

MIKROKLIMAMESSUNGEN IN KALKSTEIN- UND DOLOMITFELSENRASEN

von

RÓZSA DRASKOVITS – EDIT KOVÁCS-LÁNG

Systematisch-Geobotanischer Lehrstuhl der Eötvös Loránd Universität, Budapest

Eingegangen: 15. September 1966

Seit mehreren Jahren sind wir mit der Erforschung der ökologischen und zöologischen Verhältnisse der Kalkstein- und Dolomitifelsenrasen beschäftigt. Unsere Untersuchungen richteten sich in erster Reihe auf die Probleme des Fortbestandes und der ökologischen Verhältnisse der auf Dolomit lebenden Reliktpflanzen und der näheren Erkenntnis des seit langer Zeit bekannten Dolomit phänomens (Gams 1930, Zólyomi 1942). Zu diesem Behufe wurden neben den hier zu behandelnden Mikroklimauntersuchungen auch bodenchemische Untersuchungen und pflanzenchemische Analysen vorgenommen.

Um die speziellen Merkmale des Dolomit standortes besser in Erscheinung treten zu lassen, haben wir denselben im Vergleich mit dem nahestehenden Kalksteinstandort geprüft.

Im Verlaufe unserer ökologischen Untersuchungen haben wir die Elemente des Mikroklimas im Frühjahr und Sommer 1965 in Verbindung mit mehrmals vorgenommenen Messungen studiert. Von diesen wollen wir im vorliegenden Aufsatz die Ergebnisse der am 26–27. Juni auf Dolomit und am 22–23. Juli auf Dolomit und Kalkstein parallel vorgenommenen Messungen erörtern.

Der Zweck der Messungen war ausschliesslich die Feststellung der mikroklimatischen Bedingungen der Kalkstein- und Dolomitifelsenrasen. In unserer ökologischen Literatur sind die auf die Felsenrasen bezüglichen mikroklimatischen Messangaben nicht zahlreich. Von diesen können wir die Resultate von Soó (1929), Bacsó–Zólyomi (1934), Jakucs (1954, 1959), Horánszky (1957) erwähnen. Der Grossteil der Mikroklimamessungen bezieht sich auf die auch wirtschaftlich bedeutenderen Wälder und Kulturfelder (Ackerfelder, Weiden, Wasserbehälter, Städte, Flugplätze usw.).

Bei unseren Messungen wollten wir darauf Antwort erhalten, in welchem Ausmass die gleichen makroklimatischen Wirkungen durch den Komplex der auf verschiedenen Grundgesteinen entwickelten offenen Pflanzendecke, des Bodens und Mikroreliefs modifiziert werden. Deshalb wurden die Messungen am gleichen Tage, zu gleicher Zeit und unter ähnlichen Bedingungen in den Kalkstein- und Dolomitrasen vorgenommen.

Ort und Methode der Messungen

Unsere Messstationen wurden zur Zeit der Juni-Messung am Abhang mit NNW-Exposition neben dem Ördög-torony des Kis-Szénás Berges errichtet (Abb. 1a). In der Vegetation des Talkessels ist die angepflanzte Schwarzföhre dominierend, deren Lichtungen von offenem und geschlossenem Dolomit-

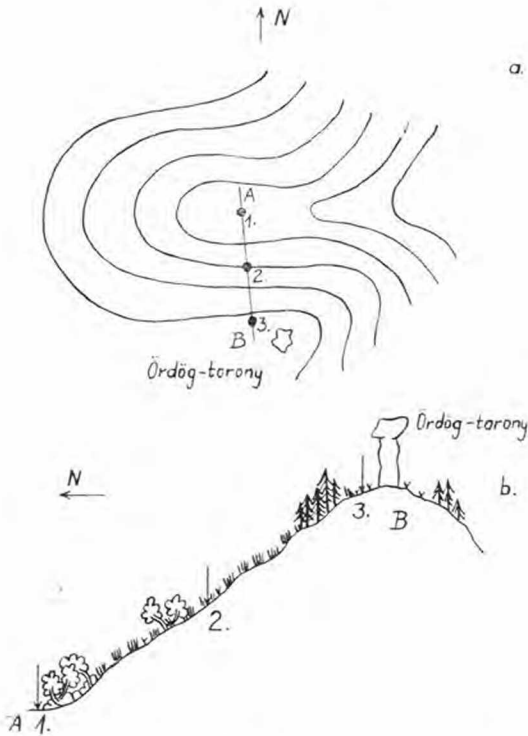


Abb. 1. Die Lage unserer Messstationen beim Ördög-torony, am 26–27. Juni 1965. a) Terrainskizze der Messstelle, b) Schematisches Bild der Vegetation der Messstelle (1, 2, 3, die Orte der Messstationen an der Linie A–B)

renden Fehér Szirt von Kesztölc einen zum jedoch mit geschlossenem Felsenrasen und bildenden offenen Kalkrasen (Abb. 3.).

Wir stellten unsere Stationen auf Dolomit im nördlichen, geschlossenen Rasen von *Festuca pallens* und *Bromus pannonicus* (*Festuco pallenti* – *Brometum pannonici* (Zólyomi, Sóó) bzw. in einem südlichen, offenen Rasen von *Festuca pallens* (*Festucetum pallentis hungaricum* Sóó) am Standort von *Linum dolomiticum* B o r b. und *Seseli leucospermum* W. et K. auf. Auf Kalkstein ebenfalls in einem südlichen, offenen Rasen von *Festuca pallens*, sowie in einem Übergangstreifen zum geschlossenen Rasen von *Festuca rupicola*. Diese

felsenrasen bedeckt sind; in diesem gedeiht *Linum dolomiticum* B o r b. Ausserdem war im Taleingang ein kleinerer-Flecken von *Fago-Ornetum* (*hungaricum*) Z ó l y o m i vorzufinden (Abb. 1b).

Bei der parallelen Messung zwischen Kalkstein- und Dolomitstandort von 22. Juli stellten wir unsere Stationen auf einem kleineren Grat von OW-Richtung des Kis-Szénás Berges in einem an *Linum dolomiticum* reichen offenen und geschlossenem Dolomitfelsenrasen auf. (Abb. 2.). Bei der Auswertung der parallelen Messung zwischen den beiden Standorten wurden die Angaben der einander entsprechenden je drei Messstationen berücksichtigt. Die Auswahl eines dem offenen Dolomitfelsenrasen ähnlichen Kalksteinstandortes stellte ein Problem dar, da – wie darauf schon von Zólyomi (1942) hingewiesen wurde – auf Kalkstein infolge dessen physikalischer und chemischer Eigenschaften sich Standorte verschiedenen Charakters ausbilden. Am nächsten zum Kis-Szénás Berg fanden wir auf dem zum Pilisgebirge gehörenden Vergleich am meisten geeigneten, Buschwaldflecken einen Komplex

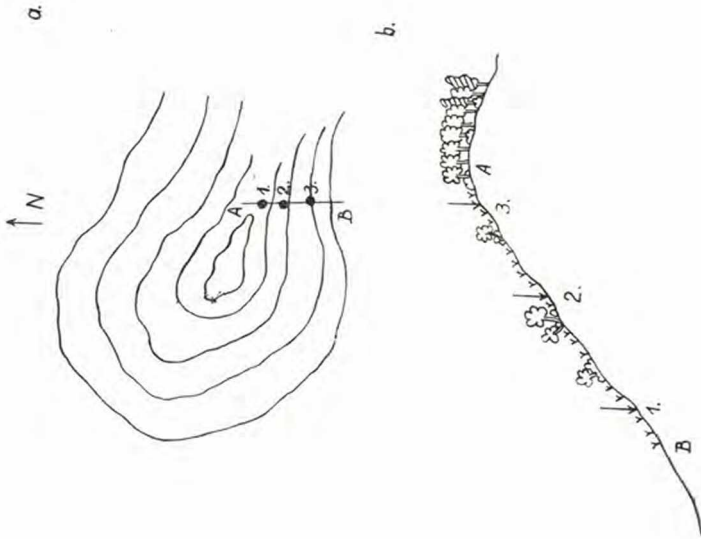


Abb. 3. Die Lage unserer Messstationen am Abhang des Fehér Szirt von Kesztlőc am 22–23. Juli 1965. a) Terrainskizze der Messstelle, b) Schematisches Bild der Vegetation der Messstelle (1, 2, 3, die Orte der Messstationen an der Linie A–B.)

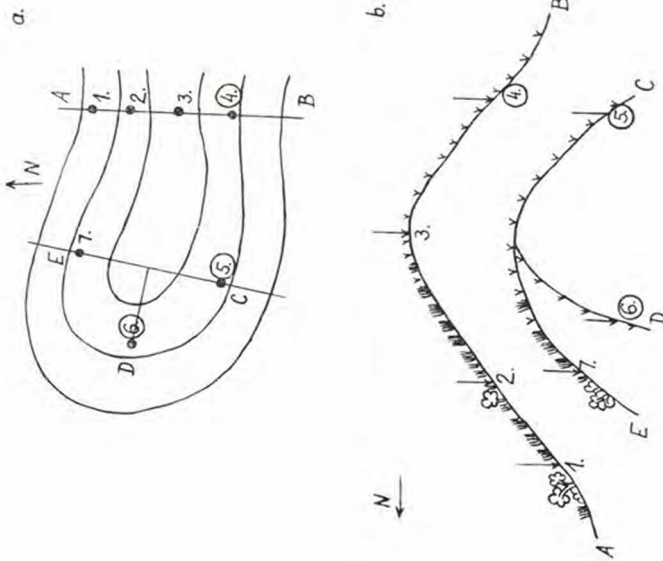


Abb. 2. Die Lage der Messstationen am Grat des Kis-Szénás Berges am 22–23. Juli 1965. a) Terrainskizze der Messstelle, b) Schematisches Bild der Vegetation der Messstelle (1–7, die Orte der Messstationen an den Linien A–B, E–C–D); die Angaben der drei bezeichneten Stationen wurden mit dem Kalksteinstandort verglichen

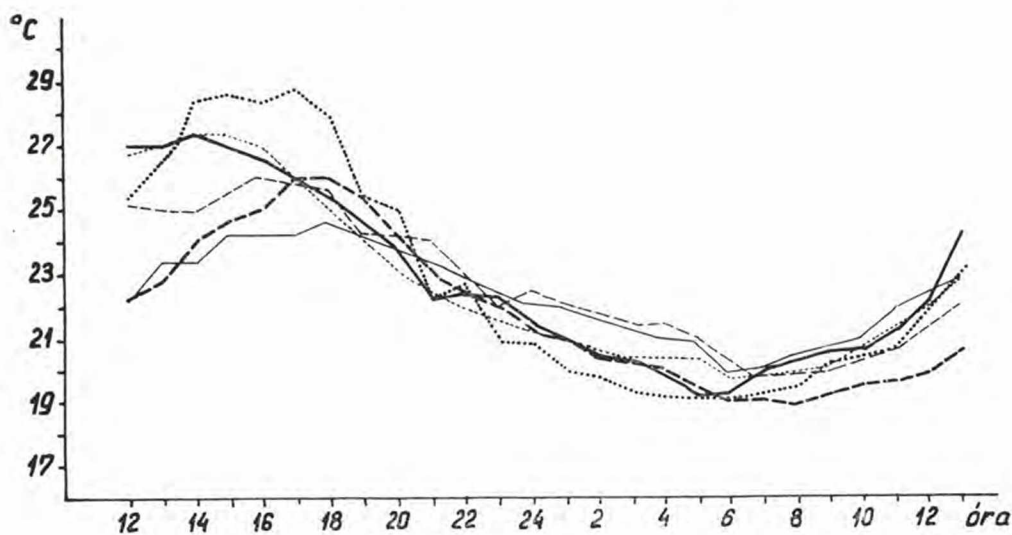


Abb. 4. Die in einer Tiefe von 10 cm gemessene Bodentemperatur des Kalkstein- und Dolomitmiesenrasens am 22–23. Juli 1965. Fette Linie: Dolomitmessstationen, dünne Linie: Kalksteinmessstationen.

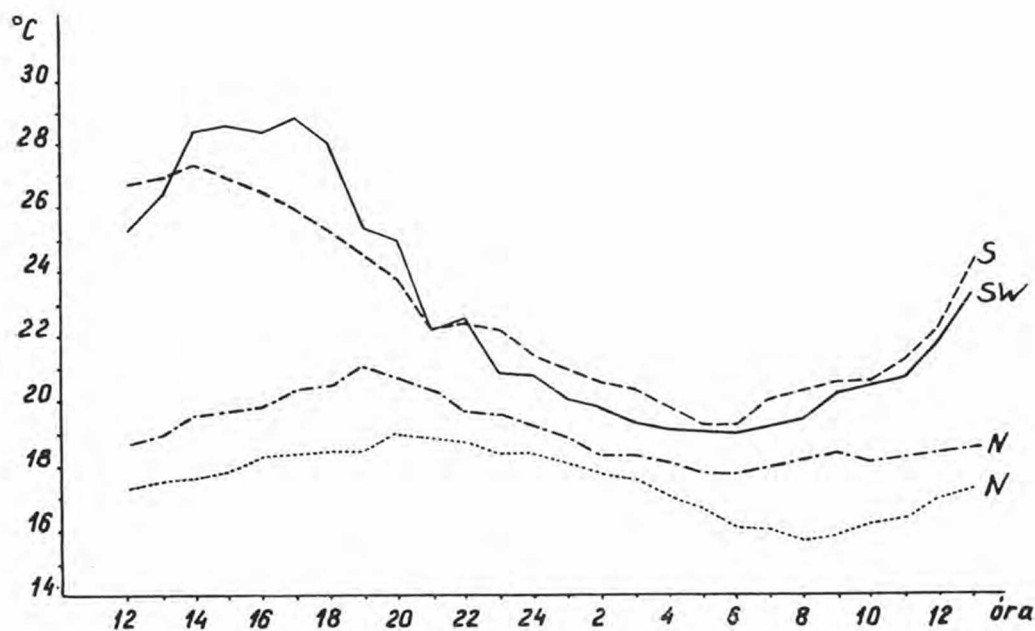


Abb. 5. Die in einer Tiefe von 10 cm gemessene Bodentemperatur von Dolomitmiesenrasen verschiedener Exposition am 22–23. Juli 1965.

urtümlichen Felsenrasen Assoziationen des in die Zone der Laubwälder gehörigen Mittelgebirges erhielten sich hauptsächlich infolge edaphischer Faktoren. Ihr Boden ist flachgründig, sehr klastisch. Unter den offenen Rasen ist überwiegend Gerüst- bzw. Protorendzina, unter den geschlossenen Rasen gerölliger Rendzinaboden zu finden.

Zur Zeit unserer Messungen vom 26–27. Juni waren trockene, warme, heitere, antizyklonale Sommertage mit ständigem mildem Wind und ziemlich hoher Luftfeuchtigkeit; am 22–23. Juli war abwechslungsreiches, überwiegend sonniges Wetter mit kleineren Wolkendurchzügen bzw. nächtlichem Gewitter. Das Letztere wurde am Kis-Szénás Berg zwischen 3^h30 und 5^h, am Fehér Szirt zwischen 4^h30 und 5^h30 in mehreren Wellen beobachtet. Das Makroklima war durch lebhaften Wind und höheren Luftfeuchtigkeitsgehalt als im Juni gekennzeichnet.

Die Temperatur wurde auf 4 Niveaus (–10 cm, 0 cm, 20 cm, 1 m) mit beschattetem Quecksilberthermometer, die Evaporation und relative Luftfeuchtigkeit in 2 Niveaus (20 cm, 1 m) mit Piches Evaporimeter bzw. Assmanns Psychrometer sowie in 1 m-Höhe die Windstärke (in stündlichen Windsummen) mit dem Löffel-Anemometer gemessen. Die Ablesungen erfolgten von 12 Uhr mittags bis 13 Uhr des nächsten Tages – auch in der Nacht – in jeder Stunde.

Besprechung der Ergebnisse

Auf Grund der Ergebnisse der parallelen Messungen wollen wir die beiden Standorte – dem Kalkstein von Kesztöle und dem Dolomit von Pilisszentiván – vergleichen und daneben uns auf die in den offenen und geschlossenen Rasen von verschiedener Exposition beobachteten mikroklimatischen Erscheinungen eingehen.

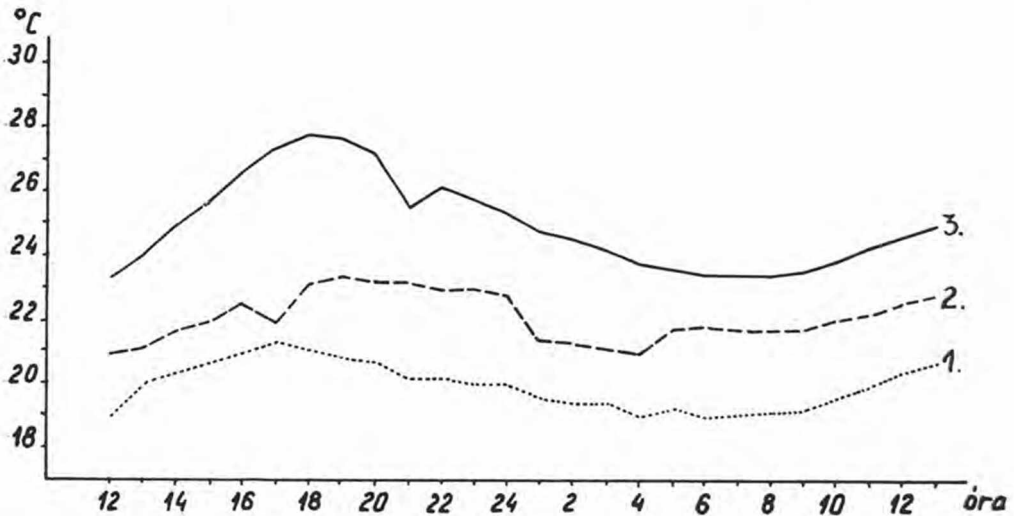


Abb. 6. Die in einer Tiefe von 10 cm gemessene Bodentemperatur von offenen (3.) und geschlossenen (1. 2.) Dolomitmiesenrasen am 26–27. Juni 1965

Bodentemperatur

Der Tagesgang der in einer Tiefe von 10 cm gemessenen Bodentemperatur des Dolomit- und Kalkfelsenrasens wird auf Abb. 4. angeführt. In diesem Horizont sind keine grösseren Abweichungen zwischen den Temperaturwerten der Kalkstein- und Dolomitstandorte, der letztere erschien jedoch extremer.

Die vom Dolomit stammenden Bodentemperaturangaben der Stationen von verschiedener Exposition sind aus der Abb. 5. ersichtlich. Die von der Exposition verursachten Unterschiede sind in der Erwärmungsperiode ausgesprochen; die Diagramme streben hier weit auseinander (zwischen den Stationen von nördlicher und südlicher Exposition beträgt der maximale Unterschied $7,7^{\circ}\text{C}$); bei der Ausstrahlung sind diese Unterschiede geringer, die Diagramme verdichten sich (der maximale Unterschied zwischen den beiden vorigen Stationen beträgt nur $3,2^{\circ}\text{C}$). Es ist leicht zu sehen, dass die Exposition in erster

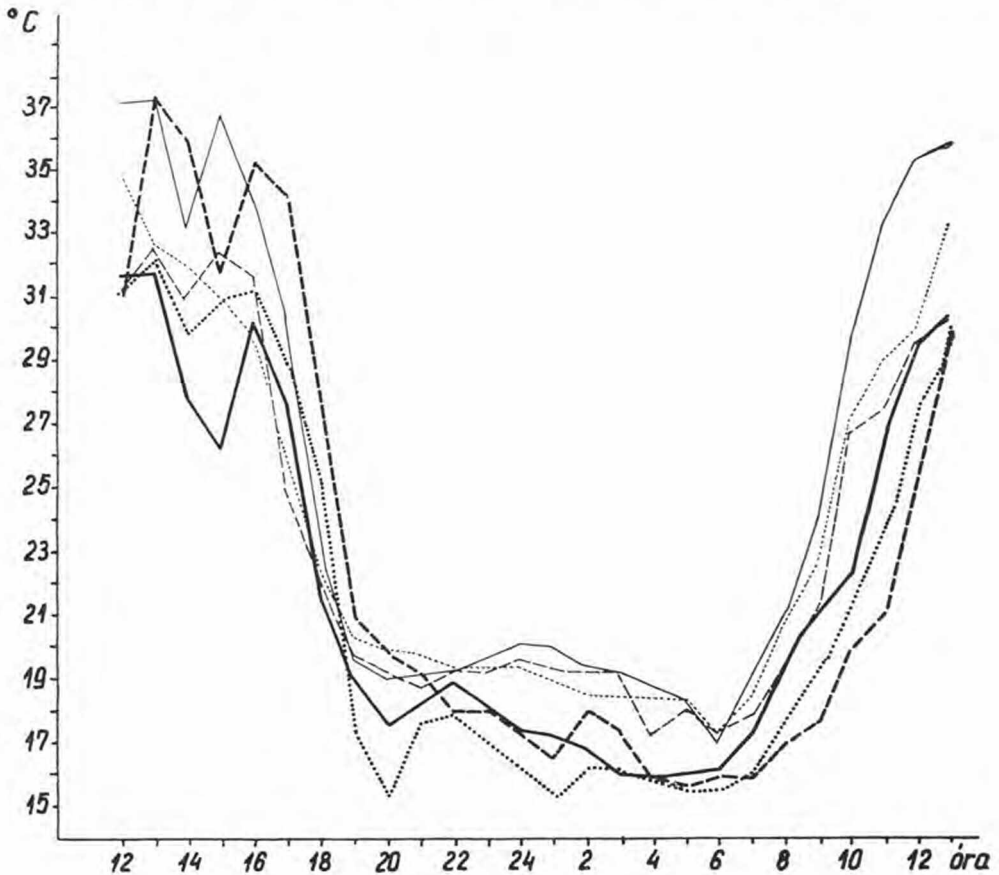


Abb. 7. Die Temperatur der Bodenoberfläche von Kalkstein und Dolomitfelsenrasen am 22–23. Juli 1965. Fette Linie: Dolomitmessstationen, dünne Linie: Kalksteinmessstationen

Reihe die Einstrahlung beeinflusst, während die Ausstrahlung davon unabhängig ist.

Der Tagesgang der Bodentemperatur des offenen und geschlossenen Felsenrasens ist aus Abb. 6. zu ersehen. Die im allgemeinen parallel verlaufenden Kurven zeigen den ständigen, gleichmässigen Unterschied in der Bodentemperatur der beiden Rasentypen an.

Temperatur der Bodenoberfläche

Die auf die Bodenoberfläche bezüglichen Temperaturangaben des Kalkstein- und Dolomitstandortes sind auf Abb. 7. ersichtlich. Ein grösserer Unter-

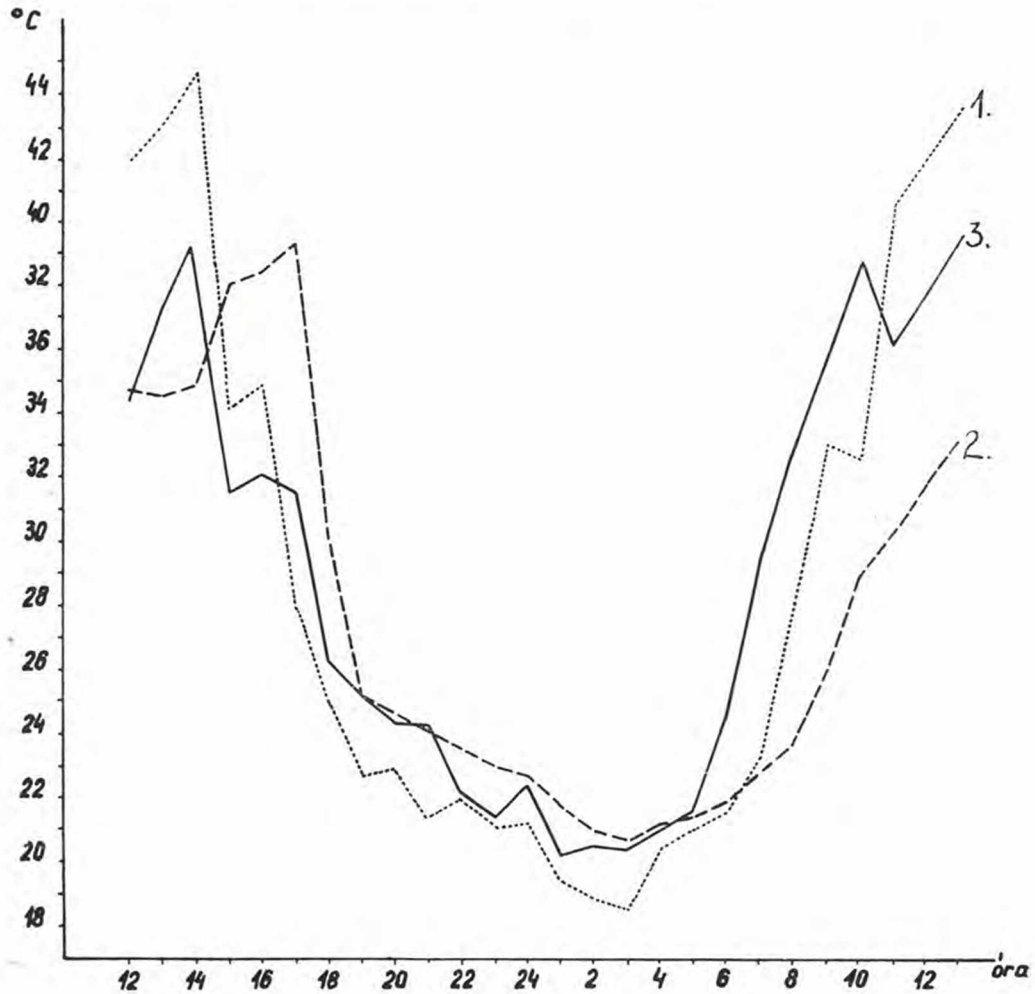


Abb. 8. Temperatur der Bodenoberfläche von offenen (3.) und geschlossenen (1. 2.) Dolomitfelsenrasen am 26 - 27. Juni 1965

schied zwischen den beiden Standorten war bei den Temperaturwerten der Tageszeit der Abkühlung wahrzunehmen. Dies zeigt die günstigere Wärmebilanz des Kalksteins an, da die nächtlichen Temperaturwerte des Dolomits durchschnittlich um 2°C niedriger sind. In den Nachmittagsstunden ist infolge des Wolkendurchzuges in dem Verlauf jeder Kurve ein Rückfall zu konstatieren.

Beim Ördögtorony wurde auf einem Dolomitstandort zwischen den Temperaturen der Bodenoberfläche von offenem und geschlossenem Rasen der grössere Unterschied in der Erwärmungsperiode gemessen (Abb. 8.). Die Bodenoberfläche der im Talgrunde im geschlossenen Rasen errichteten Station hat sich am meisten, die des nackten Grates am wenigsten erwärmt. Diese Erscheinung wird auch von J a k u c s (1954) und H o r á n s z k y (1957) erwähnt. Sie ist eine Folge der Kühlwirkung des für den Grat kennzeichnenden starken Windes. Bei Ausstrahlung ist die Lage verkehrt: am Talgrund kühlt sich die Bodenoberfläche mehr ab als auf der Kuppe. Die an den höheren Teilen der Abhänge bereits abgekühlte Luft bewegt sich abwärts und sammelt sich im Talgrund an. Infolge der erwähnten Ursachen erwies sich daher auf diesem Niveau der Talgrund als vom Standpunkt der Temperatur am meisten extrem.

Die Lufttemperatur

Der Tagesgang der in zwei Höhen gemessenen Lufttemperaturwerte des Kalkstein- und Dolomitstandortes wird auf Abb. 9. vorgestellt. In der Einstrahlungsperiode sind auch innerhalb eines Standortes die Lufttemperaturwerte des 20 cm-Niveaus abwechslungsreicher, die Diagramme gehen mehr auseinander, weisen grössere Unterschiede auf. Die Wirkung des Bodens als aktiver Oberfläche kommt hier noch mehr zur Geltung. In einer Höhe von 1 m finden wir bereits ausgeglichene Verhältnisse, hier fallen die Werte der Stationen der gleichen Standorte näher zueinander. An einer Stelle sehen wir eine Abweichung, die von der Messstelle des Dolomit standortes von SW-Exposition stammt. Im allgemeinen lässt sich feststellen, dass auf Dolomit die Temperaturverhältnisse schwankender sind, der Verlauf der Diagramme ist ungleichmässiger, sozusagen launenhafter als auf dem Kalkstein.

Der grösste Unterschied zwischen den beiden (Kalkstein- und Dolomit-) Standorten wurde in der Nacht, zur Zeit der Ausstrahlung beobachtet. Die Werte je eines Standortes weichen auch hier nicht voneinander ab, der entscheidende Unterschied besteht zwischen der Nachttemperatur der beiden verschiedenen Standorte. Die Abkühlung der Lufttemperatur ist am Dolomit viel intensiver, wo um etwa 5°C niedrigere Werte gemessen wurden. Grössere Unterschiede zwischen den beiden Standorten ergaben sich auf jedem Niveau in der Ausstrahlungsperiode, im Boden und auf der Bodenoberfläche in geringerem in den Lufttemperaturen in höherem Ausmasse. Die höhere nächtliche Temperatur in Kesztöle hängt gewiss mit dem Einbruch der dort stark zur Geltung kommenden warmen Luftmasse zusammen, die — hauptsächlich am Gipfel — in der Form eines intensiveren Windes von NW-Richtung erschien. Auf dem Kis-Szénás war die Temperaturerhöhung geringer, und auch der starke Wind blieb aus.

Tagsüber, zur Zeit der Einstrahlung überwiegt die Insolation gegenüber der Wirkung jedes anderen klimatischen Faktors; sie dominiert in der Gestaltung der Temperaturwerte, naturgemäss in Abhängigkeit von der Exposition, was das Ausmass und die Zeit an betrifft. In der Nacht treten dagegen die örtlichen klimamodifizierenden Faktoren in den Vordergrund, als deren Folge eigentümliche Temperaturabweichungen beobachtet wurden, die als mikro- oder mesoklimatisch qualifiziert werden können. Je mehr wir uns von der Bodenoberfläche entfernen, desto ausgeprägter ist der Unterschied zwischen den Kalkstein- und Dolomitstandorten, was aber bereits als eine Einwirkung der das Mesoklima beeinflussenden Faktoren (Grundgestein, Relief, Gliederung, Windgang usw.) angesehen werden kann. Infolge der am Dolomit stattfindenden intensiven Ausstrahlung sind hier grössere Abkühlung, bedeutendere Temperaturschwankungen, intensiverer Luftaustausch, kurz extremere ökologische Bedingungen kennzeichnend.

Die täglichen Temperaturdurchschnitte der beiden Standorte sind in Abb. 10. angegeben. Daraus ist zu ersehen, dass im Boden die Temperaturunterschiede der beiden Standorte von verschiedenem Grundgestein sich verwischen. Dies kann mit der Ähnlichkeit der Wärmehaushaltsbedingungen der beiden Grundgesteine in Zusammenhang gebracht werden. Auf der Bodenoberfläche zeigt sich schon der Dolomitstandort eindeutig kühler, und dies verschärft sich noch mehr in den beiden Lufttemperaturniveaus.

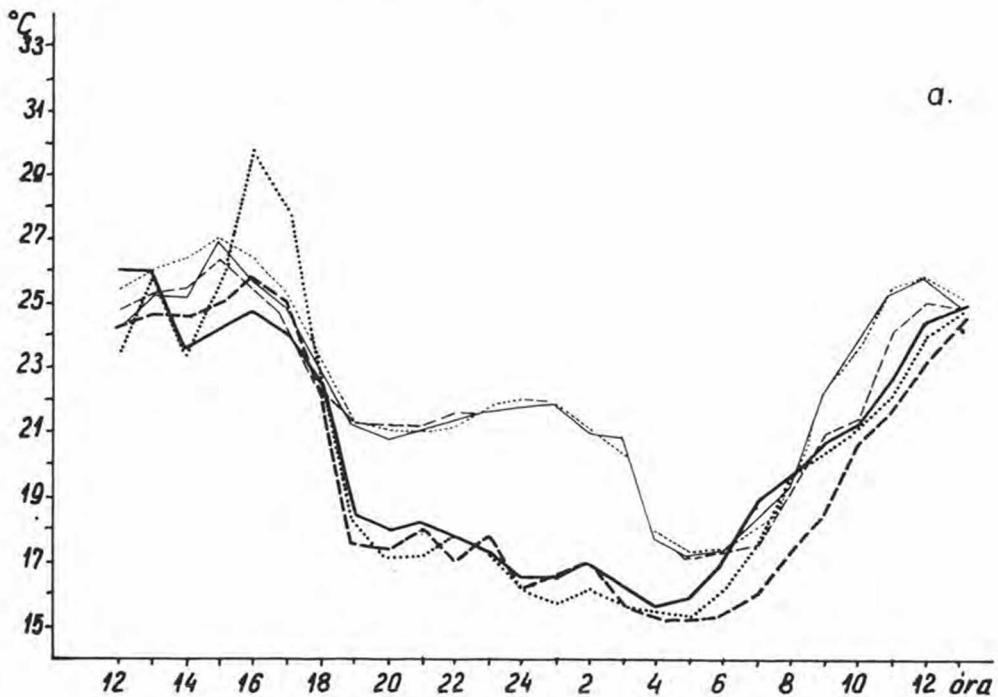


Abb. 9/a.

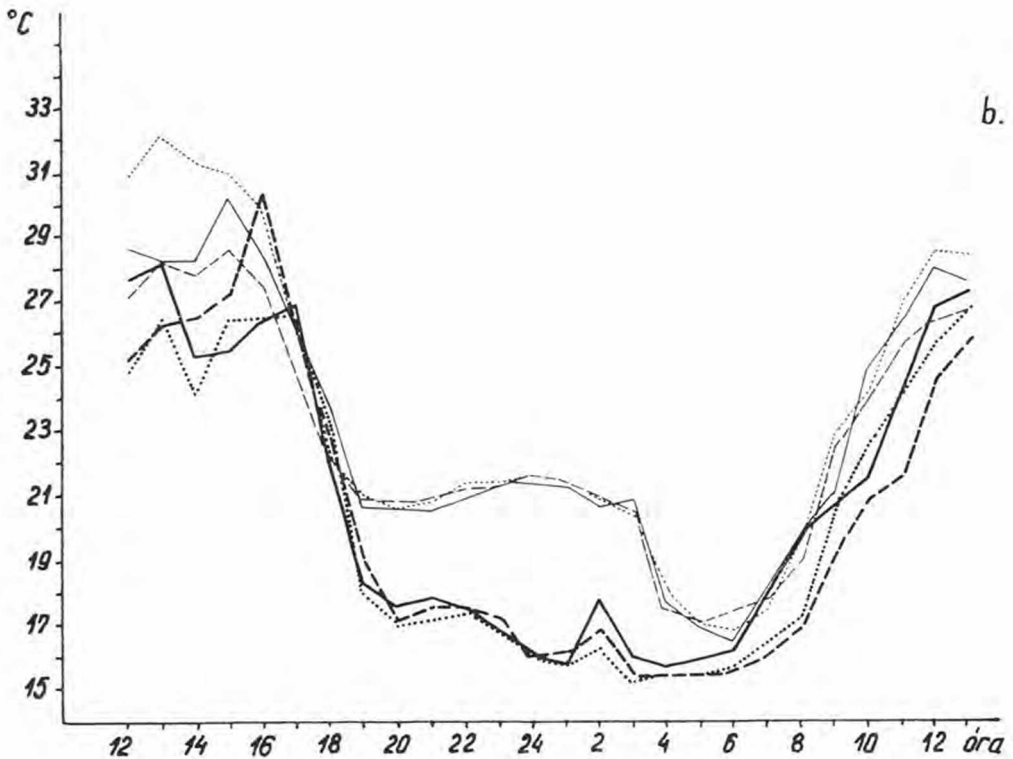


Abb. 9. Lufttemperatur der Kalkstein- und Dolomitmiesenrasen am 22–23. Juli 1965. Fette Linie: Dolomitmessstationen, dünne Linie: Kalksteinmessstationen. a) in einer Höhe von 1 m. b) in einer Höhe von 20 cm

Die extremen Werte der Temperatur zeigt Abb. 11. in den verschiedenen Niveaus des Kalkstein- und Dolomitstandortes. Es ist klar zu sehen, dass immer die Bodenoberfläche die aktive Fläche bildet, hier finden sich die grössten Temperaturunterschiede, da eben dieser Horizont die den grössten Energieumsatz abwickelnde aktive Fläche darstellt. Die auf dem aus Kalkstein und Dolomit bestehenden Grundgestein entstandenen, hauptsächlich offenen Rasenassoziationen bilden kein derartiges eigentümliches Pflanzenklima aus, das mit unseren Instrumenten registriert werden könnte.

Evaporation und relative Luftfeuchtigkeit

Die Evaporation des Kalkstein- und Dolomitstandortes wird im Vergleich in Abb. 12. dargestellt. Die Kolonnen bedeuten die aus dem Instrument an einem Tage verdunstete Gesamtwassermenge auf den entsprechenden Niveaus. Augenfällig ist das höhere Ausmass von Evaporation des Kalksteinstandortes gegenüber dem Dolomit; parallel damit ist die Luft des Fehér Szirt von Kesztole trockener, die des Kis-Szénás Berges feuchter. Die relativen Luftfeuchtigkeits-

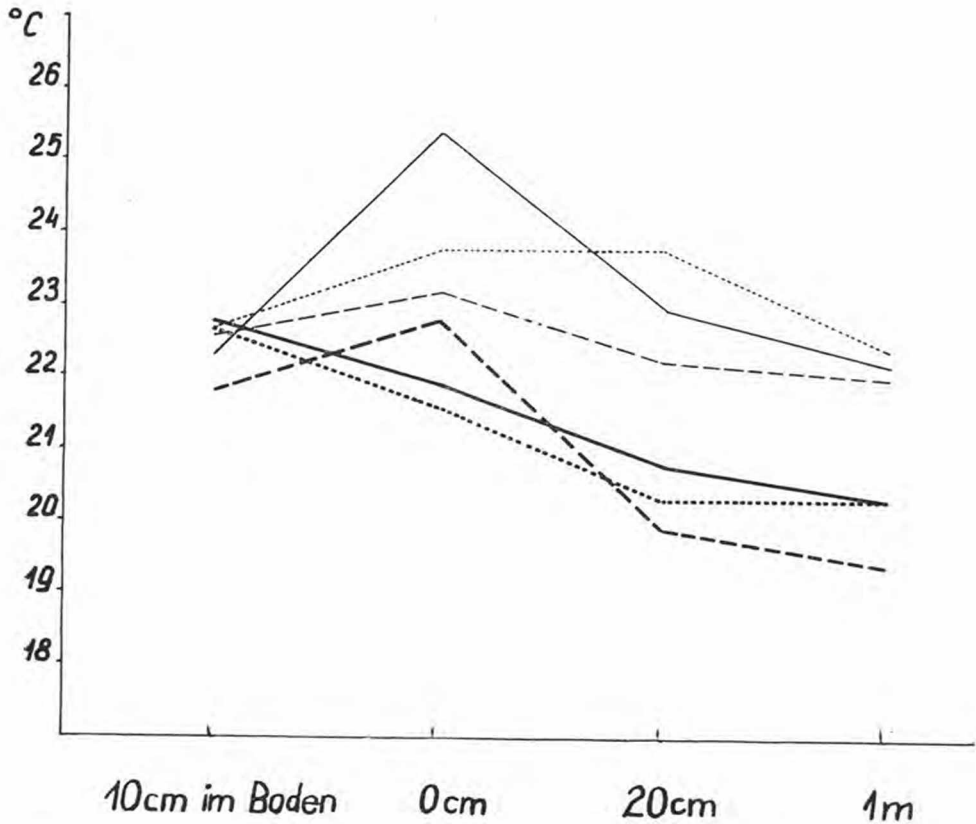


Abb. 10. Temperaturdurchschnitte in verschiedenen Horizonten von Kalkstein- und Dolomitmiesen am 22–23. Juli 1965. Fette Linie: Dolomitmessstationen, dünne Linie: Kalksteinmessstationen

verhältnisse waren vollkommen im Einklang mit den Evaporationsbedingungen. In der Höhe der Vegetation ist die Luft gesättigter, deshalb ist hier die Evaporation geringer.

Die während einer Stunde verdunstete maximale Wassermenge war 1,5 ml. Ähnliche einstündige Werte massen Jakucs und Horánszky auf dem Tornaer Karst bzw. am Szentmihály-Berg und höhere Werte stellte Soó auf dem Csúcshegy bei Tihany auf nackter Felsenfläche von SW Exposition fest.

Das Minimum der gemessenen relativen Luftfeuchtigkeit war auf Dolomitstandort 42% (Juni, Ördögtorony, 13 Uhr), auf Kalksteinstandort 44% (Juli, Fehér Szirt, 14 Uhr); das Maximum war in Juli auf beiden Standorten 100% (4 und 5 Uhr), wozu auch der Fröhmorgenregen beitrug. Auch bei der Junimesung von heiterer, antizyklonaler Witterung massen wir eine 98%ige relative Luftfeuchtigkeit neben dem Ördögtorony über Dolomitmiesen bei Tagesanbruch, zur Zeit der Taubildung. In einem Ort mit geschlossenerer Vegetation

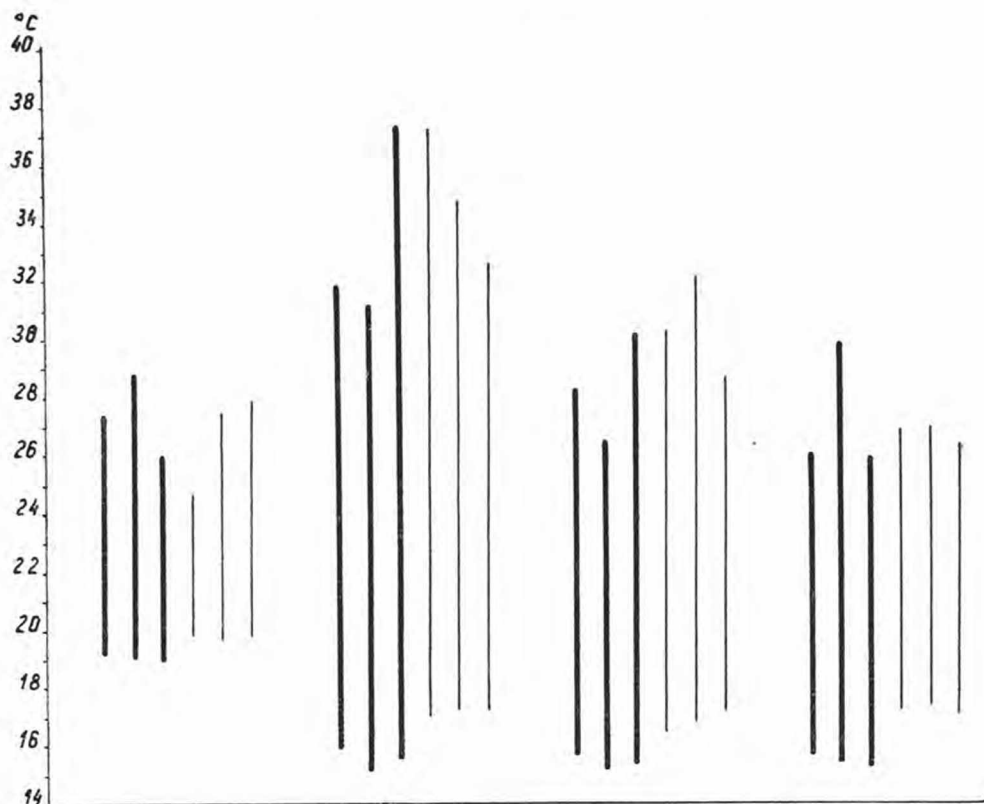


Abb. 11. Extreme Temperaturwerte und maximale Fluktuation in verschiedenen Horizonten von Kalkstein- und Dolomitmessenrasen am 22–23. Juli 1965. Fette Linie: Dolomitmessenstationen, dünne Linie: Kalksteinmessenstationen

kann die maximale Luftfeuchtigkeit wahrscheinlich auch 100% betragen, ja es ist auch in unserem Fall nicht ausgeschlossen, dass in der Zeit zwischen zwei Messungen 100% ige relative Sättigung auftrat.

Luftströmung

Von den mikroklimatischen Faktoren nimmt der Wind eine sehr bedeutende und zugleich spezielle Stelle ein. Nach der Stellungnahme der Mikroklimatologie bildet sich ein ideales Mikroklima nur bei Windstille aus, da dann die Anordnung der Luftmassen von geringer horizontaler und vertikaler Ausdehnung von der Luftströmung nicht gestört wird. In diesem Sinne haben wir an keinem Standort und an keinem Tage ein ideales Mikroklima gemessen, da wir zur Zeit unserer Messungen einen ständigen Wind beobachteten. Diese Erscheinung ist nach unseren Beobachtungen eng mit den ökologischen Bedingungen der untersuchten Standorte verknüpft und deshalb vom Standpunkt der Pflanzendecke bedeutsam.

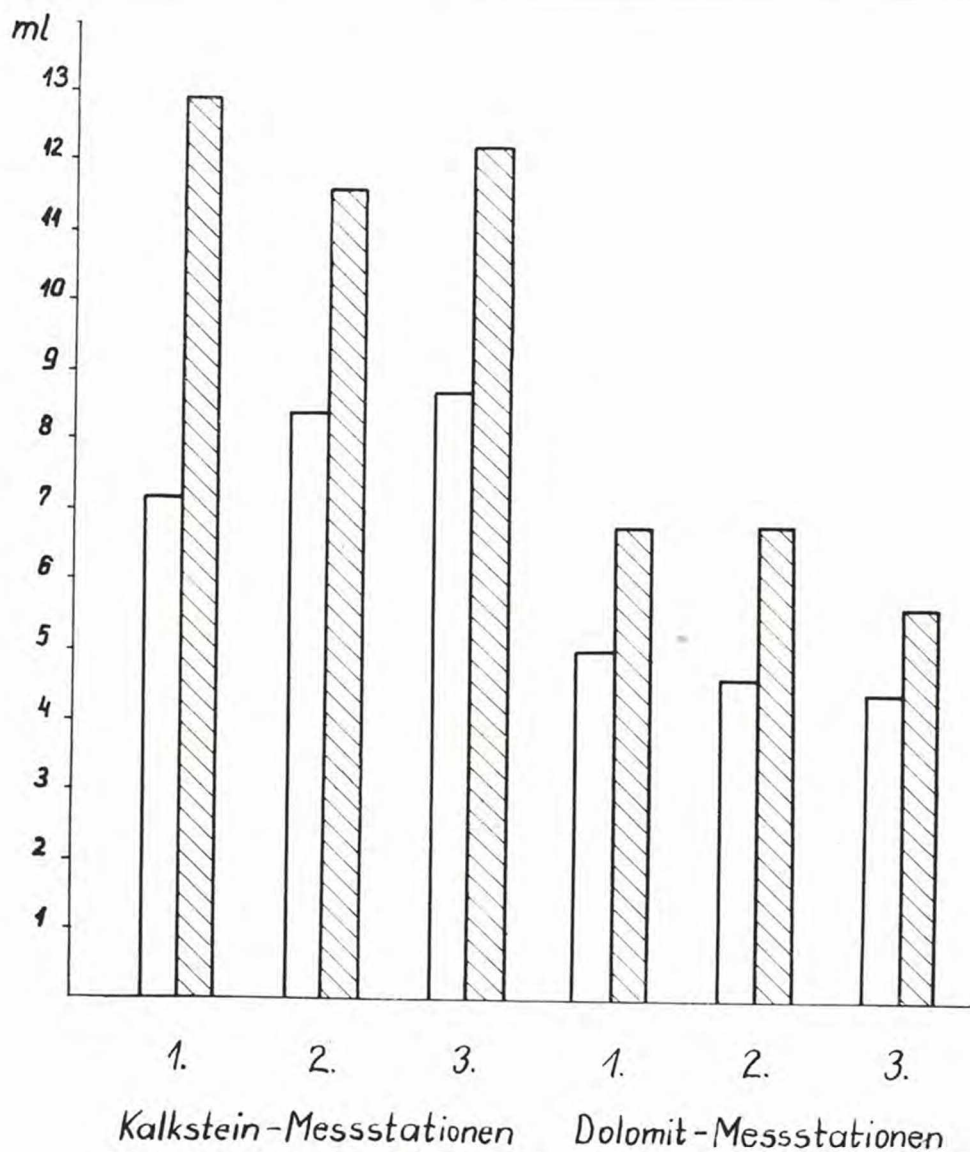


Abb. 12. Tagessumme der Evaporation von Kalkstein- und Dolomitmiesenrasen in den verschiedenen Horizonten am 22–23. Juli 1965. Leere Kolonne: in einer Höhe von 20 cm. Schraffierte Kolonne: in einer Höhe von 1 m

Im allgemeinen waren die Werte der Windstärke an den im oberen Teil der Abhänge und am Grat unterbrachten Stationen viel höher als die der im Abhangprofil niedriger befindlichen Stationen. Für den Tagesgang der Windstärke ist das am frühen Nachmittag bzw. in den Abendstunden auftretende Maximum bezeichnend; am wenigsten windig sind die frühen Morgenstunden.

Die Maximalwerte der stündlichen Windsummen bewegen sich im allgemeinen um 7–8000 m/St. Eine Ausnahme bildet die oberste Station des Abhanges des Fehér Szirt, wo nachts beim Einbruch der warmen Luft sogar eine Windstärke von 13 000 m/Stunde vorkam.

Zusammenfassung

Wenn wir die Ergebnisse unserer auf die ökologische Verhältnisse der Dolomit- und Kalksteinfelsenrasen bezüglichen Mikroklimauntersuchungen vergleichen, so lässt sich feststellen, dass

1. der Wärmeenergieumsatz sich in diesen Pflanzenassoziationen auf der Bodenoberfläche abwickelt, d.h. diese der aktivste Horizont ist;
2. die mit dem Wärmeenergieumsatz verbundenen physikalischen Eigenheiten der auf Kalk- und Dolomitgrundgestein entwickelten seichten Böden ähnlich sind, was die Bodentemperaturdiagramme von ähnlichem Ablauf anzeigen.
3. Der Kis-Szénás Berg ist klimatisch extremer, für ihn ist die stärkere nächtliche Abkühlung und die höhere relative Luftfeuchtigkeit bezeichnend.
4. Die Entfernung der beiden verglichenen Standorte ist in der Luftlinie nicht mehr als 18–20 km, ihre Höhe über dem Meeresspiegel ähnlich (am Fehér Szirt von Kesztöle wurde zwischen 350 und 400 m, am Kis-Szénás zwischen 350 und 360 m gemessen), so dass die makroklimatischen Bedingungen übereinstimmen und die beobachteten Unterschiede auf örtliche, meso- und mikroklimatische Ursachen zurückzuführen sind. Hieran ist auch die grössere Bergmasse der Nagy-Szénás Gruppe und ihre jüngere Formen aufweisende Geomorphologie beteiligt, infolge deren sich mosaikartig montanere Standorte ausbilden konnten.

Wir betonen, dass die Feststellungen unserer im Frühjahr und Sommer des Jahres 1965 vorgenommenen Mikroklimauntersuchungen sich nur auf die Kalksteinstandorte von Kesztöle und die Dolomitfelsenrasenstandorte von Piliszentiván beziehen. Zur Ableitung von Folgerungen von allgemeiner Geltung wäre eine weitere grössere Anzahl von parallelen Messungen unter Einbeziehung von anderen Kalkstein- und Dolomitstandorten, notwendig.

SCHRIFTTUM

1. A u j e s z k y, L. — B e r é n y i, D. — B é l l, B. 1951: Mezőgazdasági meteorológia (Landwirtschaftliche Meteorologie). Budapest, 1–550.
2. B a c s ó, N. — Z ó l y o m i, B. 1934: Mikroklima és növényzet a Bükk-fennsíkon (Mikroklima und Vegetation auf der Hochebene des Bükkgebirges). Időjárás 10, 177–196.
3. H a r g i t a i, Z. 1943: Mikroklimavizsgálatok a Sátorhegységben Sárospatak környékén — Mikroklimatische Untersuchungen im Sátorgebirge um Sárospatak. Acta Geobot. Hung. 5, 290–314.
4. H o r á n s z k y, A. 1957: Mikroklima-Messungen am Szentmihály-Berg bei Nagymaros. Ann. Univ. Sci. Budapest. Sect. Biol. 1, 89–131.

5. J a k u c s, P. 1954: Mikroklímamérések a Tornai Karszton, tekintettel a fatömegprodukcóra és a karsztfásításra. — Relevés microclimatologiques en rapport avec la production de bois et le reboisement des surfaces dénudées (carstiques). *Ann. Mus. Nat. Hung.* 5. 149–173.
6. J a k u c s, P. 1959: Mikroklímaverhältnisse der Flaumeichen-Buschwälder in Ungarn. *Acta Agron. Hung.* 9. 209–236.
7. P r é c s é n y i, I. 1956: Mikroklímamérések a gödöllői Szárító-puszta legelőjén — Microclimatological measurements on the pasture of Szárító-puszta near Gödöllő. *Bot. Közl.* 46. 267–274.
8. S o ó, R. 1929: Kísérleti ökológiai tanulmányok a Balaton vidékén. I. Párolgásmérések különböző növényzövetkezetekben. — Experimental-ökologische Studien am Balaton. I. Transpirationsmessungen in verschiedenen Pflanzengesellschaften. *Math. Term. Tud. Ért.* 46. 602–614.
9. S o ó, R. 1964: A magyar flóra és vegetáció rendszertani-növényföldrajzi kézikönyve I. — Synopsis systematico-geobotanica florum vegetationisque Hungariae I. Budapest, 1–589.
10. S z á v a-K ö v á t s, J. — B e r é n y i, D. 1948: A talajmenti légréteg éghajlata. (Das Klima der bodennahen Luftschicht). Budapest 1–106.
11. W a g n e r, R. 1955: Különböző ökológiai viszonyú területek mikroklímamérési eredményei. (Mikroklímatische Messungsergebnisse für Gebiete mit verschiedenen ökologischen Bedingungen). *Időjárás* 59. 165–169.
12. Z ó l y o m i, B. 1958: Budapest és környékének természetes növénytakarója. In Budapest természeti képe. (Die natürliche Pflanzendecke in Budapest und Umgebung). Budapest, 508–642.