 ‰
3.0 „	26.2	2.76 ‰
3.5 „	25.2	2.62 ‰
4.0 „	24.1	2.53 ‰

Egersund mellett, Norvégia déli részében, van még egy harmadik ilyen meleg medence, az Ostravik-tó. A tó mélysége 12 m. Felületén csekély a sótartalom, 1—1.5 m-en azonban olyan mint a tengervíz.

A tavak hőmérsékletére a meteorológiai viszonyok nagy hatással vannak, úgy hogy némely évben a maximum májusra, máskor pedig augusztusra vagy szeptemberre esik.

1885. augusztus havában történt, hogy az Ostravik-tóban a hőmérséklet 34.5° C. volt, midőn az osztrigák kivestek és ekkor a meleg tavat a tengerrel szabályozható csatornával kötötték össze.

A norvég sós tavak fölmelegedésének kimagyarázására Basch tanár az iszap és a szerves anyagok bomlására és erjedésére gondolt.

Ujabb időben Van t'Hoff és Meyerhoffer nagy szabású tanulmányaikban kimutatták, hogy azon sóknak a legtöbbje, a melyek a tengervíznek egyszerű és gyorsabb elpárolgásakor nem keletkeznek, mesterséges úton 25° C-on előállítható, sőt a polyhalit is könnyen keletkezik. Más sók azonban csak magasabb hőfokon keletkeznek így: a *langbeinit* 37° C-on felül, a *löweit* 43° C-on, a *schönit* 47-5° C-nál, a *reichardtit* 47° C-on és az úgynevezett *hartsalz* 72° C-on.

Látjuk tehát, hogy a különféle sók alacsonyabb vagy magasabb hőmérsékleten keletkeznek; előbb pedig kimutattuk, hogy a Nap a régi sós tavakat is alacsonyabb vagy magasabb hőmérsékletre melegíthette: meg volt tehát minden feltétel, a mely e sók képződésére szükséges.

Ezt olyanképpen is kifejezhetjük, hogy például a stassfurti sótelepekben, a hol a legkülönfélébb sók sorakoznak egymás fölé, az egyes helyeken, a geológiai multban, olyan hőmérsékletnek kellett uralkodni, a milyen az illető só képződésének megállapított melege. Például a hol a *löweit*-et találjuk, ott a régi korban képződésekor 43° C. volt az uralkodó hőmérséklet, a hol pedig az úgynevezett »*hartsalz*« van, ottan 70° C-nál melegebb volt a folyadék. Azon sókat tehát, a melyek a sótelepekben előfordulnak és a melyek képződésére szükséges hőfokot ismerjük, *geológiai hőmérő*-nek tekinthetjük.

E szerint az ismert sónemek, melyek a geológiai korszakból reánk maradtak, e régi korszak hőmérsékletére nézve olyan bizonyítékot adnak, minőt a kőzetekben talált kővületek a geológiai kor megállapítására szolgáltatnak.

Tudjuk, hogy a sós tavakban a hőmérséklet időszakonként változik, ismerjük továbbá az egyes sóknak, vegyületeknek oldhatósági viszony-számát a különféle hőmérsékleten: ebből azt is megmondhatjuk, hogy minő sók mely időszakban válnak ki.

A sótelepekben, például a stassfurtiban tapasztaljuk, hogy az alsó régióban vékonyabb anhydrit-, a felsőbb régióban polyhalit-rétegek váltakoznak a sótömegben. Ezeknek az egymás fölött sokszor ismétlődő rétegeknek olyan a külsejük, mint a fán az évgyűrűké, és a bányászok csakugyan évgyűrűnek is nevezik őket.

A felsoroltak után már tisztábban láthatjuk, hogy ez évgyűrűk hogyan és mely időben keletkezettek. A magyarázatot magam is ilyenformán kerestem és adtam meg, de az alakot először van t'Hoff szolgáltatta 1902. május 28-án hozzám intézett levelében. Levelének ide vonatkozó részét, szíves beleegyezésével, ime, itt közlöm:

»Igen hajlandó vagyok azon föltevésre, hogy ez (t. i. az évgyűrűk képződése) a hőmérséklet hatásától függő oldhatóság emelkedésével és csökkenésével van kapcsolatban.«

»Vegyük például az anhydritet és a chlórnátriumot és gondoljunk a hőmérsékletnek váltakozó süllyedése és emelkedése alatt a besűrűsödésre. Az anhydrit oldhatósága az emelkedő hőmérséklettel lényegesen csökken, a chlórnátriumé pedig valamivel emelkedik. A hőmérséklet emelkedésekor, tehát nyáron, anhydrit válik ki, télen pedig megszűnik és csakis konyhasó válik ki. Oldhatóság tekintetében ugyan ezt az ellentétes viselkedést tapasztaljuk más évyűrűképződésen is, például a langbeiniton, a polyhaliton, a kieseriten: a hőmérsékletemelkedéssel az oldhatósága mindannyinak csökken.«

Közleményem rövid foglalata a következő: a szovátai meleg tavak melegsége nem thermális eredetű, nem is chemiai folyamatnak a következménye, hanem a fölmelegedésnek egyedüli forrása a Nap sugárzó melege.

A természetes, valamint a mesterségesen készült sós tó csak akkor melegedik fel, ha felszínén édes, vagy híg sós vízréteg van.

Mivel e sós tavak a Nap melegét összegyűjtik és jó ideig magukban megtartják, hőakkumulátoroknak mondhatjuk őket.

A jelenséget gyakorlatilag is értékesíthetjük. A Nap melegének ilyenén felhalmozódása nemcsak a szovátai sós víznek a sajátja, hanem ugyanilyen módon melegedik fel az egészen más természetű korondi sós viz is, valamint a keserűsónak, a glaubersónak, a szalmiáknak és a szódának töményebb oldata, ha felszínén vékony édesvízréteg van; sőt a közönséges viz is jelentékeny módon fölmelegszik, ha felszínén olaj úszik.

A fölmelegedés tüneménye az oldatoknak és a folyadékoknak nem chemiai, hanem fizikai tulajdonságaiban és elrendezésében rejlik.

Végül a Naptól fölmelegedő sós tavak nemcsak Szovátán, hanem több helyen is vannak, bár melegségük meg sem közelíti a Medvetóét. Ilyenféle meleg tavak a geológiai multban is voltak.

A tavakban jelenkező s időnként változó melegmennyiség és az egyes sók oldhatósági viszonyai, geológiai tényezőként járultak hozzá a mai napig meglevő sótelepek keletkezéséhez.

KALECSINSZKY SÁNDOR.