

## Az 1987 SY kisbolygó és a Delta Leonidák kapcsolata

A nemrég felfedezett Apolló típusú 1987 SY jelű aszteroida olyan elméleti radiánst mutat, mely igen közel esik a Delta Leonidák meteorrajéhoz. A raj és az aszteroida pályája igen hasonló, ezért lehetséges, hogy a kisbolygó a raj anyaégitestje.

Az 1987 SY kisbolygót 1987. szept. 25-én fedezte fel Eugene és Carolyn Shoemaker, a Palomar-hegyi 46 cm-es Schmidt-távcsővel. A következő héten három ízben mérték meg az égitest pozícióját annak érdekében, hogy hogy közelítő pályát határozhassanak meg. Ennek során az objektum a földpályát keresztező Apolló típusú kisbolygónak bizonyult. A pálya legközelebbi pontjában 0,026 Cs. E.-re közelíti meg a Földet. A számított elméleti radiáns koordinátái 1988. február 18-ra: rektaszcenzió:  $156^{\circ}$ , deklináció:  $+20^{\circ}$ , a légkörbe érkezés sebessége: 21,6 km/s. E radiáns közel esik a Delta Leonidák radiánsához, mely rajt elsőként Lindblad azonosította a Harvard fotografikus mérésekből kapott 2401 meteorpálya megvizsgálásából. Lindblad 24 Delta Leonidának bizonyuló meteort talált, melyek alapján a radiáns koordinátái: rektaszcenzió:  $159^{\circ}$ , deklináció:  $+19^{\circ}$ . A légkörbe érkezés sebessége: 23,8 km/s. A meteorraj jelentkezési intervalluma: febr. 5—márc 19.

A fenti értékek közel esnek az elméletiekhez, csupán a sebesség nagyobb valamivel. Az aszteroida pályáját azonban nem ismerjük pontosan.

	1987 SY	Delta Leonidák
Perihélium távolság (q)	0,5900 Cs. E.	0,643 Cs. E.
Fél nagytengely (a)	1,4633 Cs. E.	2,618 Cs. E.
Excentricitás (e)	0,5968	0,747
Pályahajlás (i)	$5^{\circ}57'$	$6^{\circ}2'$
Perihélium-átmenet ( $\omega$ )	$291^{\circ}44'$	$259^{\circ}0'$
Felszálló csomó hossza ( $\Omega$ )	$311^{\circ}22'$	$338^{\circ}1'$

Az 1987 SY kisbolygó és a Delta Leonidák meteorraj pályaelmei. Az utóbbiakra átagértékeket adtunk meg.

Meg kell jegyezni, hogy épp az átlagolás következtében a fenti értékek nem elégítik ki pontosan a  $q = a(1-e)$  összefüggést.

A pályák közvetlen összehasonlítása alapján a genetikai kapcsolat valószínűleg tűnik. Az eltérés főképp az excentricitásban megmutatkozó különbségnek tulajdonítható, ami viszont a sebességkülönbségekből ered. A Delta Leonidák és az 1987 SY perihélium-irányának vizsgálata is megerősíti ezt a "szülő-gyerek" viszonyt. A perihéliumhosszak ( $\Pi = a + \Delta$ ):

$$(\text{Delta Leonidák}) = 273^{\circ},1 \quad (1987 \text{ SY}) = 242^{\circ},7.$$

A különbség csupán  $5,6$  (ugyanaz az Eta Aquaridák és az Orionidák esetében kb.  $27^{\circ}$  — csak tovább nő a különbség, ha a Halley-üstökösével hasonlítjuk össze ezeket az értékeket).

Ha a Delta Leonidák és az 1987 SY kisbolygó kapcsolata valóban létezik, annak komoly tudományos jelentősége lenne. A kisbolygó pályájának és a raj jellemzőinek alaposabb megismerése igazolhatja a feltételezést, hasonlóan a Geminidákhoz, melyek valószínű kapcsolata az 1983-ban felfedezett (3200) Phaeton. Ezért felhívjuk a lelkes meteorészlelőket, hogy fokozottan észleljék a Delta Leonidákat február-március során.

DUNCAN OSSON STEEL  
(Lund Observatórium, Svédország)

(Werkgroepnieuws, 1987/6. sz., ford.: Süle Gábor)

## *MMTÉH Meteorfotó Adatbázis*

Meteorfotó hálózatunk szervezésének egyik fontos lépése a beérkezett felvételek rendszerezése és kimerésük elvégzése. Az általunk kialakított rendszerben az eredeti negatívak vagy nagyon jó minőségű kontaktmásolataik kiértékelését tudjuk elvégezni. A jelenleg rendelkezésre álló eszközökkel egy mikronos pontosságot érhetünk el. Különböző módszereket próbáltunk ki, a legcélszerűbbnek a Christian Steyaert által kidolgozott algoritmus tűnik — ezen alapul a belga amatőrök több mint 2000 meteorfelvételt tartalmazó fotografikus katalógusa. Néhány hónappal ezelőtt felhívásban kértük az elmúlt években sikeres meteorfotókat készítő amatőrtársainkat negatívjaik elküldésére. Eddig 16 észlelő juttatta el felvételeinek egy részét, összesen 73 darabot. Nevük és a meteornyomok azonosítási száma az alábbiakban olvasható. (Az azonosítási szám a felvétel dátuma az évszázad elhagyásával, valamint egy betűjel — A-tól Z-ig, ill. szükség szerint AA-tól tovább — a katalógizálás sorrendjében. Ez nem feltétlenül jelent időrendet az adott éjszakán.)

A közölt lista az 1987. november 1-i állapotot tükrözi. Néhány meteorról egyelőre csak papírképpel rendelkezünk, ezeket x-szel jelöltük. Az xx-es kockák pontos időadatai hiányoznak, kiderítésük további feladat. A legtöbb felvételt Süle Gábor és Csabai László küldte be (18 és 11 darabot).

Szauer Ágoston	781231A	Bartus Ferenc	830816A x
Szauer Ágoston	800204A	Süle Gábor	840727 xx
Szauer Ágoston	800817A	Süle Gábor	840730A
Szauer Ágoston	810726A	Süle Gábor	840730 xx
Zajác György	820812A	Süle Gábor	840730 xx
Zajác György	820817A	Süle Gábor	840730 xx
Zajác György	870823A	Süle Gábor	840802A
Farkas Ernő	830809A	Süle Gábor	840803A
Süle Gábor	830811A	Süle Gábor	840803 xx
Bartus Ferenc	830811B	Süle Gábor	840805A
Farkas Ernő	830811C	Bartus Ferenc	840904A
Tepliczky István	830811D	Bartus Ferenc	850423A
Süle Gábor	830812A	Bartus Ferenc	851117A
Szakács József	830812B x	Berkó Ernő	860811A
Szakács József	830812C x	Berkó Ernő	860813A
Süle Gábor	830813A	Berkó Ernő	860814A
Farkas Ernő	830813B	Berkó Ernő	860815A
Süle Gábor	830813C	Csiszár Tibor	861008A
Gyarmati László	830813D	Csabai László	861013A
Gyarmati László	830813E	Földesi Ferenc	870103A x
Süle Gábor	830813F	Földesi Ferenc	870103B x
Süle Gábor	830813G	Csabai László	870104A
Gyarmati László	830813H	Csabai László	870104B
Gyarmati László	830813I	Csabai László	870104C
Gyarmati László	830813J	Csabai László	870104D
Gyarmati László	830813K	Zalezsák Tamás	870105A
Gyarmati László	830813L	Zalezsák Tamás	870729A
Gyarmati László	830813M	Tarnay Kálmán	870728B
Hevesi Zoltán	830813N	Csabai László	870728C
Hevesi Zoltán	830813O	Tarnay Kálmán	870730A
Süle Gábor	830814A	Tarnay Kálmán	870730B
Gyarmati László	830814B	Csabai László	870821A
Süle Gábor	830814C	Csabai László	870821B
Süle Gábor	830814D	Csabai László	870821C
Bartus Ferenc	830815A	Csabai László	870821D
Nagy Ágoston	830815B	Csabai László	870822A
Bartus Ferenc	830815C		

Számos "termékeny" észlelő anyaga hiányzik az archívumból, így ezúton kérjük fel alábbi meteorfotósainkat, járuljanak hozzá a gyűjtemény teljességéhez: Berkó Ernő, Csiszár Tibor, Fodor Antal, Földesi Ferenc, Gyarmati László, Hardi Ferenc, Hegedűs Tibor, Horváth Ferenc, Mojdisz István, Papp János, Sári Gyula, Zana Péter.

A felvételek kétharmada különben esztétikus, "mutató", azonban a többi is kimérhető, és épp annyira értékes, esetleg hézagpótló az adott raj radiánsmeghatározásához. A sikeres fényképek nagyrészt továbbítjuk a belgák fotografikus adatbankjának is, amely Európa számos amatőrjének felvételeit gyűjtötte egybe.

TEPLICZKY - ZALEZSÁK



# Gondolatok a meteorészlelések kapcsán – I.

(Még egyszer a szimultán meteorok számításáról)

A METEOR 1986/1. számában ismertettünk egy jól használható algoritmust az egyidejűleg több helyen megfigyelt meteorok valódi fizikai mennyiségeinek kiszámítására. Az elmélet leírása mellett egy visszafelé kiszámolt bemenő adatokkal bíró képzeletbeli és egy valódi, megfigyelt meteorra végeztük el a számításokat, ZX Spectrum személyi számítógéppel. A Meteor 1986/2. számában pedig az 1983-as meteorészlelési termés szimultángyanús megfigyeléseinek feldolgozásáról számoltunk be, ahol az első cikkben közölt számítási eljárást többszáz meteorra alkalmaztuk.

Mindezek alapján az elmületről egy teljesen tűnő kép alakulhatott ki az említett cikkeket figyelemmel kísézőkben. Azonban egy igen lényeges kérdésről mindaddig nem esett szó (és szomorú tény, hogy erre az első cikk megjelenése óta senki még csak rá sem kérdezett): mit mondhatunk az adott, szimultánban megfigyelt meteor tömeg, sebesség, felvillanási magasság, stb. mennyiségeinek VALÓSÁGOS (ismeretlen), és a megfigyelésekből az algoritmusunk által számolt FELTÉTELEZETT értékének viszonyáról?

Számításaink bemenő adatai mért (pontosabban: becsült) mennyiségek. Az ezeket elkerülhetetlenül terhelő hibák valamiképpen jelentkezni fognak a kijövő adatokban is. Hogy ennek mértékét számszerűen is megadhassuk, a hibaszámítást, a hibaterjedés-analízist kell segítségül hívni.

Jelen esetünkben először is tételezzük fel, hogy a számolást végző számítógép számbázisú pontossága (ez az ún. csonkítási probléma) a sok aritmetikai művelet után is elhanyagolható hibákat okoz, és így nem ez fogja döntően meghatározni a kijövő adatok hibáját (azaz: a matematikai hibától eltekintünk).

Mikor kettő, vagy több összefüggő fizikai mennyiség kapcsolatát vizsgáljuk, és a független változók hibájának a függő változó(k)ban való megjelenését firtatjuk, hibaterjedésről beszélünk. A szó jól kifejezi a jelenség lényegét: fizikai mennyiségekből, valamilyen függvénykapcsolat szerint kiszámolt újabb fizikai mennyiségekben tovább terjed a kiindulási adatokban már meglévő hiba. Ennek értékére az alábbi közelítés adható: Legyen egy  $z$  mennyiség  $n$  db.  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  független változó tetszőleges (differenciálható)  $f$  függvénye. A  $\Delta x_i$   $k$  az egyes független változók hibái,  $\Delta z$  a függő változó keresett hibája:

$$\Delta z = \sum_{i=1}^n \left| \frac{\partial f}{\partial x_i} \right| \cdot \Delta x_i. \quad (1)$$

Ez azt jelenti, hogy a  $z$  mennyiség hibáját úgy kapjuk meg, hogy megszorozzuk minden egyes  $x_i$  változójának hibáját és a  $z$  változó szerinti parciális deriváltjának adott  $x_i$  helyen vett abszolút értékét, és ezeket összeadjuk. Nézzünk az érthetőség kedvéért egy egyszerű példát: mérjük le egy kör sugarát, mint fizikai mennyiséget (azaz a mennyiség középértékével együtt adjuk meg annak hibáját is). Legyen a kapott eredmény  $R = \bar{R} \pm \Delta R = (12,80 \pm 0,32)$  mm. Kérdés: mekkora hiba jelenik meg a mért sugárból számolt körterület értékben? Itt a  $z$  mennyiség a  $T$  terület, egy független változó van csak, az  $r$ , és az  $f$  függvénykapcsolat is egyszerű:  $T = f(r) = r^2 \pi$ .

Alkalmazva a közelítő hibaterjedési képletet:

$$\Delta T \approx \left| \frac{\partial T}{\partial r} \right| \cdot \Delta r = \left| \frac{\partial (r^2 \pi)}{\partial r} \right|_R \cdot \Delta r = |2 \cdot r \pi|_R \cdot \Delta r = |2 \cdot 12,80 \pi| \cdot 0,32 = 25,74 \quad (2)$$

azaz, a terület, mint fizikai mennyiség:  $T = \bar{T} + T = (514,72 + 25,74) \text{ mm}^2$ . Tehát a sugárban kezdetben meglévő kb. 2,5% relatív hiba a terület értékében már kb. 5%-os hibát okoz.

Mindezek érvényesek a szimultán meteorok számolására is, csak itt a kijövő mennyiségek (mint függő változók) nagyon sok bemenő adat (mint független változók) igen bonyolult függvényei (trigonometrikus- és hatványfüggvények, és ezek szorzatai, hányadosai, stb.). A fenti hibaterjedési képletet alkalmazni igen fáradságos művelet. Ennek illusztrálására nézzünk meg egy példát, a meteor tömegének hibáját, ezt is csak vázlatosan.

$$m = f(M, v, \xi) = f(M, g(x_F, x_E, y_F, y_E, z_F, z_E, \Delta t), h(x_F, x_E, y_F, y_E, z_F, z_E, \varphi_E)) = \quad (3)$$

$$= w(M, \alpha_F, 1, \alpha_F, 2, \dots, \delta_F, 1, \delta_F, 2, \dots, \alpha_E, 1, \alpha_E, 2, \dots, \delta_E, 1, \delta_E, 2, \dots, \varphi_1, \varphi_2, \dots, \lambda_1, \lambda_2, \dots, T, \Delta t)$$

Azaz a tömeg több független változójának többszörösen összetett függvénye. A hibaterjedési képlet alkalmazásával:

$$\Delta m = \left| \frac{\partial w}{\partial M} \right|_M \cdot \Delta M + \left| \frac{\partial w}{\partial T} \right|_T \cdot \Delta T + \left| \frac{\partial w}{\partial (\Delta t)} \right|_{(\Delta t)} \cdot \Delta (\Delta t) + \sum_{i=1}^N \left( \left| \frac{\partial w}{\partial \varphi_i} \right|_{\varphi_i} \cdot \Delta \varphi_i + \left| \frac{\partial w}{\partial \lambda_i} \right|_{\lambda_i} \cdot \Delta \lambda_i + \left| \frac{\partial w}{\partial \alpha_{F,i}} \right|_{\alpha_{F,i}} \cdot \Delta \alpha_{F,i} + \left| \frac{\partial w}{\partial \delta_{F,i}} \right|_{\delta_{F,i}} \cdot \Delta \delta_{F,i} + \left| \frac{\partial w}{\partial \alpha_{E,i}} \right|_{\alpha_{E,i}} \cdot \Delta \alpha_{E,i} + \left| \frac{\partial w}{\partial \delta_{E,i}} \right|_{\delta_{E,i}} \cdot \Delta \delta_{E,i} \right) \quad (4)$$

(itt N az észlelőhelyek száma)

Tehát az egyes meteorok különböző paramétereitől függ a számolt tömeg hibája (a parciális deriváltak a változó más-más értékei mellett erősen eltérőek lehetnek). Ez kedvező esetben nagy kezdeti hibák mellett is kicsi maradhat, de általában nagyobb lesz, mint az egyes változók hibája. Ez a parciális derivált függvények viselkedésétől függ. Konkrét, számszerű érték megszerzéséhez kíméletlenül végig kell csinálni a deriválásokat. Ha akadna olyan, felsőfokú tanintézetben tanuló amatőrcsillagász, aki nem idegenkedik ilyesfajta hosszadalmas, figyelmet igénylő számolást elvégezni, igen hasznos, színvonalas, közzétételre érdemes munkalehetőséget találhatna e területen.

Hogy mégis valami tájékoztató információt szerezhessünk a függvénykapcsolatok felderítése és a hosszadalmas deriválások nélkül, megkerültük a problémát a számítógép segítségével: a már többször idézett Meteor 86/1-beli cikkben is megadott tesztmeteor bemenő-, és kijövő adatait (az aritmetikai hiba erejéig) pontosan ismerjük. Ha most változtatjuk a bemenő adatok értékét



két, megfigyelhetjük a hibaterjedést, azaz a végeredmények hibáját. Először szeparálva, egy-egy független változót változtattunk, hogy ezek hatását a többitől elkülönítve is megfigyelhessük: mely mennyiségekben okoznak jelentősebb, és melyekben elhanyagolható hibát. Végül a klasszikus hibaterjedés analógiájára minden bemeneti adatra megadtunk egy, a gyakorlatban várható reális hibaértéket, és megnéztük az így kapott kimeneti hibákat. Ezt az eljárás módját egyféle közelítő, numerikus hibaterjedési vizsgálatnak is nevezhetnénk. Nézzük az eredményeket, táblázatos formában:

1. Egy adott észlelőhelyről becsült felvillanási pont rektaszenciájában ( $\alpha_F$ ) és deklinációjában ( $\delta_F$ ) jelentkező hiba a feltűnési magasságban ( $h_F$ ), a radiánskoordinátákban ( $\alpha_R, \delta_R$ ), a tömegben ( $m$ ), és a sebességben ( $v$ ) számottevő, a többi kijövő adatban elenyésző hibát okoz. Csak a számottevő eseteknél fellépő relatív hibákat közöljük (két esetre is kiszámoltuk,  $\Delta\alpha_F = 1$  fok, és  $\Delta\alpha_F = 2$  fok, majd  $\Delta\alpha_F^-$ -re ugyanígy), százalékokban megadva:

MELY FÜGGŐ VÁLTOZÓ RELATÍV HIBÁJA?

	$h_F$		$\alpha_R$		$\delta_R$		$m$		$v$	
↗	=1°	=2°	=1°	=2°	=1°	=2°	=1°	=2°	=1°	=2°
$\Delta\alpha_F$	-1.9	-3.7	+0.3	+0.5	+11	+22	+5.1	+10.4	-1.5	-3.0
$\Delta\alpha_F^-$	+1.1	+2.1	-0.3	-0.5	-11.2	-22.4	+1.2	+2.5	+0.0	+0.0

2. Két észlelőhelyen becsült  $\Delta\alpha_F$ , és  $\Delta\delta_F$  koordinátát is változtattunk, először egyező előjellel, másodsor ellenkező előjellel ( $\Delta\alpha_{F,1} = +2^\circ$ ,  $\Delta\alpha_{F,2} = +2^\circ$  ennek az esetnek a jelölése 2/+2 lesz;  $\Delta\alpha_{F,1} = +2^\circ$ ,  $\Delta\alpha_{F,2} = -2^\circ$ , jelölés: 2/-2, és ugyanígy a deklinációval is):

MELY FÜGGŐ VÁLTOZÓ RELATÍV HIBÁJA?

	$h_F$		$\alpha_R$		$\delta_R$		$m$		$v$	
↗	2/+2	2/-	2/+2	2/-2	2/+2	2/-2	2/+2	2/-2	2/+2	2/-2
$\Delta\alpha_{F,1;2}$	-0.3ü	-7.0	+2.1	-1.0	+0.7	+42.5	+3.0	+17.7	-0.8	-5.0
$\Delta\alpha_{F,1;2}$	+3.7	+0.5	+0.0	-1.1	-41.6	-3.3	+7.2	-2.0	-0.5	+0.6

A relatív hibák a kihúnyási pontokra hasonlóak, azokat hely hiányában nem érdemes külön bemutatni.

3. Az egyik észlelőhely földrajzi koordinátáit ( $\varphi_1, \lambda_1$ ), +1, és +2'-cel is megváltoztatva (a  $h_F$ -ben megjelenő hiba elenyésző, helyét átveszi a  $h_E$ ):

MELY FÜGGŐ VÁLTOZÓ RELATÍV HIBÁJA?

	$h_E$		$\alpha_R$		$\delta_R$		$m$		$v$	
↗	=1'	=2'	=1'	=2'	=1'	=2'	=1'	=2'	=1'	=2'
$\Delta\varphi_1$	-1.0	-1.9	+0.3	+0.7	+6.2	+12.4	-1.3	-2.6	+0.2	+0.3
$\Delta\lambda_1$	-1.5	-3.0	+0.4	+0.8	-0.4	-0.8	+6.2	+12.9	-1.5	-3.0

4. Mindkét észlelőhely földrajzi koordinátái változtatva 2'-cel, először a  $\Delta\varphi_1, \Delta\varphi_2$ -t azonos, majd ellenkező előjellel, majd a  $\Delta\lambda_1, \Delta\lambda_2$ -t is hasonló módon:

MELY FÜGGŐ VÁLTOZÓ RELATÍV HIBÁJA?

	$h_F$		R		R		m		v	
$\rightarrow$	2/+2	2/-2	2/+2	2/-2	2/+2	2/-2	2/+2	2/-2	2/+2	2/-2
$\Delta\varphi_{1;2}$	+0.0	-0.2	+0.0	+1.4	+0.0	+24.8	+0.3	-5.5	-0.1	-0.8
$\Delta\lambda_{1;2}$	+176	-178	+0.9	+224	+11.5	+73.5	-9.8	+207	+167	-26.1

(A fenti táblázatokban minden érték %-ban értendő)

5. A meteorfelvillanás feljegyzett világitása (UT) a radiánspont  $\alpha_R$ , a meteor tömeg-, és sebesség adatát befolyásolja csak lényegesebben:

UT hibája=	+1	+2	+4	+8 (s)
$\alpha_R$ rel.hibája=	+0.1	+0.2	+0.4	+0.79 %
$m$ rel.hibája=	+0.1	+0.15	+0.3	+0.58 %
$v$ rel.hibája=	-0.02	-0.04	-0.07	-0.14 %

6. A meteorfelvillanás feljegyzett időtartama ( $\Delta t$ ) csak a tömeg, és a sebesség értékét terheli számottevő hibával:

$\Delta t$ hibája=	+0.1	+0.2	+0.4 (s)
$m$ rel.hibája=	+14	+29.5	+65.0 %
$v$ rel.hibája=	-3.2	-6.2	-11.8 %

7. A meteorfelvillanás feljegyzett csúcstényessége ( $M$ ) csak a tömeg értékét befolyásolja észrevehetően.

$M$ hibája=	-0.2	-0.1	+0.1	+0.2 (magn.)
$m$ rel.hibája=	-16.8	-8.8	+9.6	+20.2 %

Ha most már — tekintet nélkül a kijövő adatok hibáinak elenyésző vagy lényeges voltára — minden kilépő mennyiség relatív hibájának abszolút értékét megnézzük és ezeket átlagoljuk, az adott belépő adat által okozott várható relatív hibákra kapunk valamiféle becslést. Így kiemelhetjük és sorrendbe állíthatjuk a várható legerősebb hibaforrásokat. Ezek (a relatív hibák átlagaival):

Földrajzi hosszúság: 38%, feltűnés (eltűnés) rektaszncenziója: 5,6% deklinációja: 4,1%, felvillanás időtartama: 2,7%, maximális fényesség: 1,8%, földrajzi szélesség: 1,7%, világitás: 0,07%, észlelőhely tengerszint feletti magassága: 0,03%.

Meglepő és egyben figyelmeztető tény, hogy igen nagy hibákat okoz az észlelőhelyek földrajzi hosszúságának nem eléggé pontos ismeretéből származó hiba. Nagyobb gondot kell fordítani legalább a gyakran számításba jövő, állandósult észlelőhelyek koordinátáinak a pontosítására. A felvillanási-kihúnyási koordináták helytelen berajzolása, leolvasása érthetően igen je-

lentős hibaforrás. Érdekes a világidő, a tengerszint feletti magasság, és a földrajzi szélesség pontatlan ismeretéből származó hibajáradék jelentéktelen volta.

Valamit okvetlenül hangsúlyoznunk kell: az itt közölt számszerű eredmények nem feltétlenül általánosíthatóak, hiszen (mint fentebb mondtuk) a parciális deriváltak matematikai viselkedése függvényében más bemenő adatokkal rendelkező meteoroknál a kimenő adatok hibája is más lehet. Jelen cikk továbbfejlesztése lehetne egy nagyszámú meteorra (amelyek bemenő adatait szisztematikusan végigfuttattuk a lehetséges értéktartományon) elvégzett hasonló numerikus vizsgálat. (A másik lehetőséget korábban már említettük: a deriválások elvégzésével megadni az analitikus kifejezéseket a hibákra, s ezekből szintén leolvasható az általános viselkedésük.)

Ezek után végezetül adjunk becslést a várható hibákra, ha feltesszük, hogy az észlelőhelyek földrajzi koordinátáit +1'-cel, tengerszint feletti magasságukat 10 m-rel nagyobbak, a meteorjelenség felvillanási és eltűnési pontjainak koordinátáit véletlenszerűen +1, és -1 fokkal eltérőnek, felvilanási időtartamát 0,15 másodperccel nagyobbak, UT időpontját +2 másodperccel későbbinek, és fényességét 0,3 magnitúdóval fényesebbnek állapítottuk meg. Ezek mind egy jelenlegi átlagos meteormegfigyelés jellemző hibái lehetnek.

Feltűnési pont földrajzi szélességének	rel. hibája: 0,00%
" " hosszúságának	rel. hibája: 0,19%
" " magasságának	rel. hibája: -1,93%
Eltűnési pont földrajzi szélességének	rel. hibája: 0,07%
" " hosszúságának	rel. hibája: 0,10%
" " magasságának	rel. hibája: 5,79%
Felszíni döféspont földr. szélességének	rel. hibája: 0,38%
" " hosszúságának	rel. hibája: 0,15%
Valódi radiáns rektaszcenziójának	rel. hibája: 0,88%
" " deklinációjának	rel. hibája: 45,1%
Tömeg	rel. hibája: 2,97%
Átlagsebesség	rel. hibája: 5,16%

Azaz (az abszolút értékek átlagolásával) átlagosan 5,2% várható relatív hiba jelenik meg a kijövő adatokban, és ezzel a harmadik legrosszabb helyet foglalja el fentebbi rangsorunkban. Ez figyelmeztetés, minthogy jelentése: az előforduló jelenlegi becslési, térképről történő leolvasási hibák komoly, átlag 5%-os relatív hibával adják csak vissza a meteor valódi adatait.

Bár a bemutatott vizsgálat korántsem teljes, a közelítő, előzetes eredmények biztató képet mutatnak. Hiszen, mint a legvégül bemutatott numerikus hibaterjedési számítás is mondja: több paramétert szépen visszakapunk a hibával terhelt megfigyelésekből is, tehát van értelme a vizuális és fotografikus, szimultánban végzett amatőr meteorozásnak. A megfigyelt adatok hibáit viszont a mostaniakhoz képest folyamatosan egyre lejjebb kell szorítani, ha komolyabb, nemzetközi színvonalú, tudományosan is felhasználható eredményekhez akarunk jutni.

HEGEDŰS TIBOR  
6500 BAJA, PF. 766

(A kalocsai PVH-MMTÉH találkozáson elhangzott előadás szövege)