

## A mikrometeoritek megfigyelése

Minden amatőrcsillagász belenyugodott már abba a nyilvánvaló ténybe, hogy az ég csodás jelenségei a megfigyelő számára nem elérhetőek, hogy derült időt, valamint a szabadban és viszontagságos körülmények közt végzett kutatást igényelnek. Rendkívüli lehetőség tehát, hogy az amatőrcsillagászatban létezik egy olyan kutatási mód is, melynél a kutatás tárgyai kézzel megérinthetők, melynél megfigyelésük csakis zuhogó esőben lehetséges, de melynél a meleg szobában igénylik a megfigyelő féltő gondoskodását ...

Ez a téma a bolygóközi anyag Földre hulló mikrometeoritikus porának észlelése, mely csak az egyik módszer a Naprendszer összes meteoranyagának vizsgálati módjai közül. A kutatás ugyanis történhet:

- a Földre lehulló meteoritok /ezek igen ritka események/ laboratóriumi vizsgálatával;
- a Föld atmoszférájába hatoló és ott felizzó meteorok vizuális, fotografikus, teleszkopikus, spektroszkopikus és rádió-radar észlelésével;
- a bolygóközi poron visszaverődő fény által keltett jelenségek /állatövi fény, állatövi ellenfény, porholdak/ vizuális, fotografikus és spektroszkopikus észlelésével;
- a mesterséges holdak és űrhajók mikrometeoritkutató programjaival;
- végül a mikrometeoritok csapadékkal lehulló szemcséinek vizsgálatával.

### A MÓDSZER KIALAKULÁSA

A mikrometeoriteszlelések történetirőinak már az is fejtörést okozhat, hogy - tekintve az észlelési módszer nagyon egyszerű voltát - miért nem észlelték ezeket akár pár száz éve is. Az érdeklődés a XIX. század közepe után kezdődött. Ekkor kezdték

megérteni a meteorok jelenségét, a meteorrajokat, az üstökösökkel való kapcsolatukat. A bolygóközi tér már nem légüres térnek, hanem porszemcsékkel telinek tűnhetett. A XX. század első felében ismerték felezeket a 0,01-0,001 mm átmérőjű szemcséket a mélytengerek iszapjában, tengeri üledékekben és fúrásokban, de a magashegységi és a sarkvidéki hómezők anyagában is találtak meteoritikus anyagot. Franciaországban, az Egyesült Államokban és a Szovjetunióban kísérleteket végeztek a porszemek összegyűjtésére, előbb a hóból, majd később a lehulló esőből is.

A bolygóközi por vizsgálata az első mesterséges holdak felbocsátása után került ismét előtérbe. A műholdakra szerelt, mikrometeoritbecsapódást jelző készülékekkel figyelték a bolygóközi teret. A NASA és a Birminghami Egyetem /amely az Explorer és Prospero műholdak mikrometeoritkutató programját kívánta kiszélesíteni/ kérte fel a Meteoradatok Nemzetközi Központját /ICMO/ arra, hogy amatőrcsillagászok bevonásával, egy nagyszabású program keretében vegyenek részt a kutatásban. E téren az angol amatőrök kezdték el a munkát a BMS-ből.

#### HAZAI TEVÉKENYSÉGEK

Az ICMO és a MMTÉH kapcsolata útján került a módszer Magyarországra. Első hír erről 1973 márciusában, az Albireóban jelent meg. Külföldön 1973-ban alakult meg a Nemzetközi Mikrometeoritkutató Hálózat /IMRN/, s ide csatlakoztak a hazai észlelők is.

A módszer különlegessége, valamint Papp János 1974-ben közölt körlevelei, fordításai 1975-re sikeresen beindították az észleléseket. Különösen jelentősnek nevezhető a Meteor 1975/1. számában megjelent monográfia, amelyen még a jelenlegi észlelések is alapulnak.

A téma népszerű lett /a hazai megfigyelési lapokat átnézve a következő 21 észlelőre találtunk: Ádám László, Csiszár Iván, Farkas Zsolt, Harsányi János, Iрмаi Attila, Hevesi Zoltán, Karászi István, Kapcsos Péter, Kelemen Zsolt, Lakatos

István, Lőrinc Miklós, Majtényi Zsolt, Mercsák József, Mohácsi Gyula, Rebrus Péter, Rohrbacher László, Szauer Ágoston, Szelják György, Szilágyi Imre, Szőke Balázs és Tóth István/, sokan próbálkoztak vele. De nagyon kevesen végeztek rendszeres munkát, és napjainkban évente csupán három-négy megfigyelő észlel rendszeresebben.

#### AZ ÉSZLELÉS MÓDJA

Mintagyűjtés: esős időben kihelyezünk a szabad ég alá egy  $\text{cm}^2$ -re pontosan ismert felületű, nem mágnesezhető anyagból /üveg, műanyag/ készült észlelőedényt /100-200  $\text{cm}^2$  közötti felületű észlelőtál már megfelelő/. Az elhelyezésnél ügyelni kell arra, hogy a másodlagos helyi szennyeződések elkerüljünk. Ezért az edényt a földtől kellő magasságban, kiemelten helyezük el. Így még nagyobb esőben sem verődik tele szennyeződésekkel. Néhány órai eső után sokszor több száz "számlálnivaló" szemcsét találhatunk az észlelőedény alján. Az észlelési idő legalább egy óra legyen, de tetszőlegesen hosszan folytatható, akár az eső végéig. Mindezeket az adatokat /hely, időpont, -tartam stb/ természetesen fel kell jegyezni az észlelőlapra. A mikrometeoritok aktivitásának finom változásait egy-egy esős periódus során a minél gyakrabban vett mintákkal vizsgálhatjuk legjobban. Ez célszerűen óránként váltott észlelőedényekkel és a minták külön vizsgálatával valósítható meg. Így a mikrometeoritok mennyiségi, méret- és anyagminőségi eloszlását, valamint az eső idejétől és erősségétől való függését lehet kutatni. Igaz azonban, hogy ekkor módszerünk már nagyobb felszerelést és nyugodtabb körülményeket kíván.

Előkészület a feldolgozásra: az általunk kívánt idő letelte után az észlelőtálat bevisszük, hiszen a tálban ott található a mikrometeoritikus részecskék is. Ezután a további munkát többféleképpen is elvégezhetjük. Lényeg, hogy egy leginkább megfelelő módszert kiválasztva, mindig azonos módon észleljünk, és az észlelési lapra a módszer milyenségét is jegyezzük fel.

Az egyik módszer szerint a begyűjtött csapadékot 15-20 percreg ülepítjük, majd óvatosan leöntjük a vizet. A tál alján

ott található a parányi mikrometeoritok is, ezért ezt az anyagot - esetleg pár csepp vízzel higitva - tiszta fehér lapra kell önteni. /A lap alá célszerű több réteg itatóspapírt vagy más nedvszívó anyagot rakni/. Néhány órai száradás után elvégezhetjük majd a további vizsgálatokat.

A másik módszer szerint a begyűjtött csapadékot szűrőpapíron átszűrjük. Ezután a szűrőpapírt megszáritjuk, és a rajta fennmaradt szemcséket egy tiszta, fehér papírlapra óvatosan átkotorjuk, s a további vizsgálatok ezen történnek.

A száritásnál ügyelni kell arra, hogy az ne túl hirtelen történjen, mert az erősebb levegőáramlás a parányi szemcséket lesodorhatja a papírról. Ugyancsak rendkívül óvatosan kell kezelni a mikrometeoritokkal teli papírlapot, kerülve a hirtelen mozdulatokat és az erősebb lélegzetvételt, hiszen az a célunk, hogy minél kevesebb szemcse vesszen kárba!

Megjegyzendő, hogy tanulmányunk készítésekor valamennyi eddigi észlelő tapasztalatait, gyakorlati fogásait megtudakoltuk. A hazai észlelők több leleményes gyűjtési módszert is kipróbáltak, de ezek némelyike /más észlelési módszerrel történő összehasonlítás alapján/ néha nagyságrendekkel más értéket adott. Például nem vált be a közvetlen szűrőpapiros módszer /Farkas Zs./: bármennyire védte is a csapadékcseppektől, kb. tizednyi értékeket kapott a hagyományos észlelésmóddhoz képest. Hasonlóképpen alacsonyabb aktivitási értéket ad a szemcsék darabonkénti "kiszedegetése" a mintákból /Szauer Á./ A fentebb említett két eljárás viszont melegen ajánlható; a későbbiekben feldolgozott adatok mindegyike ezek szerint készült, s a módszer 0,004 mm-es átmérőig megbízhatónak tűnik.

A részecskeszámlálás a következő módon történik. A papír alá rakjunk erős mágnezt, amelynek enyhe mozgatásával viszonylag könnyen összegyűjthetők a vasmeteoritok. Célszerű fényes és sima felületű fehér vizsgálópapírt használni, mert így a szemcsék nem ragadnak bele a bolyhokba, és a mágnes hatására könnyen mozognak. A számláláshoz egy kb. tízszeres nagyítású kézi nagyító is jól használható. A mágneses erővonalak mentén

elhelyezkedő, és a mágnes mozgatásával billegő-mozgó szemcséket a lehető legpontosabban számláljuk össze, s jegyezzük fel az eredményt. Ügyelni kell arra, hogy az egyes szemcsék felmágneseződhetnek és összetapadhatnak. Kis nagyítással nézve ezek pálcika alakot ölthetnek. Gondosabb vizsgálattal azonban általában elkülöníthetők. A számlálás elvégzése után a megfelelő adatokat vezessük át észlelőnaplónkba, és töltsük ki az 1. ábrán bemutatott észlelési lapot, s ezt minden hónap végén, a következő hó 6-ig küldjük meg az MMTÉH adatgyűjtőjéhez.

MMTÉH - NEMZETKÖZI MIKROMETEORIT-KUTATÓ HÁLÓZAT

Észlelő neve: ..... Megfigyelés száma:<sup>1</sup> .....

Időpontja: ..... Észlelési hely: .....

Észlelési hely földrajzi hosszúsága:..... szélessége: .....

Észlelés kezdete: ..... /UT/ Vége: ..... /UT/

Időtartam: .....

Észlelt vasrészecskék száma: ..... db Becsapódási felület: ..... cm<sup>2</sup>

Megjegyzések:<sup>2</sup> .....

.....

.....

A csapadék mennyisége: ..... /mm/ Formája:<sup>3</sup> .....

Intenzitása: .....

Mikroszkópos megfigyelések és rajzok:

<sup>1</sup> A megfigyelések számát folyamatosan kell számozni, 001-től kezdve.

<sup>2</sup> Pl: a megfigyelési módozatra vonatkozó utalások, észrevételek, időjárás körülmények, szél, a csapadék kezdete és vége.

<sup>3</sup> A csapadékforma lehet: zápor, zivatar, csendes eső, viharos eső, hó stb.

## AKTIVITÁSSZÁMITÁS

A különféle módszerrel, időtartammal, felülettel megfigyelt eredményeket az IHR számításával együttesen értékelhetjük ki és vonhatunk le további következtetéseket.

Az IHR [=Impacting Hourly Rate = óránként becsapódott mennyiség/ azt a mikrometeoritmennyiséget jelenti, amely a Föld felszínének 1 km<sup>2</sup>-ére, egy óra alatt le-  
hullik.

Kétféle meteorit van. Mágnesezhető /azaz fémtartalmú/ és kő-  
meteorit. A nem mágnesezhető meteoritok számát a szakirodalom  
szerint úgy kaphatjuk meg, ha egy 13,3-es faktorial megszoroz-  
zuk a vasmeteoritok számát. Az alábbiakban ismertetjük azt a  
mikroszkópos vizsgálatot, amely ezt nem igazolta. A téma min-  
denképpen további kutatást igényelne, s rendszeres munkával  
megállapítható lenne egy valósabb arány, továbbá az is, hogy  
ez állandó-e.

Az IHR kiszámításához szükség van az LIHR [=Local Impac-  
ting Hourly Rate = helyileg becsapódott óránkénti mennyiség/  
értékére:

$$\text{LIHR } /1/ = \frac{\text{mágnesezhető meteoritok száma}}{\text{észlelési idő órákban}}$$

$$\text{LIHR } /2/ = \frac{\text{nem mágnesezhető meteoritok száma}}{\text{észlelési idő órákban}}$$

$$\text{TLIHR} = \text{LIHR } /1/ + \text{LIHR } /2/ = \text{az összes becsapódott meteoritok száma /óra.}$$

Ezután szükség van még az észlelőedénytől függő F arányossági tényezőre, amelynek értéke:

$$F = \frac{10^{10}}{\text{észlelési felület /cm}^2} = \frac{10\ 000\ 000\ 000}{\text{észlelési felület /cm}^2}$$

Az IHR valós értéke:

$$\text{IHR} = F \times \text{TLIHR}$$

Vizsgálatainkhoz bevezethetjük a teljesen észleléseinken alapuló "mágneses IHR" /azaz MIHR/ fogalmát, kiküszöbölve így a rövidtávú vizsgálatoknál bizonytalanul zavaró és eloszlásvizsgálatunkhoz amúgy is felesleges 13,3-es "kőszorzót".

$$\text{MIHR} = F \times \text{LIHR } /1/$$

A MIHR-értékek igen nagy változást mutatnak. Például Majtényi Zs. 1980. október 10/11-én  $0,72 \times 10^8$ ; míg 1981. január 3-án  $915 \times 10^8$  értéket mért.\*

## NEHÁNY EREDMÉNY

Vizsgáljuk meg a mikrometeoritok időbeli eloszlási görbéit különféle esetekben. Mivel a rendelkezésünkre álló adatok kisszámúak, mindössze az eloszlás rendkívül változatos voltára hívnanék fel a figyelmet.

A 2. ábrán látható eloszlást Majtényi Zs. kapta, egyenletes, csendes esőben. Az észlelés kezdetekor már jó ideje esett az eső, és másnap reggelig folytatódott. Az észlelőtől óránkénti cseréjével, a folyamatos számolással biztosan észlelhető egy csúcs 1980. október 10-én, 17:00 UT-kor.

A 3. ábrán egy ötnapos észleléssorozat kiátlagolt /simított/ eredménye látható, ugyancsak Majtényi Zs. észlelése alapján. A mintákat mindig csendes esőből vette. Itt is csak a váratlan változásra lehet rámutatni. De az anyag még nem elegendő egyértelmű következtetésekre az eső ideje és erőssége, valamint a mikrometeoritikus aktivitás között.

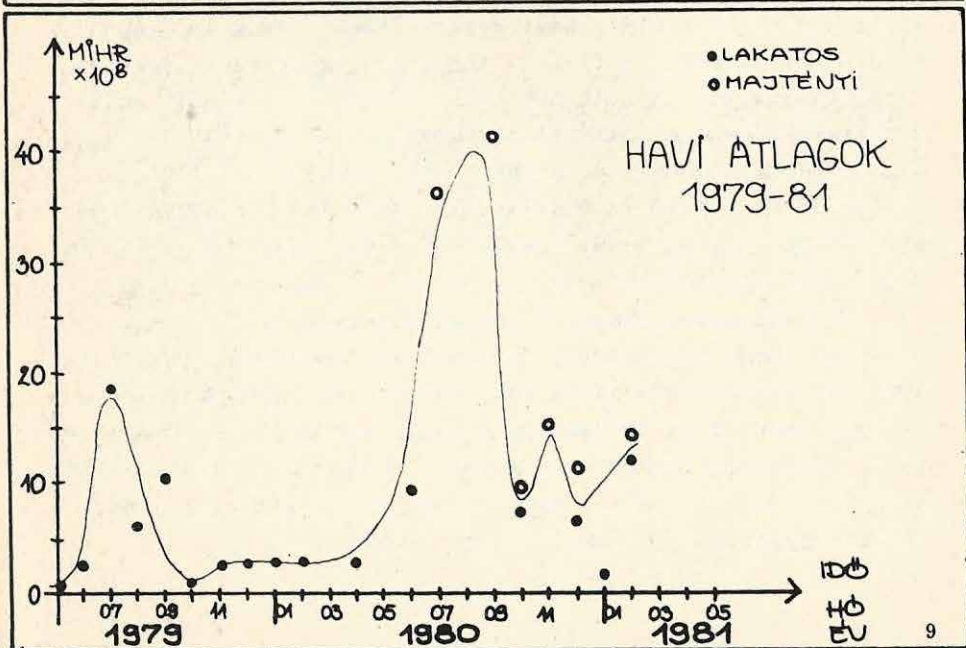
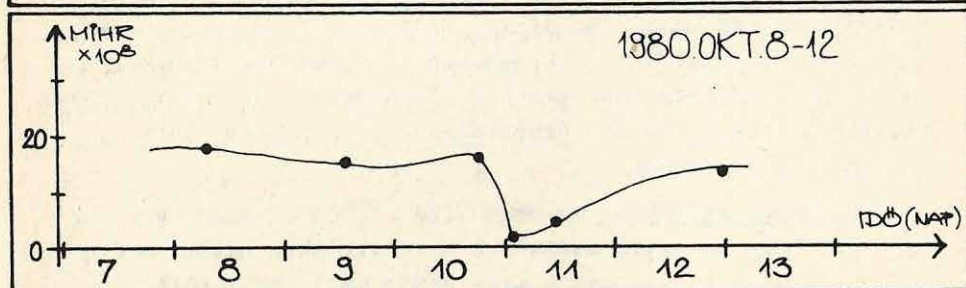
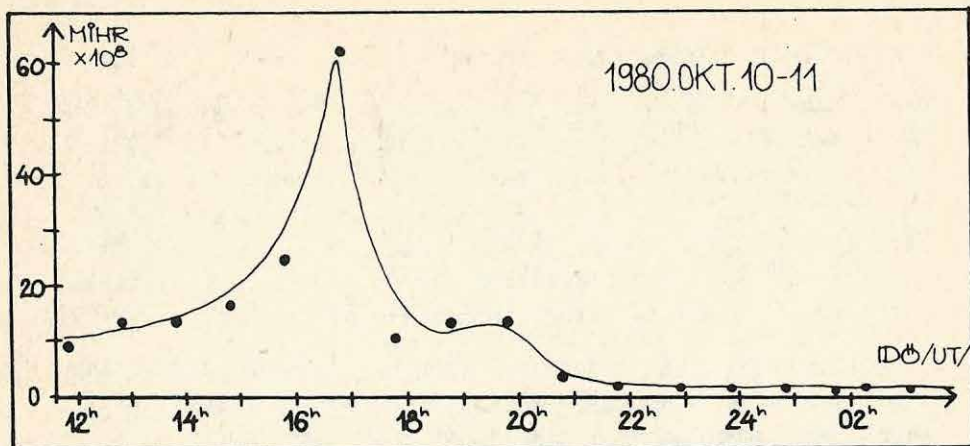
A 4. ábrán az utóbbi két év aktivitásának lefolyása látható, mely Lakatos I. és Majtényi Zs. rendszeres és egyező módszerű munkája alapján készült. Látható, hogy a pontos görbe szerkesztéséhez és az aktivitás részletes vizsgálatához jóval több észlelő adataira lenne szükség. Ehhez kérjük az észlelő amatőr-csillagászok aktívabb közreműködését.

2. ábra

3. ábra

4. ábra

\*Ez az  $n \times 10^8$  alakú megadás azért is jó, mert az  $n$  szám /a fenti példában 0,72, illetve 915/ közvetlenül a  $db/dm^2 \times \text{óra}$  becsapódási értéket adja, ami szemléletesebb a  $db/km^2 \times \text{óra}$  értéknél.



## A MIKROSKÓPOS VIZSGÁLATOK

újabb nagy lehetőséget rejtenek magukban. Ez elvégezhető rögtön a számlálás után, de az összegyűjtött anyagot kis papírlapba hajtogatva /az időadatokat ráírva/ tárolhatjuk is, s így későbbi időpontban vizsgálhatjuk. A vizsgálathoz gyakorlatilag bármilyen mikroszkóp alkalmas. A 40-60 x-os nagyítás már elegendő a biztos alakfelismeréshez. 100 x-os nagyítással pedig már a mikrometeoritok finomszerkezete is tanulmányozható!

Alsó világitásnál a szemcsék árnyképe látható. Igazi szépségüket azonban csak felső világitással mutatják meg. Ennek megoldása - amennyiben a mikroszkóp eleve nem rendelkezik ilyesmivel - az optikában jártas amatőrjeinknek nem okozhat különösebb problémát. A mikroszkóppal rendelkezők, vagy akiknek időnként mikroszkóphasználati lehetősége van, statisztikus eloszlási vizsgálatokat végezhetnek a szemcsék alakjára, anyagára vonatkozóan.

A szemcsék rajzolása is szép feladat. Célszerűen úgy lehet végezni, hogy az egyik szemmel a mikroszkópban nézzük a szemcsét, míg a másik szemmel a mikroszkóp mellé helyezett lapra rajzoljuk a körvonalát. Némi gyakorlással pontos és szép rajzok készíthetők. A távlati torzítás elkerülése érdekében a papírlapot kis rajztáblára kell erősíteni, a táblát pedig a mikroszkópokulár síkjával párhuzamosra kell alátámasztani. Ilyen vizsgálatoknál is ugyanúgy kell szoktatni a szemet, mint a távcső okulárja mögött. Itt teret kap a mikroszkópos fényképezés is, a kellő eredményt/remélhetően/ némi kísérletezés után elérhetjük.

Hazánkban mikroszkopikus vizsgálatokat Ádám L., Iрмаi A. és Kelemen Zs. is végzett, de ezt kevés szemcse alapján, avagy alsó világitással tették, Farkas Zs. 1975-ben főleg szabálytalan alakúnak látta a mikrometeoritokat: a tühegyestől a gömbölyded formáig mindenféle előfordult köztük. Nyíltságuk maximum 1:4 arányú volt. Felszínük ritkán volt sima, inkább egyenetlen, bordázott vagy gödrös.

Majtényi Zs. /Miskolc/ viszont részletesen tanulmányozta mikroszkóppal a mikrometeorit-szemcséket, ezért munkáját itt bővebben ismertetjük: 153 cm<sup>2</sup>-es üvegtálat használt a csapadék felfogására. A csapadékot porszívó-papírzsákból kivágott szűrőlapocskán szűrte át. A megszáritott mintát fényes fehér papírra kotorta, annyit hogy szabadszemmel is kellő mennyiségűnek látsszon. Egy kis mágnes hatására a szemcsék könnyedén mozogtak, bármelyik oldalukra lehetett őket fordítani. Több mint féléves gyűjtés után, 37 észleléssel, alkalmankénti bontásban és tárolással, 168 óra észlelési idő alatt 3907 db mágneses szemcsét nyert. Több ilyen észlelése esetenként négy, öt vagy tíz részből állt. /Lehetőség szerint bontott észleléseket alkalmazott; ilyenkor 10-11 órán keresztül is óránként cserélte a tálat/. Észleléseinek 45 %-át dolgozta fel részletesen egy Zeiss-Technival sztereomikroszkóp segítségével. A nagyítások 40, 63 és 100 x-osak voltak. A jellemző típusokról 100 x-os nagyítással 111 db rajzot készített, felső világitással. Az egyes fajtákról készített rajzai az 5-13. ábrákon láthatóak.

#### MORFOLÓGIAI OSZTÁLYOZÁS

A jellegzetes formákra vonatkozóan irodalmat nem találtunk, ezért vezettük be az 5-13. ábrák alapján az alábbi alaktani osztályozást, amelyet nagybetűs rövidítésekkel láttunk el. Az esetleges kisbetű a vizuálisan azonosítható anyagminőségre utal. Zárójelben tüntettük fel az egyes típusok előfordulási gyakoriságát %-ban, 1604 db szemcse átvizsgálása alapján. A rajzokon levő szemcsék néholi üde színei égés nyomát nem mutatják. És mivel sem szél, sem víz által lekoptatottnak, leghömbölyítettnek nem látszanak, így gyaníthatóan nem régóta vannak Földünkön. Kis méretük ellenére változatosabb alakokat mutatnak, mint a meteoritok, de anyaguk /kő+fém/ jelzi a rokonságot.

A típus: AMORF. Százalékosan ez a legnagyobb, összesen 53,5 %, és egyben a legváltozatosabb csoport. Méretük 1,5 mm-től, 0,04 mm-ig terjed. Összetétel szerint három alcsoportja van:

Aa = tisztán fém: felszínük bársonyosan ragyás, színeik: fekete-salakszerű, egérszürke, ezüst, zöld, arany, rozsdavörös, a bronz különféle árnyalatai; tisztán vagy keverve, esetleg valamely alapszínen pettyezve. /31,7 %/

Ab = fém alapon kő: az előzőek szerinti színelapon hófehér, sárgásfehér vagy átlátszó üveg és részleges bevonat. /7,5 %/

Ac = kő alapon fém: a kő általában piszkos sárgásfehér és opálos, de néha zöld vagy narancsos is lehet. A fém általában fekete és szemcsés vagy részleges bevonatú, néha sávós. /14,3 %/

B típus: GÖMB. Alakjuk tökéletes gömb, átmérőjük 0,02-0,08 mm, legtöbbször fém alapanyagúak. Felületük szurokfekete, aransárga, pettyes mattfekete, csikos ezüstzöld, márványos zöldesbarna. Néha a gömbre agancsszerű üvegszálak tapadnak. /13,8 %/

C típus: CSEPP. Élénkzöld - rozsdabarna márványos vagy zöldarany bársonyos felület. Nagyon kevés fordul elő. Átlagosan 0,1-0,15 mm hosszúak. Kőmeteoritokra hasonlítanak. /1,4 %/

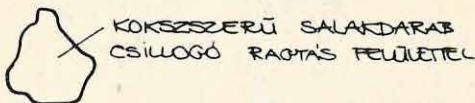
D típus: GÖMBSZERŰ. 0,05-0,2 mm közötti átmérőjűek, de kevés ilyen szemcse van. Felületük finoman ragyás, jellegzetes mattfekete, sötétszürke vagy zöldesszürke színű. /10,0 %/

E típus: LEMEZES. Átlagos előfordulású, de néha egyes mintákból teljesen hiányzik. Sokszor ivelték, pikkelyszerűek. 0,1-0,2 mm átmérőjűek és 0,01-0,02 mm vastagok. Fémesen csillogó felszínük zöldes, aranybarna, néha bársonyos márvány-mintás, ritkán mattfeketék. /12,3 %/

F típus: PÁLCIKÁK. Méretük átlagosan 0,02-0,15 mm. Néha ivelt alakúak, átmenet van a C és F csoport között. Felszínük fekete vagy fémesen csillogó zöldesbarna. Néha hosszanti szálas szerkezetű, kő + fém formájú. /1,9 %/

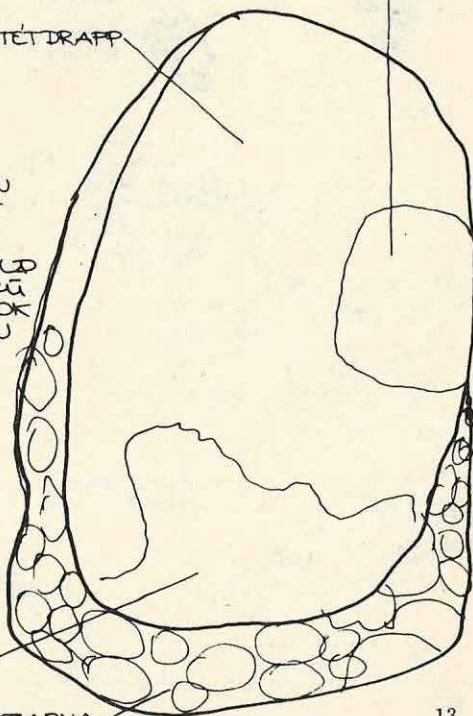
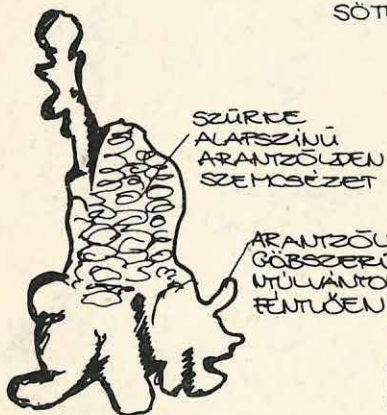
# AMORF — TISZTÁN FÉMES

# Aa



VILÁGOS  
DRAPP

0,1 MM



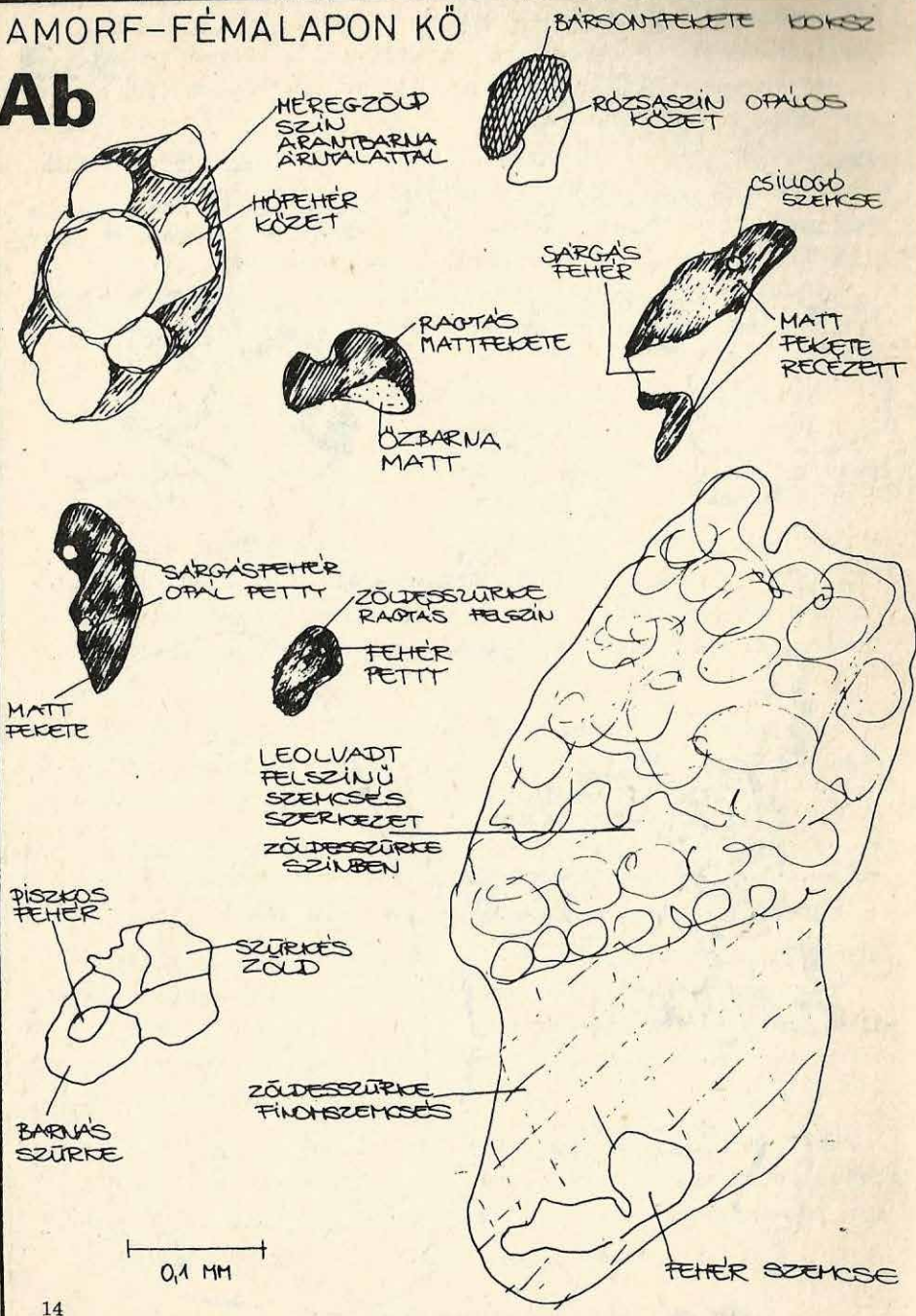
5. ábra

NAGYSZEMCSÉS KÁVEBARUA

13

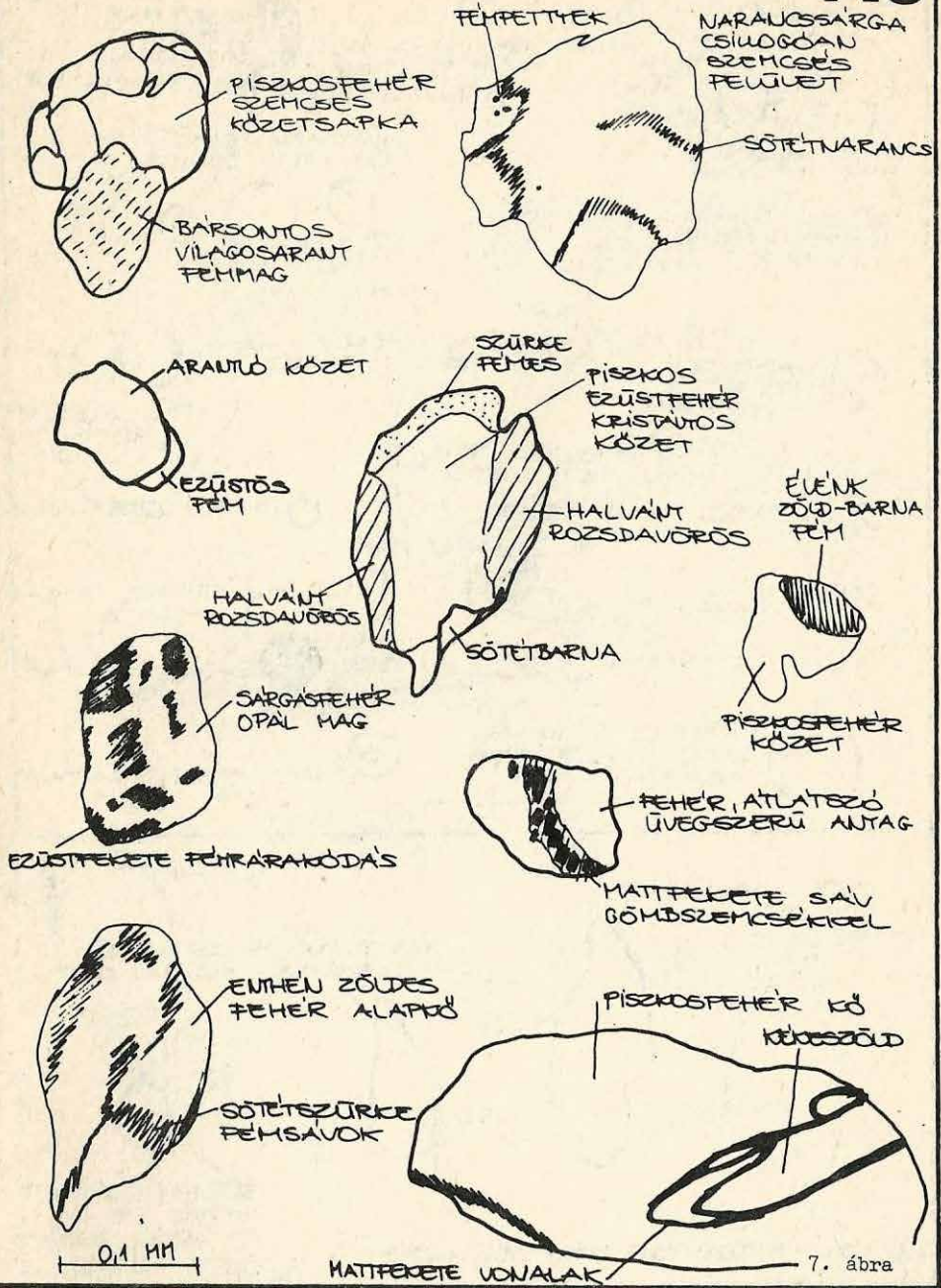
# AMORF-FÉMALAPON KŐ

## Ab



# AMORF – KŐALAPON FÉM

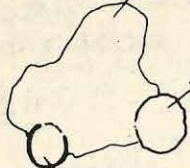
# Ac



# GÖMB

# B

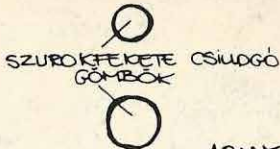
SZÜRKÉS-ROZSDABARNA  
SALAKOS FELSZÍN



DRAPP  
GOMB

SÖTÉTSZÜRKÉSZÖLD  
MÁRVÁNYOS GÖMB

FÉNYES FEHÉR  
"GYÖNGY" FEKETE  
PETTYEKEL



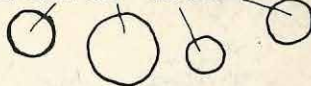
SZÜROKFEKETE  
GÖMBÖK

CSILGÓ



MATT FEKETE  
PETTYEZETT  
FELSZÍN +  
ROZSDAVÖRÖS  
ÁRNYALAT

ARÁNTSÁRGA, FÉNYES, SIMA  
TÖRLETTES GÖMBÖK



EZÜSTZÖLD  
GÖMBFELSZÍN  
FEKETE  
CSIKOZÁSSAL



BARNÁSFEKETE GÖMB  
FEKETE PETTYEKEL



PISZKOSFEHÉR  
ÁTTETSZŐ  
SÜVEGEK

FEKÉTÉSZÖLD SZÍNŰ ÉS  
SEJTETHŐ CSIKOZÁS

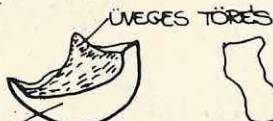


EZÜSTZÖLD SZÍN MATTFEKETE  
CSIKOS MINTÁZAT

SIMA FEKETE GÖMB



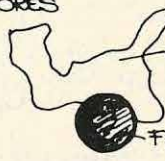
FEKETE GÖMB  
MATT CSIKOKKAL



ÜVEGES TÖRÉS

ÁTLÁTSZÓ ANKORF  
ÜVEG

EREDETILEG GÖMB  
RAGTAS SZÜROKFEKETE



FÉNYES FEKETE  
GÖMB

TÖRLETTES GÖMBALAK  
ÉLÉNKZÖLD + ROZSDABARNA  
MÁRVÁNYMINTÁZATTAL



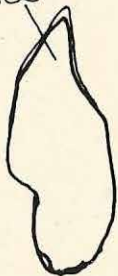
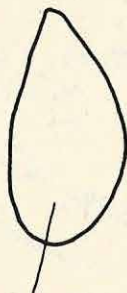
FÉNYES FEKETE BARÁZDALT  
GÖMB

0,1 MM

# CSEPP

# C

ZÖLDES BARSANTOS  
FELÜLET



BARNÁS-ROZSDAVÖRÖS  
RAGTAS FELSZÍNŰ CSEPP



SÖTÉT-KÉKESFEKETE  
RAGTAS DE  
CSILGÓ FELÜLET

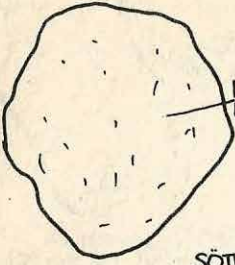


ÉLÉNKZÖLD + ROZSDABARNA MÁRVÁNYOS MINTÁS

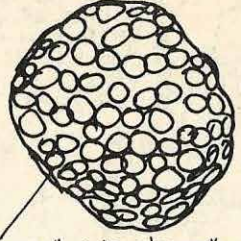
0,1 MM

8. ábra

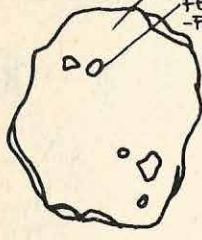
D



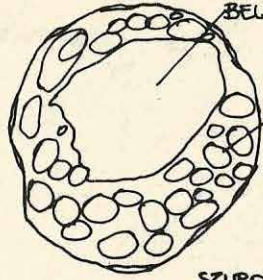
MATT, ZÖLDESSZÜRKE  
EGYENLETLEN FELÜLET



A "MÁLNASZEM"-KISMERETŰ GÖMBÖK-  
BŐL ÁLLÓ GÖMBSZERŰ SZEMCSÉ FELTÉS  
ZÖLDESFEKETE FELSZÍN, A KIS GÖMBÖK  
FELSZÍNE CSÍKOS.

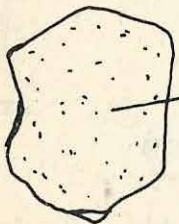


SÖTÉT ZÖLDESSZÜRKE  
MATT FELÜLET  
FEHÉR KRISZTÁLY-  
FETTYEKEL



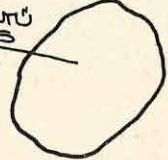
BELSŐ MAG?

SZÜRKE-SBARNÁ  
RAGYÁS  
FELÜLET  
EZÜSTZÖLDÉS  
PORSZÁVORÓS  
FETTYEKEL

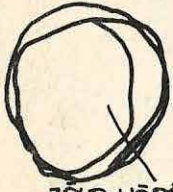
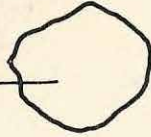


SZÜRKE-SBARNÁ RAGYÁS  
FELÜLET RITKÁN  
EZÜSTÖS FETTYEKEL

SZUROKÉNTŰ  
SZEMCSÉS  
FELÜLET

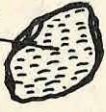


BARSONTOS  
REZUVORÓS  
FEHES FELÜLT

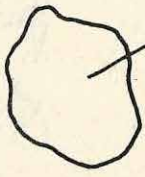


ZÖLD-VÖRÖS  
MARVANTOS  
MINTAZAT

KÖRÖSFEKETE  
SALAKOS RAGYÁS  
FELSZÍN



SÖTÉT-KÖRÖSFEKETE  
RAGYÁS DE CSILLOGÓ  
FELSZÍN

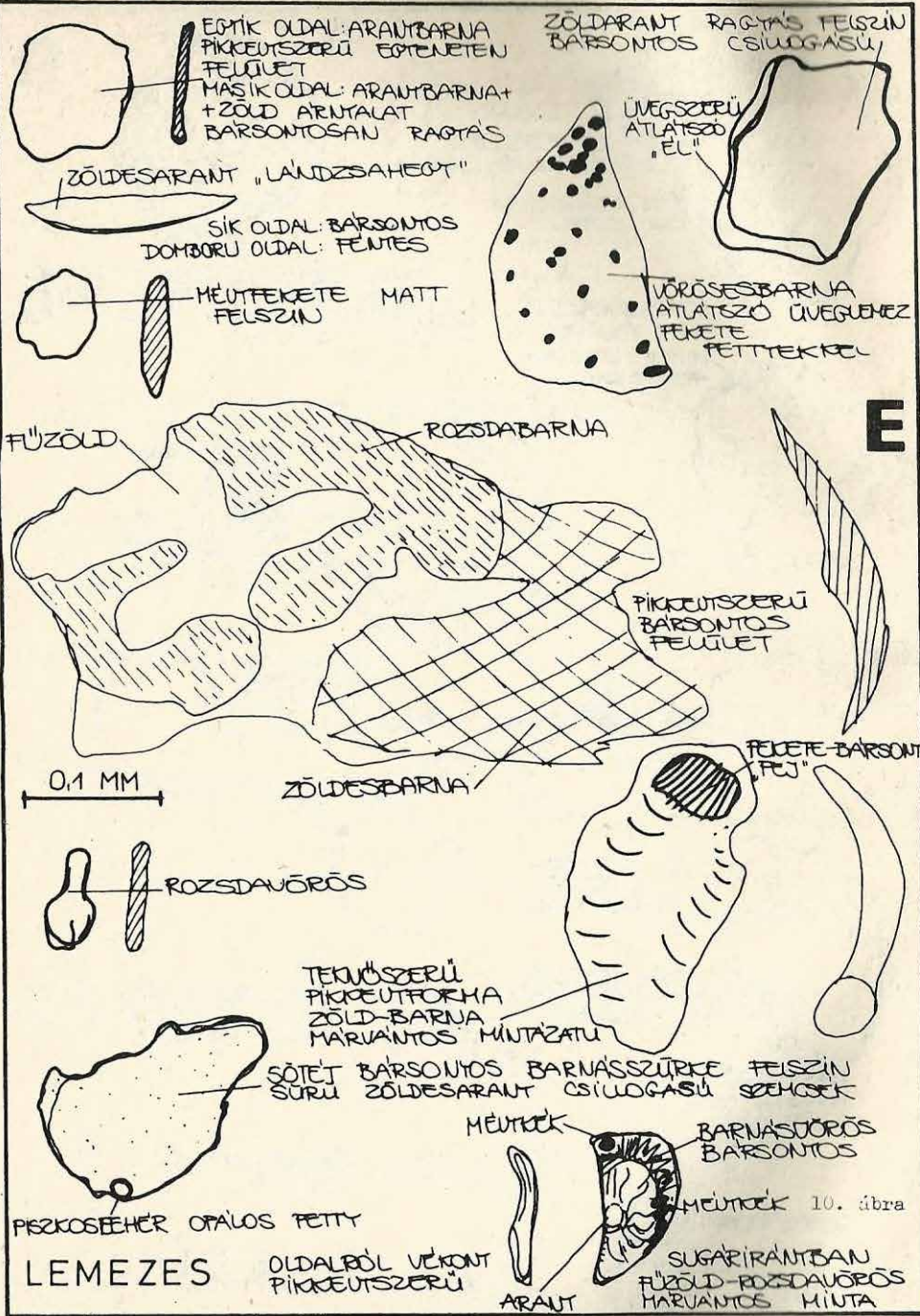


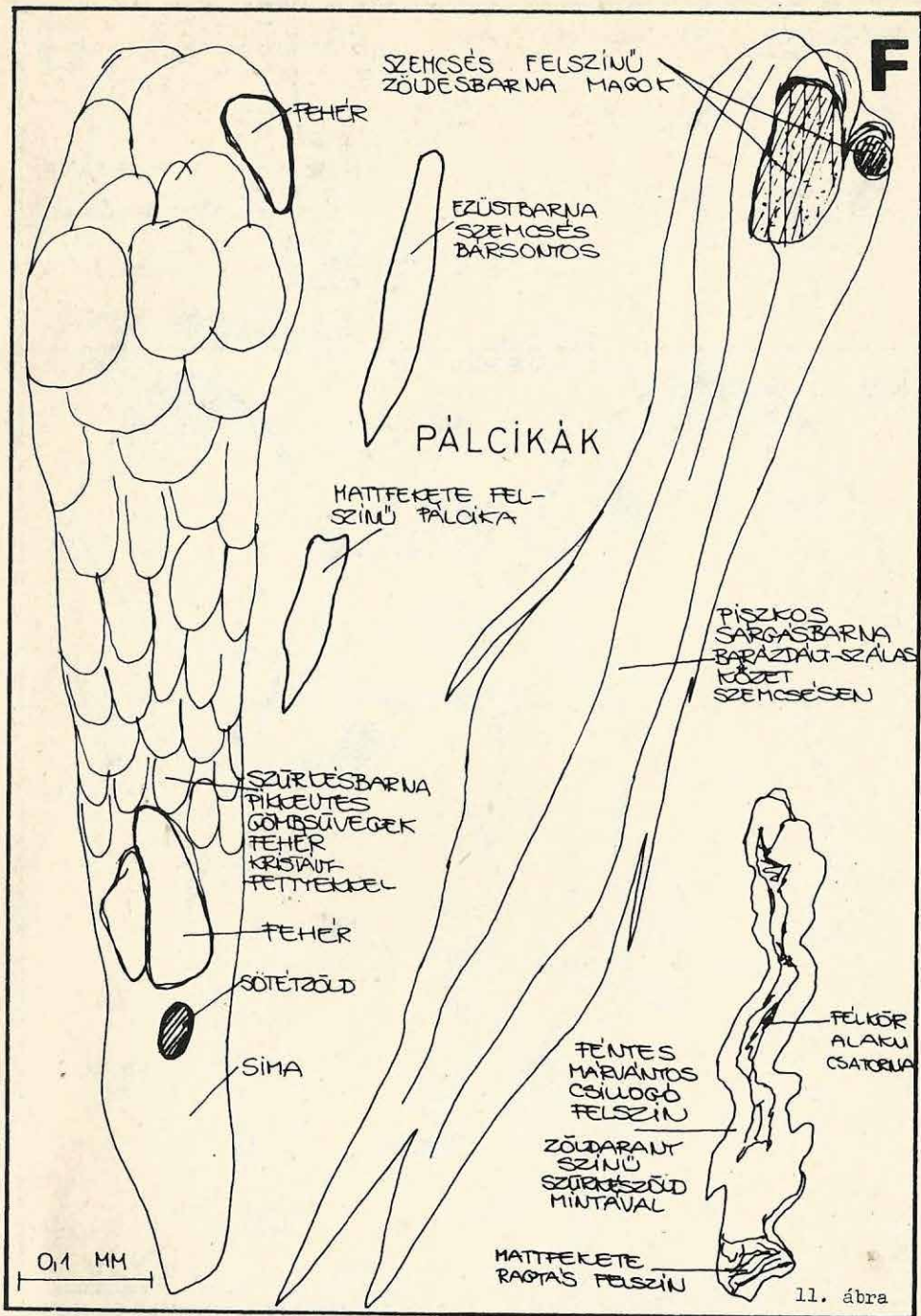
CSILLOGÓ  
RAGYÁS ZÖLDESSZÜRKE  
FELSZÍN

### GÖMBSZERŰ

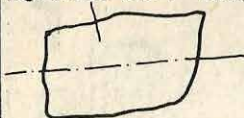
0,1 MM

9. ábra

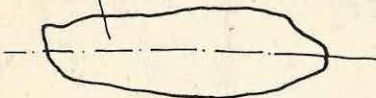




ZÖLDESBARNA BARSONTOS



FINOMAN TAGOLT  
BARSONTFEKETE



HENGEREK

G



0,1 MM

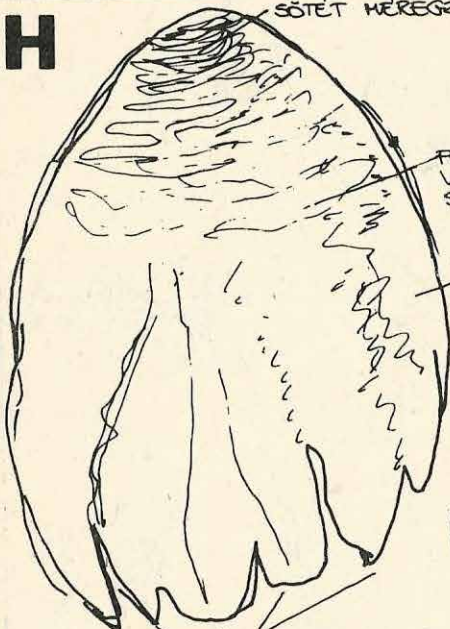
BARSONTOS MATT-FEKETE  
FELSZÍNŰ  
RITKA FÜZÖLD FETTEKTEL



HENGEREK ÜVEGBE ÁGTAZOTT  
FELSZÉKSEK

H

SÖTÉT MÉRGEZŐD FEJ



0,1 MM

EGÉRSZÜRKE  
KÖZET

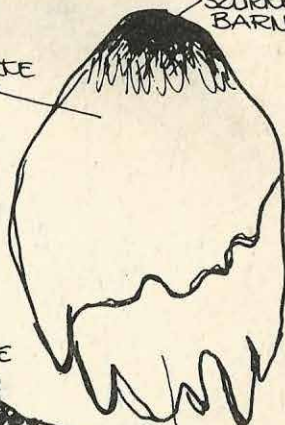
FOKOZATOS  
VILÁGOSODÁS  
SÁRGASZÖLDIG

FINOM  
SZEMCSÉS  
ALAP

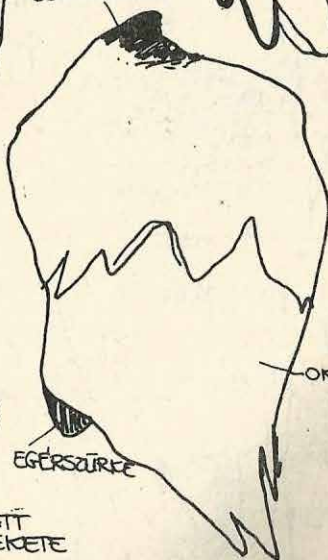
SÖTÉTSZÜRKE

SZÁLAS SZERKEZETŰ  
CSÚCSOK

SZÜRKÉS  
BARNA



OKKERSÁRGA



OKKERSÁRGA  
KÖZET

EGÉRSZÜRKE

MATT  
FEKETE

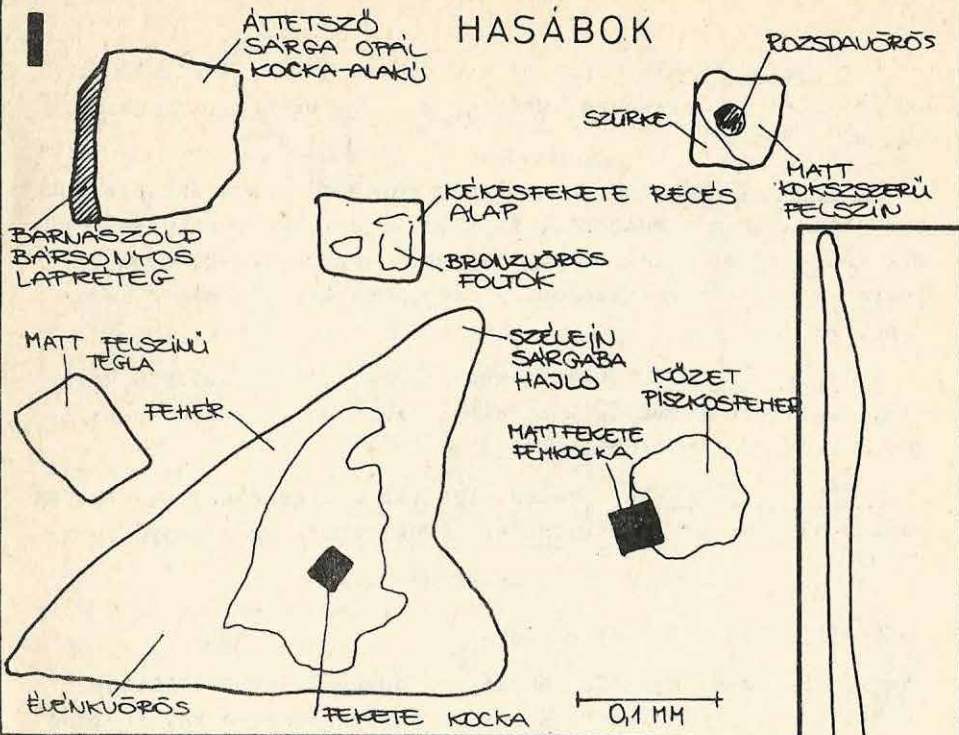
FÜZÖD  
SZEMCSÉZVE

SÁRGASZÖLD

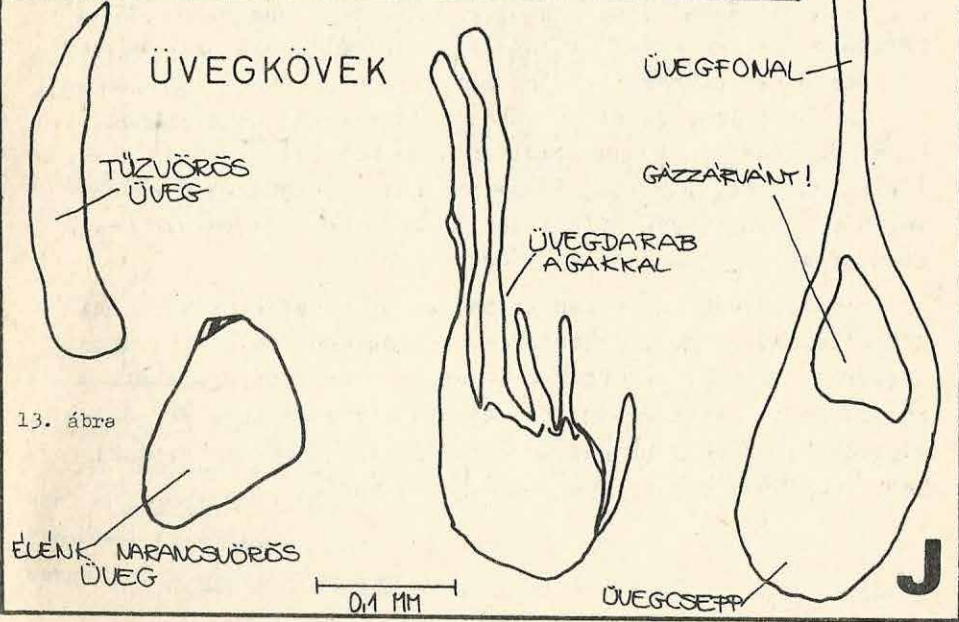
TOBOZ ALAKÚÁK

12. ábra

# HASÁBOK



# ÜVEGKÖVEK



13. ábra

**J**

G típus: HENGEREK. Méretük kb. 0,07x0,15 mm. Végeik le-  
gömbölyítettek; szemcsés, mattfekete vagy enyhén bronzos felü-  
letűek. /3,3 %/

H típus: TOBOZ alakúak. Különös kategória, de részleteikben  
sok hasonlóságot mutatnak. Kb. 0,3 mm méretűek. Hegyesebb ré-  
szük sötétedést mutat. Rendkívül szép képződmények, néha pik-  
kelyesek; színük változatos. A nagyobbak gyengén mágnesezhe-  
tők. /2 %/

I típus: HASÁBOK. Néhány szemcse meglepően szabályos kocka  
vagy téglatest formájú. Mattfekete, salakos felszínűek. Átlag-  
os méretük 0,1 mm körüli. /0,8 %/

J típus: ÜVEGKÖVEK. Szálas, fonalas szerkezetűek, meglepően  
szálas alakzatokkal. Átlátszóak, üvegszerűek vagy tűzvörösek.  
/1 %/

#### A KŐ-MIKROMETEORITOK VIZSGÁLATA

Elég problémás ügy! Mikroszkóppal sok példányukat kétség  
nélkül azonosítani lehet. A kő+fém anyagú szemcsékkel történő  
összehasonlítással lehet ezt leginkább biztossá tenni. Ha a  
kérdéses szemcse anyaga külső megjelenésében azonos a kő+fém  
mikrometeorit kőanyagával, ez már erre utal. Csak lehetséges,  
hogy a benne levő sötét fémszemcse túlságosan kicsi ahhoz,  
hogy a mágnes meg tudja mozditani, de meteorikus eredete va-  
lószerűsíthető. Alakilag és színre azonos szemcsék néha elő-  
fordulnak fémpettyek nélkül is. A leírt módszer persze nem a  
kő-mikrometeoritok összegyűjtésére szolgál.

Számos példányon szépen láthatóak az olvadás nyomai. Szi-  
nük átlátszó üveg, piszkosfehér, sárgásfehér, élénk narancs,  
tűzvörös, füzöld, okkersárga és egérszürke, opálos lehet. A  
kő mikrometeoritok néhány fajtája: a toboz alakúak /H/ és az  
üvegek /J/ fentebb külön morfológiai besorolást kaptak.  
Nem, vagy csak nagyon gyengén mágnesezhetőek.

## MIKROMETEORITOK MÉRETEI

A rajzokon láthatóan a 0,1 mm átmérőjű szemcsék képviselik az átlagot. Természetesen ezek a "látványosabb", nagyobb szemek. Az irodalom sok helyen említi azt a tényt, hogy a Napot körülvevő, lapos, korong alakú porfelhő - amely az ekliptika síkjában van, tehát a Föld benne kering - anyagának túlnyomó többsége 0,1-0,001 mm átmérőjű részecskékből áll. Megemlítenéd még Kordylewski, aki a Hold távolságában levő porholdakat - tehát egy sűrűbb porfelhőt - alkotó porszemek átmérőjét 0,2-0,1 mm közöttinek számította. Ha valamilyen módon 0,001 mm-nél is kisebb porszemcsék keletkeznek, úgy ezeket a Nap fénynyomása hamar "kinyomja" a külső régiókba, ugyanis tömegükhöz képest felületük már igen nagy. Így a Föld környezetében ennél kisebb szemcsék nemigen lehetségesek. /Itt említjük meg, hogy a bolygóközi pornál egy nagyságrenddel kisebb, azaz kb. 0,0001 mm-es szemcseméretű a csillagközi térben elhelyezkedő finom por, amely néhol csillagközi porfelhőket alkot. Ez szintén a sugárnyomás hatása miatt nem észlelhető a Föld környezetében.

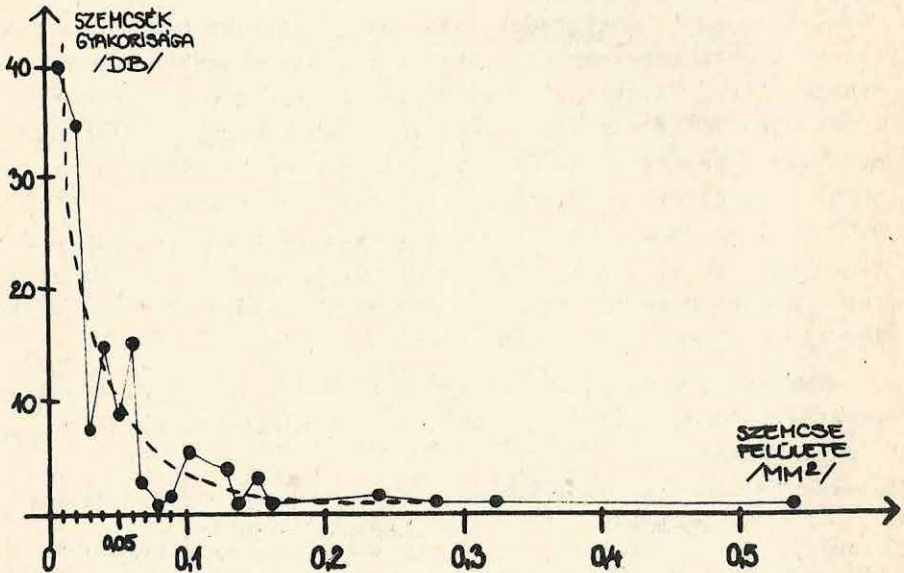
A meteorok méret szerinti gyakoriságáról az alábbi táblázat ad áttekintést, melyből látható, hogy a mikrometeorikus por a legjelentősebb:

átmérője /mm/	A szemcsék tömege /mm/	Naponta a Földre hulló részek össztömege /t/
10	2000	1
1-10	2000-2	5
0,1-1	-0,002	20
0,1	0,002	5000

Farkas Zs. 1975-ben végzett észlelései alapján megvizsgálta 150 db mikrometeorit-szemcsének a mikroszkópban mutatott képét. A 14. ábrán látható eredménye: a vízszintes tengelyen a szemcsék árnyképének keresztmetszeti területe, a függőleges tengelyen a gyakoriság van feltüntetve. Láthatóan az eloszlás

0,015 és 0,06 mm<sup>2</sup>-nél sűrűsödik, s ez gömbalakot feltételezve 0,16 és 0,32 mm-es átmérőt jelent.\*

14. ábra



\*Megjegyzendő, hogy a minta statisztikusan csekély, így nem szabad túlértékelni e két sűrűsödést. Az ábra pontjaira a szaggatott /közel fordított arányosságot reprezentáló/ görbe is legalább olyan jól il-lik! /A szerk./

Hogy az irodalomban említett átmérő- és tömegadatokat átszámíthassuk, közlünk egy erre vonatkozó táblázatot:

A szemcse átmérője /mm/ kő	T ö m e g e /mg/ vas	Fényesség* / <sup>m</sup> /
10	1300	- 5
5	160	- 1
1	1,3	+ 3
0,5	0,16	+ 7
0,1	0,0013	+10
0,05	0,00016	
0,01	0,0000013	
0,005	0,00000016	
0,001	0,0000000013	

\*Az utolsó oszlopban a szemcse 50 km/s-mal való légkörbe rohanása esetén, 100 km távolságról látható vizuális fényesség szerepel. Ez /több ellentmondásos érték átlagaként/ csupán tájékoztatásul szolgál. A leg-halványabb teleszkopikus meteorok 8-10<sup>m</sup>-t is elérnek, az ennél kisebb méretű vagy sebességi szemcsék már nem villannak fel.

#### A MIKROMETEORITOK KÉMIAI ANALIZISE

A mikrometeoritok gyűjtése nemcsak számszerű vizsgálatukat, hanem /megbízható szelektálás, mágneses és mikroszkópos azonosítás után/ a meteoritok anyagi összetételének vizsgálatát is lehetővé teszi. A szakirodalom tanúsága szerint a vas-meteoritok leggyakoribb összetétele: 10 % Ni + 90 % Fe, míg a kő-vas meteoritok összetétele: 3-5 % Ni + 45-55 % Fe + 40-52 % kő.

Az üledékből mágnessel kiszűrhető részecskék között - speciális összetételük miatt - földi eredetűek nem, vagy csak igen ritkán fordulhatnak elő. Így a két vizsgálat /a mágneses és a mikroszkópos/ a harmadik /a vegyelemzés/ segítségével újabb megerősítést kaphat; másrészt ha a mikrometeoritokat rajok szerint elkülönítve vizsgáljuk - az egyes fémtartalmú rajtagok átlagos kémiai összetételére is adatokat kaphatunk.

A vizsgálat három módszerrel is elvégezhető lenne, melyből kettő /a spektrográfiai és a gázkromatográfiai/ bonyolult, drága felszereléseket igényel, így amatőrviszonylatban gyakorlatilag megvalósíthatatlan. A harmadik módszer a vegyelemzés, középszintű vegyészeti ismereteket és a szükséges eszközökkel és vegyszerekkel felszerelt kémiai laboratóriumot igényel. Ez azonban gyakoribb, s egyes szakkörök képzett vegyésszel is rendelkeznek, így az alábbiakban közöljük egy lehetséges analízis leírását:

Az elemezni kívánt, kb. 1,5 mg tömegű mintát kémcsőben 5 ml forró cc HCl-ban /37 %/ oldjuk. Miután a Ni is feloldódott, az elegyet lehütjük és kvantitatíve 150 ml-es főzőpohárba vesszük, majd hozzáadunk 2 ml 30 %-os H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-ot és 5 percig forraljuk.

Ezután hozzáadunk 5 ml cc NH<sub>4</sub>OH-t és további 5 percig forraljuk. A levált rozsdabarna színű csapadékot forrón szűrjük, hamumentes szűrőpapírra. A csapadékot cc NH<sub>4</sub>OH-dal és desztillált vízzel öblítjük, majd porceláncsészébe helyezük és 500 °C-on kiizzítjuk.

Az izzítási termék tömegéből a garvimetrikus faktor /gf/ segítségével számítjuk ki a Fe mennyiségét. A szűrletet titrálólombikba dekantáljuk, majd 5 ml puffer-oldatot és kb. 0,1 mg murexid indikátort adunk hozzá.

A titrálást 0,01 m K<sub>III</sub> oldattal végezzük. A végpontban az oldat sárgából kékesibolyába csap át.

$$g_{\text{Fe}}^f / \text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,3497$$

$$\text{Titer: } 1 \text{ ml } 0,01 \text{ m } K_{\text{III}} \text{ oldat} \\ 0,5871 \text{ mg Ni-t mér } /T/$$

$$\text{Fe } \% = \frac{M \cdot g_f \cdot 100}{b}$$

$$\text{Ni } \% = \frac{v \cdot T \cdot f \cdot 100}{b}$$

ahol: M = csapadék tömege  
izzítás után

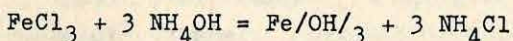
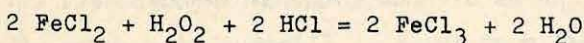
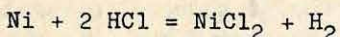
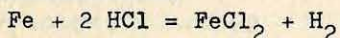
b = minta tömege

ahol: v = K<sub>III</sub> fogyás /ml/

T = titer mg/ml

f = K<sub>III</sub> faktora

### Reakcióegyenletek:



— Puffer oldat: 0,83 g  $\text{NH}_4\text{Cl}$ -ot kevés vízben oldunk, 11,3 ml cc  $\text{NH}_4\text{OH}$ -ot adunk hozzá, és desztillált vízzel 100 ml-re hígítjuk.

— Murexid és eriokrómfekete T szilárd indikátorok készítése:

murexid:  $\text{KNO}_3 = 1:500$

eriokr.T:  $\text{KNO}_3 = 1:500$

— 0,01 m  $\text{K}_{\text{III}}$  készítése és faktorozása: 3,8 g  $\text{K}_{\text{III}}$ -at és 0,86 g  $\text{NaOH}$ -ot oldunk, majd 1000 ml-re töltünk. 10 ml  $\text{MgSO}_4$  törzsoldat + 5 ml 1 n  $\text{NaOH}$  + 0,3 g eriokrómfekete T indikátor titrálás  $\text{K}_{\text{III}}$ -mal égszínkéig  $f = -10/y$   $\text{MgSO}_4$ -törzsoldat: 2,4649 g  $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  feltöltve 1000 ml-re.

### MIKROMETEORITOK KELETKEZÉSE

Felvetődhet a kérdés, hogy honnan származik a mikrometeoritokat "szülő" finom porfelhő. A porszemcsék keletkezésének okozói az alábbiak lehetnek:

- az egymással összeütköző kisbolygók törmelékképző tevékenysége, anyagveszteségük, porlódásuk révén;
- a kisbolygókra csapódó meteorok, hiszen ez gyakori esemény lehet jelenleg is. A kis aszteroidákon a szökési sebesség is kicsi, így a keletkezett por és törmelék könnyen elhagyhatja az égitestet;
- az üstökösök előregedése. Jelentős mennyiségű port termel, ahogy többszöri visszatérésük során fokozatosan széthullanak, darabolódnak;
- a Holdba ütköző meteorok tevékenysége. A felcsapódott por részecskéinek sebessége néha meghaladhatja a szökési sebességet. Megjegyzendő, hogy a holdexpedíciók által talált

holdporréteg 0,1-0,01 mm-es szemcsékből áll. Ezek jobbára közel gömb alakú, majdnem tisztán üvegszerű anyagok. Feltételezhető, hogy a felszínre becsapódó meteorok olvasztották meg a kőzetet, és az olvadék gömböcskékké dermedt.

Ezt a bolygóközi port jelzi az állatövi fény, s az ellenfény az égen, az ekliptika mentén. Ez a jelenség tulajdonképpen a porszemcsék sokaságán visszaverődő napfény. A részecskék létének legnyilvánvalóbb bizonyítéka azonban az a koptató /néha pusztító/ hatás, amelyet a világűrben száguldó űrszondák felületén fejtenek ki. Sok műholdnál külön kutatási program volt a mikrometeoritok vagy érzékelőkkel való regisztrálása. De tudunk a felsőlégkörből repülőgépekkel mikrometeorit-csapdába ejtett és lehozott mintákról is.

A bolygóközi porszemcsék közül a 0,001 mm-nél nagyobb darabok a Nap körüli pályán mozognak. Egyre szűkülő pályán haladnak, egyre közelebb a Naphoz, végül behullanak. Mivel jelenleg is találunk port, ez azt jelenti, hogy valahonnan folyamatosan pótlódik. /Egyes szerzők százezer évenkénti teljes kicserélődést adnak meg! / Az utánpótlásra a fent felsorolt módok némelyike elegendő magyarázatot ad.

Az eredeti sebességüket és irányukat a fénynyomás, perturbációs hatások, a napszél hatására jelentősen megváltoztató, kavargó szemcsék összeütközhetnek a Földdel. De fényjelenséget nem keltenek, mivel térfogatukhoz képest igen nagy a sugárzó felületük. S így rendszerint még jóval azelőtt lefékeződnek és állandó sebességre tesznek szert, mielőtt felizzannak. Ezután a felsőlégkörbe kerülnek, majd lassan lefelé hullanak. A Föld gravitációs hatását mérsékli az egyre sűrűbbé váló légkör is. A kozmikus eredetű porszemekre már 80-100 km magasan jég szemcsék rakódhatnak, amelyek felhővé tömörülnek. Ezek a mozgó világító felhők vagy ezüstfelhők. A tovább süllyedő szemcsék aztán egyes kutatók szerint napok vagy hetek múlva érik el az 5-10 km közötti magasságot. Többen /Bowen, Gauser, Bartha/ állítják, hogy ez a por szolgáltatja a felhőképződéshez szükséges szilárd, úgynevezett kifagyási magvakat. Így kezdődhet a felhők kialakulása és végső soron

ez a por okozza az esőzéseket is. Az eső azután lehozza, szinte kimossa a magasban levő szemcséket a földfelszínre.

#### KÉRDÉSES ÉS KUTATANDÓ PROBLÉMÁK

- Milyen a mikrometeoritok évszakos eloszlás-gyakorisága? Ehhez minél nagyobb számú rendszeres észlelés kell.
- Rövidtávú, 1-2 napos vagy párórás hirtelen változások vizsgálata, gyakori edénycserékkel vizsgálva.
- Hosszabb esőzéseknél az eső ideje során bekövetkező aktivitásváltozások vizsgálata. /Lakatos L. szerint hosszabb esőzéseknél többször is tapasztalható, hogy az eső kezdetén a mikrometeoritok száma hihetetlen nagyra nő. De azután a hosszú eső során ez a szám lecsökken, és egy elfogadhatóbb értékre beáll/.
- A csapadék mm-ben mért mennyisége és a mikrometeorit-szám közötti /talán meglevő/ összefüggés megállapítása.
- Az IHR- és ZHR-értékek összefüggésének vizsgálata. /Azaz: léteznek-e külön mikrometeoritikus rajok, vagy ezek a vizuális meteorrajokhoz kapcsolódnak-e? Elméletileg az űrben az IHR pár órával előzi a ZHR-t, de míg a meteort vizuálisan azonnal látjuk, a mikroszemcsét csak jóval később, s ez eltolódást eredményez.
- Mikroszkopikus vizsgálatok a különféle időkben észlelt minták anyag- és alaki eloszlására vonatkozóan. /A méret- és tömegeloszlások Papp J. szerint jellemzőek az egyes rajokra, hiszen eredetük azonos. De a keveredés nyilván eltorzítja ezt a jellegzetességet, és egy-egy mintában különféle eredetű szemcsék is lehetnek/.
- Mikroszkópos vizsgálat különféle észlelési helyeken gyűjtött minták összehasonlítására, az esetleges lokális zavaró hatások kiszűrésére. Tanulságos lenne egy hasonló összehasonlító vizsgálat vulkáni porral, sivatagi porral, gyárák porával is.

- A mikrometeoritok mennyiségének hosszútávú eloszlásvizsgálata, a több éves változások észrevétele és az okok felismerése.
- A mikrometeoritikus aktivitás és az időjárási helyzet /főleg a csapadék/ közötti összefüggés. Például hosszabb száraz időszak utáni esőzés, vagy folyamatos hosszabb esős időszak utáni újabb esőzés mennyisége. /Megjegyzendő, hogy a mikrometeoritikus téma iránt az amatőrmeteorológusok is szimpátiát éreznek. Velük a kapcsolatfelvétel hasznos lenne/.
- Kőmeteoritok vizuális azonosítására, csapadékból való kinyerésére vonatkozó lehető leghitelesebb módszer kidolgozása.
- A tűzgömbök hullása, valamint a tűzgömb alatti terület - és környezetének - mikrometeoritikus aktivitása közötti összefüggés kutatása. /Angol szerzők megemlítik a helyi aktivitás megemelkedését egy-egy szinte elliptikus területen. Például az 1973. március 30-i tűzgömb 3-4 nap múlva Anglia, Norvégia és Svédország egyes körzeteiben igen megemelte az aktivitást.

Jelen tanulmány csak első része egy, az összes meteormegfigyelési módot tartalmazó sorozatnak. Az információk és észlelések lezárta: 1981. március 1.

A szerzők köszönetet mondanak mindazoknak, akik eddigi észleléseik megküldésével és gyakorlati észlelésmódjuk leírásával elősegítették munkájukat: Farkas Zsoltnak, Hevesi Zoltánnak, Kelemen Zsoltnak, Lakatos Istvánnak, Szauer Ágostonnak és Szőke Balázsnak.

KESZTHELYI SÁNDOR - MAJTÉNYI ZSOLT  
/MMTÉH/