

## ADATOK A BALATON FÉNYKLIMÁJÁNAK ISMERETÉHEZ II. (FÉNYVISZONYOK A HÓBORÍTOTTA BEFAGYOTT BALATON-VÍZBEN)

ENTZ BÉLA és E. FILLINGER MARGIT

Érkezett: 1962. április 10.

Az 1960—61. években a Balatonon számos fénytani vizsgálatot végeztünk, melyek eredményeit részben már közöltük (ENTZ—FILLINGER 1961).

Most azokról a vizsgálatokról kívánunk beszámolni, melyeket télen végeztünk az alatt az idő alatt, amíg a befagyott Balaton jegét 8—10 cm-es egyenletes hóréteg borította.

Célunk annak megállapítása volt, hogy a jégre hullott hó milyen mértékben csökkenti a fény behatolását, továbbá annak megismerése, hogy a hó-takaró kisebb-nagyobb területről való eltávolítása révén a lehatoló fény mennyisége miként változik.

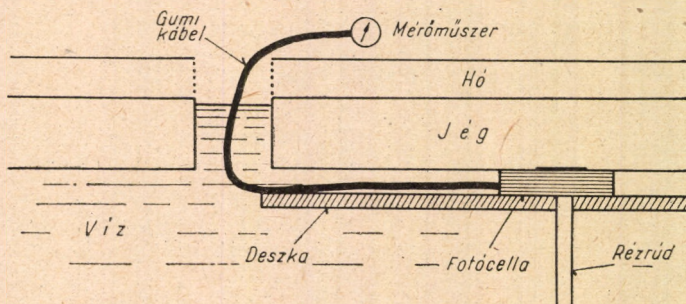
A vizsgálatokat 1961. január 26. és február 1. között végeztük. Ez az időpont azért bizonyult alkalmasnak, mert ezalatt egyenletes, hideg napos és szélcsendes idő uralkodott, így a hóréteg egyenletes vastagságú maradt (8—10 cm). Ezen kívül a már hosszabb ideje jégborította tóban a jég alatt teljesen letisztult a Balaton vize. (SECCHI koronggal mért átlátszóság 200—250 cm volt, ugyanakkor a víz transzmissziós koefficiense 70—75 volt, melyet stufenfotométerrel állapítottunk meg ULLYOTT és KNIGHT 1938, FELFÖLDY és KALKÓ 1958, valamint ENTZ és FILLINGER 1961 módszerei segítségével.) Az egyenletes hideg hőmérséklet következtében áramlás sem zavarta fel a vizet.

Munkánk során a fényt először egészen kis, szűzhóba vágott léken keresztül vizsgáltuk. Azután a jégen 2, 6, 10, 16 m átmérőjű ( $\varnothing$ ) köröket jelöltünk ki, melyek területéről eltávolítottuk a havat. Az így nyert jégfelületeket vízzel leöntöttük. Ezzel sikerült a maradék havat megolvasztani és így csaknem maradéktalanul eltávolítani. Méréseinket e körök középpontjában a jég alatt végeztük. Ezen kívül egymással párhuzamos, egymástól különböző távolságra levő pászták mentén távolítottuk el a havat. Az eltávolítás hólapáttal történt. Az így hótól mentesített pászták („fénypászták”) szélessége 50 cm volt. A méréseket mindig napsütéses időben a déli órákban (11—13 óra között) végeztük. A pásztákat részben a Nap felé haladva (É—D-i irányban), részben erre merőlegesen (K—Ny-i irányban) készítettük. A pászták közötti hósávok szélességét 25, 50, 100, illetőleg 200 cm között változtattuk, ami által mesterségesen 33, 50, 66, illetőleg 80%-os hóborítottságot állítottunk elő. A sávok hosszúsága 8 m volt. A kapott „kísérleti parcellák” szélességét szintén 8 m-re méreteztük. A □-alakú területeken a sávok száma azok szélessége szerint változott. A vizsgálatokat a nyílt jégen 3 m-nél mélyebb vízterület felett



végeztük olyan helyeken, ahol a hó egyenetlenségét a jégben keletkezett repedések, illetőleg az ezekből felszivárgott víz nem zavarták (1. és 2. kép).

Egyszerű módszert dolgoztunk ki a fény mérésére, szűz hóval borított, lékmentes területeken. Ebből a célból deszkát csúsztattunk a jég alá. A deszka lapján középen rögzítettük a mérésre használt fotocellát fényérző felületével felfelé. A rögzítés úgy történt, hogy a használt mérőműszer rézrúdját a deszkán vágott kis kerek nyílásba süllyesztettük. A rúd saját súlyánál fogva merőlegesen lefelé állt és így vízszintes helyzetben tartotta a fotocellát, melyet ugyanakkor a deszka odaszorított a jég alsó sima felületéhez (1. ábra).



1. ábra. Fotocellás berendezés a jégalatti fény tanulmányozására, közvetlenül sértetlen jégfelület és intakt hóborította jégfelület alatt.

Abb. 1. Einrichtung mit Fotozelle zur Untersuchung der Lichtmenge unter der Eisdecke unmittelbar unter unverletztem mit intaktem Schnee bedecktem Eis

Jég = Eis; Hó = Schnee; Mérőműszer = Messapparat; Víz = Wasser; Deszka = Holzbrett; rézrúd = Kupferstange

E módszerrel sikerült teljesen intakt hóréteg alatti fényviszonyokat is megismerni.

Maguk a mérések részben fotocellával, részben a PULFRICH-féle Stufenfotométerrel történtek. E módszereket tavalyi munkánkban részletesen ismertettük (ENTZ-FILLINGER 1961; vö. FELFÖLDY-KALKÓ 1958, HUTCHINSON 1957, LUDÁNY és PÁTER 1929, SAUBERER 1962, ULLYOTT és KNIGHT 1938, WHITNEY 1938).

### A mérések eredményei

A havas jég alá lehatoló fény mennyisége sértetlen hótakaró esetén már igen vékony hóréteg mellett is (5–15 cm) igen csekély. Ugyanakkor hómentes kb. 20 cm vastag acélos jégpáncél alatt fénycsökkenés a levegőn mért értékekkel szemben egyáltalában nem, vagy csak alig volt kimutatható. A vizsgálatok idején jelenlevő 8–12 cm-es hóréteg közvetlenül a jég alatt átlagban kb. 7,4%-ra ( $d^{\circ}$ ) csökkentette a fény mennyiségét. Néhány kísérletsorozat során a jég felszínéről közvetlenül a fotocella felett különböző átmérőjű kerek nyílások mentén távolítottuk el a havat. Ezek azt mutatták, hogy a hó eltávolításával — azok  $\emptyset$ -jével arányosan — rohamosan növekszik a lehatoló fény mennyisége, mely már kb. 30–40 cm-es  $\emptyset$ -jú fénynyílás esetén (20 cm-es jégvastagság mellett) megközelíti a teljesen hómentes jégen mérhető értékeket.



Táblázat

nyílás $\varnothing$ -je cm .....	0	4	6	10	16	30	$\infty$
fény (relatív érték) .....	10	20	33	50	72	112	135
fény a hófelszínre							
eső fény %-ában (d%) .....	7,4	14,8	24,4	37,0	53,0	83,0	100

Hasonló eredményre jutottunk a mélyebb vízrétegekben is (2. ábra), mely méréseket a fentebb említett 2, 6, 10, illetőleg 16 m  $\varnothing$ -jú körök középpontjában végeztük, melyek területéről a havat már előző napon eltávolítottuk. A méréseket közel azonos külső fényviszonyok mellett 1961. január 28-án 11 és 12 óra között végeztük. A legnagyobb  $\varnothing$ -jú kör (E  $\varnothing = 16$  m) közepén mértük természetesen a legtöbb fényt. A kapott adatok 2 m mélységig telje-

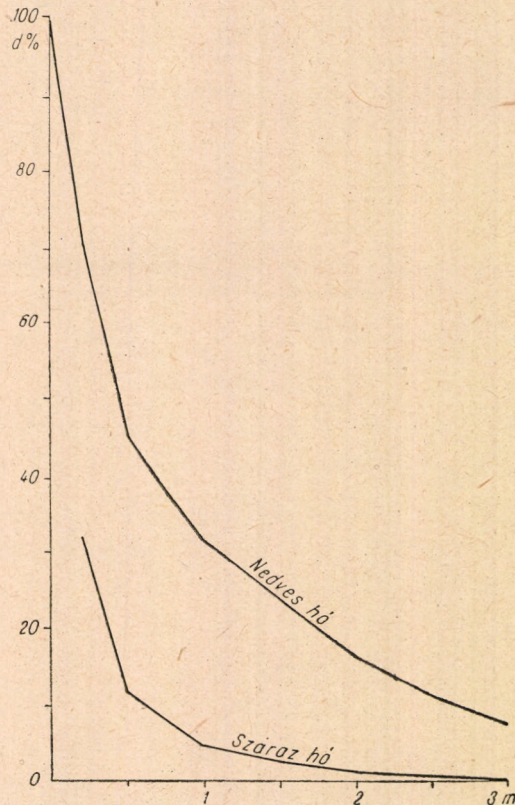


2. ábra. A fény megoszlása különböző vízmélységekben a jégfelületre eső fény %-ában (= d%) kifejezve. A jégről különböző átmérőjű körök ( $\varnothing$ ) területéről történt a hó eltávolítása. A letisztított körök középpontjában a fotocella méretének megfelelő léket vágtunk, majd ezen át történt a műszer lebecsátása a jég alá.  $A_1$ — $A_5$   $\varnothing = 0,15$  m; B :  $\varnothing = 2$  m; C :  $\varnothing = 6$  m; D :  $\varnothing = 10$  m; E :  $\varnothing = 16$  m.

Abb. 2. Verteilung der Lichtmenge in verschiedenen Wassertiefen in Prozenten des auf die Eisoberfläche fallenden Lichtes (d %). Der Schnee wurde von verschiedengrossen kreisförmig ausgebildeten Eisflächen entfernt. Im Zentrum der Kreisen wurden im Eis der Fotozelle entsprechende Öffnungen gemacht um das Instrument unter Wasser zu tauchen.  $A_1$ — $A_5$  :  $\varnothing = 0,15$  m; B :  $\varnothing = 2$  m; C :  $\varnothing = 6$  m; D :  $\varnothing = 10$  m; E :  $\varnothing = 16$  m



sen azonosak voltak a 10 m  $\varnothing$ -jú kör (D) középpontjában mért értékekkel. Ennél nagyobb mélységben azonban E értékei kissé meghaladták D értékeit. A 6 m  $\varnothing$ -jú kör (C) fényviszonyai kb. 1,5 m-es vízmélységig megegyeztek a D és E körök értékeivel. Ennél nagyobb mélységben azonban már észrevehető csökkenés mutatkozott. A 2 m  $\varnothing$ -jú körben (D) csak 1 m mélységig egyeztek



3. ábra. A fény megoszlása a jég alatt (d%-ban kifejezve) nedves és száraz hótakaró alatt. A mérések 0,15 m-es léken keresztül történtek (Vö. 2. ábra  $A_1$ – $A_5$ ).

Abb. 3. Die Verteilung der Lichtmenge unter dem Eis (in d % gegeben) für trockene und durchnäßte Schneedecke. Die Messungen wurden durch einer 0,15 m großen Öffnung unternommen (Vgl. Abb. 2  $A_1$ – $A_5$ ).

meg az adatok az előzőkkel, ennél nagyobb mélységben már rohamos fénycsökkenés volt észlelhető. Egészen kis léceken keresztül — melyek körül a hótakaró lehetőleg sértetlen volt ( $A_1$ – $A_6$ ) — végzett mérések már 20 cm-es mélységben is igen alacsony fényértékeket adtak és a fény mennyisége már 1 m mélységben alig 10–14%-a, 3 m mélységben pedig alig 0,2–1,5%-a volt a felszíni fénynek.

Ez arra utal, hogy kb. 1 m mélységig a vizsgálati hely fölötti 1 m sugarú körön belüli fényviszonyok (hó és jégátlátszóság) játszanak döntő szerepet. Tehát, ha 1 m-nél kisebb mélységben vizsgáljuk a fényt, tiszta átlátszó vízben,



növekedést csak addig kapunk, amíg a havat 1 m-es sugarú körben távolítjuk el a vizsgálati hely felett. További hóeltakarítással az adott helyen és mélységben fénynövekedés már nem következik be. 2 m-es vízmélységben a maximális fényt akkor érjük el, ha a hótakarót mintegy 3 m-es sugarú kör területéről távolítjuk el. 3 m mélységben viszont kb. 5 m-es sugarú körnek van hatása az uralkodó fényviszonyok kialakítására. Megfigyeltük, hogy ha a fényviszonyokat hótól megtisztított nagyobb jégterületek közelében kis nyíláson át friss havas jég alatt vizsgáljuk, a fény hatása (vagyis a hómentes területen lehatoló fény hatása) e területtől sem 20, sem 10, de még 6 m-es távolságban sem észlelhető, sőt 2 m-es távolságban is jelentéktelen.

Méréseket végeztünk a 10 m átmérőjű D kör középpontjában, továbbá a kör Nap-felőli (déli) és a Nappal ellentétes irányú (északi) szélé mellett. E helyeken kb. 1–1,5 m-es mélységig a 3 mérési hely között különbség nem mutatkozott. Ennél mélyebben azonban a kör középpontjában volt mérhető a legtöbb fény, a déli perem közelében pedig a legkevesebb, míg az északi peremnél közepes értékeket kaptunk. E különbségek a Nap állásából, illetőleg a körülvevő hófelület árnyékoló hatásából önként következnek.

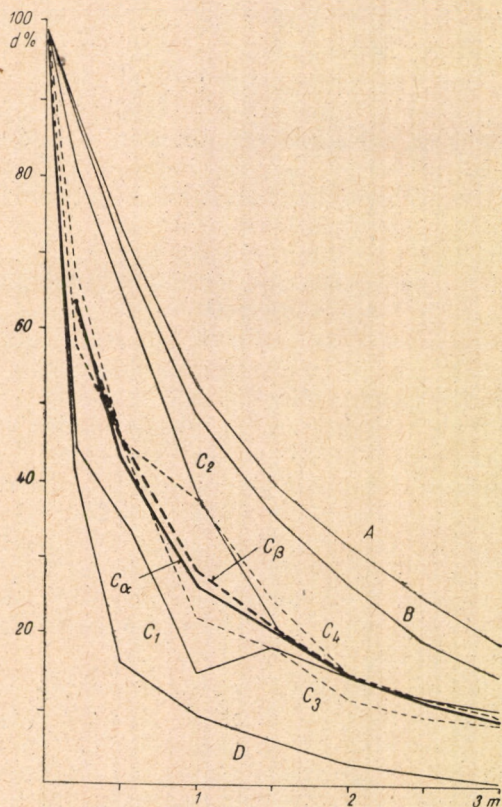
Ha a friss havat kis folton távolítottuk el, az acélos jég színe napsütésben is csaknem fekete volt. 2 m  $\varnothing$ -jú körben a jég színe már szürkésnek, 6 m  $\varnothing$ -jú körben sötétzöldnek, 10 m vagy ennél nagyobb  $\varnothing$ -jú körben pedig ugyancsak napsütésben világoszöldnek tűnik.

Jelentős különbséget okozott a fényviszonyok jég alatti alakulásában, hogy a hóval borított területen a hó „száraz” volt-e, vagy pedig átnedvesedett a repedéseken felszivárgó víztől. Ezt jól érzékelteti a 3. ábra, melyből kitűnik, hogy azonos jég-, hó- és fényviszonyok mellett száraz hó alatt 1 m mélységben a beeső fénynek alig 5%-a volt jelen, míg uo., vízzel átitatott hó alatt — egyébként azonos körülmények között — 25%-os fényt (d%) mértünk a beeső fényhez viszonyítva. 3 m mélységben jóval 1% alatt maradt a fény mennyisége száraz hó alatt, míg uo. víztől átitatott hó alatt a fény mennyisége a 7,5%-ot is meghaladta.

Igen érdekesnek bizonyultak a fénypásztás kísérletek (4. ábra). A január 30-i sorozat alkalmával összehasonlítottuk a hótól teljesen megtisztított jég (4. ábra) fényviszonyait oly jéggel, ahonnan sávokban a hó  $\frac{2}{3}$ -ad részét eltávolítottuk (B), továbbá ahonnan a hó eltakarítása  $\frac{1}{3}$ -ad részben történt meg (C). Így kapott értékeinket összehasonlítottuk érintetlen havas jégen kapott adatainkkal (D). A fény mennyisége természetesen a hóeltakarítás mértékével arányosan változott. Méréseket végeztünk a Napra merőleges és a Nappal párhuzamos pásztákban. Mindkét területen párhuzamos méréseket végeztünk, a hófedte pászták közepén és a letisztított pászták közepén vágott léken keresztül. Kisebb vízmélységben lényeges eltérés mutatkozott — különösen a Napra merőleges pásztákban (4. ábra C<sub>1</sub>) — aszerint, hogy a méréseket a hópászták vagy a fénypászták közepén végeztük-e. Az első esetben, amikor tehát É–D-i irányú havaspászták közepén végeztük a mérést, mintegy 50 cm vízmélységig rohamos fénycsökkenés következett be (vö. 4. ábra C<sub>1</sub>), melyet lefelé — a hópászták szélességétől függően lassúbb fénycsökkenés vagy éppen fényemelkedés követett. Csak 1,5–2 m után következett be ismét határozott, bár lassúbb mértékű fénycsökkenés. Ehhez hasonló jelenséget valamennyi hasonló mérés esetén megfigyeltünk (5. ábra). Ha a mérést a fénypászták alatt végeztük el, a felszíntől a fenéig fokozatos fénycsökkenés volt megfigyelhető (4. ábra C<sub>2</sub>) ugyanúgy, mint a hómentesített



körök közepében végzett mérések alkalmával (4. ábra A és B). A Nappal párhuzamosan K—Ny-i irányú pásztákban szintén volt különbség a havas és a fénypászták alatti víz fényviszonyai között, de itt a különbségek kevésbé voltak jellegzetesek és itt lefelé haladva fényemelkedést nem észleltünk (4. ábra  $C_3$  és  $C_4$ ). Ha a hóalatti és a fénypászták alatti értékeket középértékeltük, a fénygörbék lefutásában semmi lényeges különbség nem mutatkozott (4. ábra  $C_\alpha$



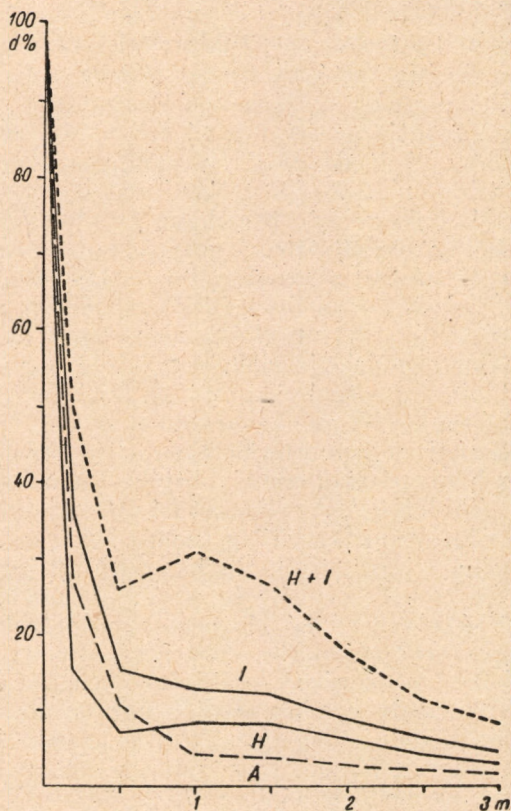
4. ábra. Fénypásztás kísérletek. A fény megoszlása sávosan letakarított (hómentesített) terület középpontjában. A : teljesen letisztított jég; B :  $\frac{2}{3}$  részben letisztított jég, ahol tehát 1 m széles fénypászták és 50 cm-es hópászták váltakoznak;  $C_1$ — $C_4$  és  $C_\alpha$  és  $C_\beta$  :  $\frac{1}{3}$  részben letisztított jég, ahol tehát 50 cm széles fénypászták váltakoznak 1 m széles hópásztákkal; D : érintetlen hóborította terület.  $C_1$  és  $C_2$  : a napra merőleges (É—D-i irányú) pászták, mérés  $C_1$ -nél a hópásztá  $C_2$ -nél pedig a fénypásztá közepén. E két görbe eredője a  $C_\alpha$ .  $C_3$  és  $C_4$  : a nappal párhuzamos (K—Ny-i irányú) pászták, mérés  $C_3$ -nál a hópásztá  $C_4$ -nél pedig a fénypásztá közepén. E két utóbbi görbe eredője a  $C_\beta$ .  $C_\alpha$  és  $C_\beta$  közel azonos lefutásúak.

Abb. 4. Versuche mit parallelen Lichtparzellen. Verteilung der Lichtmenge im Zentrum des vom Schnee befreiten Abschnittes. A: Völlig schneefreies Eis; B: Schneecentfernung 66% mit 1 m breiten Lichtparzellen und 50 cm breiten Schneeparzellen abwechselnd;  $C_1$ — $C_4$  und  $C_\alpha$ — $C_\beta$ : Schneecentfernung 33%, mit 50 cm breiten Lichtparzellen und 1 m breiten Schneeparzellen abwechselnd; D: Intakter Schneefeld.  $C_1$  und  $C_2$ : Richtung der Parzellen N—S; Messungen bei  $C_1$  in der Mitte der Schneeparzellen, bei  $C_2$  im Zentrum der Lichtparzelle. Vektor der beiden Kurven  $C_\alpha$ .  $C_3$  und  $C_4$ : Richtung der Parzellen O—W. Messung bei  $C_3$  im Zentrum der Schneeparzelle, bei  $C_4$  in der Mitte der Lichtparzelle. Vektor der beiden letzten Kurven ist  $C_\beta$ . Die Kurven  $C_\alpha$  und  $C_\beta$  sind fast gleich gestaltet.



és  $C_{\beta}$ ). Az így kapott értékek megfeleltek a hóeltakarítás mértékéből adódó, a mélység felé egyenletesen csökkenő lefutású görbének. Ez arra mutat, hogy a jég alá lehatoló fény összmenyisége független a fénypászták irányától. Meg kell jegyezni, hogy — különösen 1,5 m-rel kisebb vízmélységben a Nap irányára merőleges É—D-i sávok esetében szélsőségesebb, a Nappal párhuzamos K—Ny-i irányú pásztákban pedig egyenletesebb fényviszonyok alakulnak ki.

Külön kísérletet végeztünk annak megismerésére, hogy mennyiben befolyásolja a hóréteg vastagsága a fényviszonyokat. Kitént, hogy az adott kísérleti körülmények között a jég alatti fényt nem befolyásolta lényegesen,



5. ábra. Fénypasztás kísérletek. Fénylehatolás d%-ban. A: érintetlen hófelület alatt; H: 1/3 részben eltakarított hó, a pászták É—D-i irányúak; I: 1/3 részben eltakarított hófelület, pászták iránya K—Ny; H + I: H és I egyesítése révén kapott értékek, ahol  $1\text{ m}^2$ -es hótáblákat minden irányban 50 cm széles fénypászták szegélyeztek, vagyis a fénypászták egymást keresztelték. A mérések itt 44% hóborította jégfelület és 56% tiszta jégfelület mellett történtek.

Abb. 5. Experimente mit Lichtparzellen. Lichtverhältnisse: in d%. A = Unter intakter Schneedecke; H = Schnee in 33 % entfernt, Richtung der Parzellen N—S; I = Schnee in 33% entfernt, Richtung der Parzellen O—W; H+I: Durch Vereinigung von H und I gewonnene Werte, wo  $1\text{ m}^2$  große Schneeflächen in allen Richtungen mit 50 cm breiten sich kreuzenden Lichtparzellen umnommen wurden. Die Messungen wurden hier unter dem Eis bei 44 % Schneedecke und 56% schneefreier Eisoberfläche (Lichtparzelle) durchgeführt



hogy a fénypásztákról a havat rálapátoltuk-e a köztes hópásztákra — amivel tehát azok hórétegét megnöveltük —, vagy pedig teljesen eltávolítottuk a kísérleti területéről. Viszont arányosan növekszik a fény mennyisége a fénypászták területarányának a növelésével (4. ábra A, B, C, D).

Egyik kísérleti területünkön, melyről 33%-ban távolítottuk el a havat, ahol tehát a félméteres fénypásztá mellett 1 m-es hópásztá húzódott, a sávokra merőlegesen azonos méretekben újabb fénypásztákat létesítettünk. A lehető fény mennyisége (fénypászták összterülete 56%, az 1 m<sup>2</sup>-es hótáblák összterülete 44%) alatta maradt a beléfectetett kétszeres munkának (5. ábra).

A Balaton nyári fényviszonyairól alkotott képünk alapján (ENTZ—FILLINGER 1961) megállapítható, hogy télen a jeget borító hótakaró mintegy  $\frac{1}{4}$ -ed részének eltávolításával a nyári viszonyoknak megfelelő fény lehatolásával számolhatunk a Balaton vízébe. Tekintettel arra, hogy a Balatont csak egészen kivételesen borítja tartósan vastag hótakaró (az utóbbi 15 évben egyszer fordult elő), minthogy maga a szél is rendszeren „pásztákban” vagy inkább foltokban eltávolítja a havat a tó felszínéről, vagy pedig olvadás következtében a hótakaró átnedvesedik, tavunkban jelentős huzamos ideig tartó fényszűkítés még hóborította jégpáncél esetében is aligha számolhatunk. Ennek a valószínűsége azért is csekély, mert vastag hótakaró kialakulásával a Balaton környékén általában amúgy sem igen számolhatunk.

Halászati vonatkozásban a kapott értékek talán támpontot nyújtanak arra, hogy a tavak (halastavak) mélységének megfelelően a tavak felszínének mekkora hányadáról kell a havat eltávolítani, hogy megfelelő növényzet (mikro, illetőleg makrovegetáció jelenlétében) lékelés nélkül is miként lehet a tavak oxigénellátását biztosítani. Egyúttal az is kitűnik, hogy a fényviszonyok javítása érdekében kisebb munkával sokkal előnyösebb helyzetet teremtünk, ha nem törekszünk nagyobb területeken a jég hőmentesítésére, hanem egyetlenes távolságokban pásztákban távolítjuk el a havat. Ez esetben elegendő a hótakaró „félretolása”. Az elkotort hó ott maradhat a mellette levő hópásztán, és az eredmény gyakorlatilag azonos lesz azzal, mintha a havat el is távolítottuk volna a jégtükörről. Megjegyzendő, hogy 1 m-nél szélesebb fénypászták létesítése csekély vízmélység esetében nem látszik célszerűnek. Végül figyelemreméltó a nedves hó lényegesen megnövekedő fényáteresztő képessége, mely a gyakorlatban esetleg szintén felhasználható. Természetesen halakkal zsúfolt teletető medencék O<sub>2</sub>-ellátására önmagában a fenti módszerek egyike sem ajánlható. Eredményeink alapján úgy látszik, hogy O<sub>2</sub>-hiánytól veszélyeztetett halasvizeknél különösen akkor, ha ennek előidézésénél döntő szerepet az játszik, hogy a fényhiány következtében a vízalatti növényzet képtelen asszimilálni, elegendő a hóréteg  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{5}$ -öd vagy talán még kisebb hányadának eltávolítása is a halpusztulás veszélyének elhárítása érdekében. A jelenségek biológiai vonatkozásainak vizsgálata további feladat.

Végezetül BARANYAI FERENC és DOBOS GYULA kartársaknak, akik a jégen végzett mérések során hathatós segítséget nyújtottak, ezúton fejezzük ki hálás köszönetünket.



### Összefoglalás

Vizsgálatokat végeztünk a befagyott hóborította Balaton jégalatti fényviszonyainak megismerésére 1961. január 26—február 1. között 8, 10 cm-es egyenletes hótakaró mellett. A fényt már egy csekély hóréteg is erősen lecsökkenti. Általunk szerkesztett készülékkel (1. ábra) sértetlen száraz hó, illetőleg jégtaakaró alatt a beeső fénynek alig 7%-a volt kimutatható. Átnedvesedett hótakaró fényáteresztő képessége lényegesen nagyobb (3. ábra). Kör alakú és pásztás kísérleti területeken (1. és 2. kép) vizsgáltuk a fény behatolását különböző vízmélységekbe. 1 m mélységig a mérési pont feletti kb. 2 m Ø-jű kör befolyásolja a fényviszonyokat, 3 m-en kb. 6 m-es Ø-jű hasonló kör van az eredményre befolyással (2. ábra). Pásztás hóeltakarítás esetén a behatoló fény összmenyisége független a pászták irányától és gyakorlatilag attól is, hogy a fénypásztákról a havat a köztük levő hósávokra szórjuk-e, vagy pedig teljesen eltávolítjuk a vizsgálati területről, viszont arányosan növekszik a fénypászták arányának (területének) növelésével (4. ábra). Ha a pásztákat a Nap irányára merőlegesen É—D-i irányban készítjük, sekély vízmélységben szélsőségesebb fényviszonyok alakulnak ki, mintha a pászták a Nappal párhuzamosak (K—Ny-i irányúak, 4. ábra). A kapott értékek rávilágítanak arra, hogy a jégborította behavazott vizekben (a vízmélységtől és a víz saját átlátszósági viszonyaitól függően) a jégfelület  $\frac{1}{4}$ -e,  $\frac{1}{5}$ -öd részek, vagy még kisebb területek hómentesítésével a növényzet számára kellő fényt, és így a halasvíz számára kellő oxigénellátást lehet biztosítani, amennyiben ez a szél hatására emberi beavatkozás nélkül nem következne be. A hótakaró pásztákban történő félretolása halasvizek (de nem túlszűfolt halteleltetők!) lékelés nélküli megfelelő oxigénellátására alkalmasnak látszik.

### IRODALOM

- ENTZ B.—E. FILLINGER M. (1961): Adatok a Balaton fényklímájának ismeretéhez. (A víz zavarosságának okairól és kihatásairól.) *Annal. Biol. Tihany* **28**, 49—89.)
- FELFÖLDY L.—F. KALKÓ Zs. (1958): A vizalatti fényviszonyok és a fotoszintézis összefüggése a Balatonban 1957 nyarán. — *Annal. Biol. Tihany* **25**, 303—329.
- HUTCHINSON, G. E. (1957): A treatise on Limnology. I. XII + 1—1015. *New York—London J. Wiley & Sons.*
- LUDÁNY Gy.—PÁTER J. (1929): Fotometriás mérések a Balaton vizében. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **2**, 174—179.
- † SAUBERER F. (1962): Empfehlungen für die Durchführung von Strahlungsmessungen an und in Gewässern. — *Internat. Ver. f. theor. u. angew. Limnologie*, **11**, 1—77.
- ULLYOTT, P. and F. C. E. KNIGHT (1938): Lightpenetration into Lake Balaton. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **10**, 254—268.
- WHITNEY, L. V. (1938): Transmission of solar energy and the scattering produced by suspensoids in lake waters. — *Trans. Wisc. Acad. Sci.* **31**, 201—221.



ANGABEN ZUR KENNTNIS DES LICHTKLIMAS DES BALATON II.  
 (ÜBER DIE LICHTVERHÄLTNISSE IM WASSER DES ZUGEFRORENEN UND  
 SCHNEEBEDECKTEN SEES)

*Béla Entz und E. Margit Fillingner*

Zusammenfassung

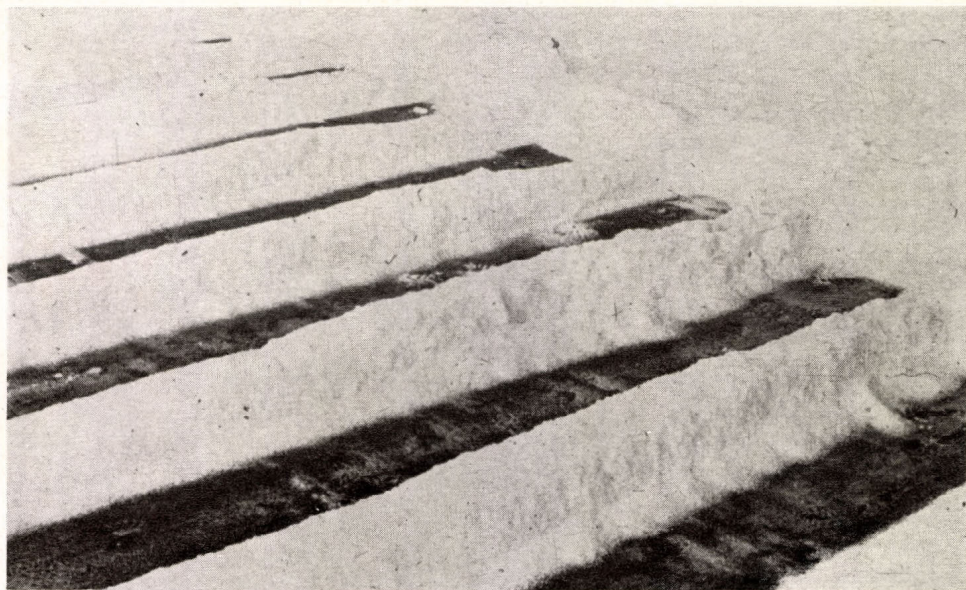
Die Untersuchungen wurden vom 26 Januar bis 1 Februar 1962 am zugefrorenen mit 8—10 cm dickem Schnee bedeckten Balaton ausgeführt. Das Licht wird schon von einer dünnen Schneedecke beträchtlich vermindert. Mit dem von uns konstruierten Instrument (*Abb. 1*) konnte unter einer intakten trockenen Schnee- bzw. Eisdecke kaum 7% des einfallenden Lichtes angedeutet werden. Die Lichtdurchlässigkeit einer durchnässten Schneedecke ist bedeutend grösser (*Abb. 3*). An kreisförmigen und länglichen Untersuchungsparzellen (*Bild 1* und *2*) wurde das Eindringen des Lichtes in verschiedenen Wassertiefen untersucht. Bis eine Wassertiefe von 1 m wurden die Lichtverhältnisse von einem Kreis von 2 m Durchmesser an der Oberfläche beeinflusst. Der Einfluß von einem vom Schnee befreiten Kreis mit einem Durchmesser von 6 m konnte bis 3 m Tiefe gut bestätigt werden (*Abb. 2*). Bei einer parzellenförmigen Entfernung der Schneedecke ist die eindringende Lichtmenge von der Richtung der Parzellen praktisch unabhängig. Auch die Methoden der Entfernung haben darauf praktisch keinen Einfluß. Dagegen wächst die Lichtmenge mit der Breite (d. h. mit dem Verhältnis Lichtparzelle: Schneeparzelle) der Parzelle proportional. (*Abb. 4*). Falls die Parzellen vertikal auf die Richtung der Sonne verfertigt werden (Richtung Nord—Süd), entstehen in seichten Gewässern extremere Lichtverhältnisse, also wenn die Parzellen parallel mit der Sonnenrichtung (O—W. *Abb. 4*) verlaufen.

Die Daten erhellen, daß die Lichtverhältnisse von den Wassertiefen und von den eigenen Durchsichtigkeitsverhältnissen abhängig sind. In zugefrorenen und schneebedeckten Gewässern scheint schon das Entfernen der Schneedecke von 1/4 oder 1/5 der Gesamtoberfläche geeignet zu sein den Wasserpflanzen genügend viel Licht und dem See dadurch genügend Sauerstoff zu besorgen, insoweit dies ohne menschlichem Eingreifen nicht zustande käme. Die parzellenartige Beseitigung der Schneedecke scheint die Sauerstoffversorgung der Fischgewässer (mit Ausnahme der überfüllten Überwinterteichen) auch ohne Einlässe zu sichern.





1. kép. Mérés kör alakú hómentes jégfelületen  
Bild 1. Messung an einer kreisförmigen schneefreien Eisoberfläche



1. kép. Sávok párhuzamos fényparcellák a Balaton jegén  
Bild. 2. Parallele Lichtparzellen am Eis des Balaton-Sees.