

T. HEMET

### О КОЛЕБАНИИ ЦИКЛА СОЛНЕЧНЫХ ПЯТЕН

Наличие 11-летнего периода солнечных пятен объясняется в настоящей работе соединением планет. Исследования показывают, что в изменении активности солнечных пятен из 9 планет решающую роль играет совместное приливное действие планет Венеры – Юпитера – Земли. Тесное соединение указанных трех планет повторяется через 10,4 или 12,0 лет. Среднее значение этих величин (11,2 лет) почти точно совпадает с средней продолжительностью цикла солнечных пятен. Колебание длительности цикла определяется различием времени, в течение которого планеты, в пределах одного цикла, входят в соединение. Этой разностью вызывается усиленная или ослабленная активность солнечных пятен и большая или меньшая продолжительность циклов.

T. NÉMETH

### DIE SCHWANKUNG DER SONNENFLECKENPERIODE

Die Existenz und die Eigentümlichkeiten des Sonnenfleckenzklus werden im Aufsatz mittels der Konjunktionen der Planeten erklärt. Es ergibt sich aus den Untersuchungen, dass von den neun Planeten die Zusammenwirkung des Planetentripels Venus – Erde – Jupiter die ausschlaggebende Rolle spielt. Die sogenannten engen Konjunktionen der drei Planeten treten in Zeitabständen von 10,4 bzw. 12,0 Jahren auf. Der Mittelwert von diesen: 11,2 Jahre stimmt beinahe mit der Länge der Sonnenfleckensperiode überein. Die Schwankung der Periode wird durch hervorgerufen, dass die Planeten – innerhalb eines Zyklus – mit verschiedener Geschwindigkeit in die Konjunktion hineingehen. Diese Geschwindigkeitsdifferenz hat eine stärkere bzw. schwächere Entwicklung der Sonnenflecktätigkeit in den einzelnen Zykeln und auch die längere bzw. kürzere Dauer der Periode zur Folge.

## A NAPFOLTOKILUS INGADOZÁSA

NÉMETH TIVADAR

Amióta SCHWABE (1843) a napfoltok rendszeres megfigyelésével megállapította, hogy a foltok megjelenésében szabályos változások vannak, vagyis a naptevékenység erősségében mintegy 11 éves periódicitás mutatkozik, sokan kísérelték meg ennek okát felderíteni. A kutatások ez ideig nem vezettek elégséges eredményre. Ugyancsak nem lehetett megokolni a ciklushossz 3–4 évet kitevő ingadozását.

A kézirat 1966. III. 25-én érkezett.

A naptevékenység kutatására vonatkozóan elért eredmények és próbálkozások általában három kategóriába foglalhatók össze:

- a) Matematikai-statisztikai és fizikai vizsgálatok (GLEISSBERG, 1952; WALDMEIER, 1955; VITINSZKI, 1963; KING-HELE, 1963),
- b) Perióduskeresés (STUMPF, 1930; SCHÖVE, 1955),
- c) Tömeghatás (bolygóegyüttállások) (WOLF, 1859; CLAYTON, 1943; KOPPE, 1948).

Az utóbbi kutatás első úttörője WOLF (1859) volt. Az összes bolygók tömeghatása segítségével a napfolt-ciklushosszra elméletileg 11,29 évet számított, de nem tudott magyarázatot adni a ciklus nagy ingadozására (WOLF, 1892).

A szerző a napfolttevékenység változását és a ciklus ingadozását az árapályhatással hozza kapcsolatba, kiindulva abból a tényből, hogy a bolygók a Napra kiváltó hatást fejthetnek ki, vagyis az árapályhatás révén bizonyos együttállásokban a Napon több folt képződhet (CLAYTON, 1943). A bolygók tömeghatása a Napon lejátszódó jelenségeket siettetheti és megnövelheti.

Az árapálykeltő hatást többféleképpen lehet jellemezni (ANDERSON, 1954; DEZSŐ-GERLEI, 1954). A fellépő „erő” minden számításnál a bolygótávolságok harmadik hatványával fordítottan, a tömegekkel pedig egyenesen arányos (I. táblázat).

I. táblázat

A bolygók keringési ideje és tömeghatása  
 Время обращения и действие масс планет  
 Umlaufzeit und Gravitationswirkung der Planeten

Bolygók	Sziderikus keringési idő (év)	Szinódikus keringési idő (év)	Árapályhatás a Napon	Árapályhatás (relatív) (Anderson 1954)	Precessziós hatás (Dezső-Gerlei 1954)
Mercur .....	0,24084	0,31726	1,04	0,0123	0,32
Venus .....	0,61519	1,59872	2,09	0,0404	1,14
Föld .....	1,00004	1,00000	1,00	0,0187	1,00
Mars .....	1,88089	2,13539	0,03	0,0006	0,02
Jupiter .....	11,86178	1,09211	2,20	0,0422	1,89
Saturnus .....	29,45660	1,03518	0,11	0,0019	0,08
Uranus .....	84,01209	1,01209	0,02	0,0004	—
Neptunus .....	164,78201	1,00614	—	—	—
Pluto .....	248,421	1,00409	—	—	—

Mivel az árapályhatás akkor a legnagyobb, amikor a bolygók a Nappal egy vonalba kerülnek, a döntő szerepet az együttállások időpontjaiban fellépő erők játsszák. Azt a helyzetet, amikor a bolygókhoz húzott irányoknak a nap-egyeneslítő síkjára való vetületei által alkotott szög, ill. annak mellékszöge 0 és 15 fok között van, *szoros együttállásnak* nevezzük. Ha a Föld mozgását vesszük, akkor a fok helyett a két bolygóval együttálló Föld-helyzetek időkülönbségét, azaz a napot is használhatjuk (a Föld napokban kifejezett keringési idejének számértéke, 365 nap majdnem megegyezik 360 fokkal). A következőkben két együttállás időbeli különbségét mindig napokban adjuk meg.

Az árapályhatás szempontjából a kilenc bolygó közül a Venust, a Jupitert és a Földet vettük tekintetbe, egyrészt azért, mert e három bolygó hatása az összes hatás 80%-nál többet jelent, másrészt, mert a napfoltciklus idejének és változásának magyarázatához ez is elegendő. (A teljes és részletes napfolt-előrejelzéshez természetesen minden bolygót tekintetbe kell venni megfelelő arányban.) Amint majd látjuk, e három bolygó szoros együttállásainak időpontjai már közel esnek a napfoltmaximum idejéhez. A Venus – Föld együttállásai 9,6 hó alatt, a Jupiter – Föld együttállásai 6,5 hó alatt következnek egymásután. E két időszak közös többszöröse csak 10,4 év vagy 12,0 év lehet, ha a szoros együttállás definíciója által megkívánt közelítést biztosítani akarjuk. A kettő középértéke 11,2 év. Ez az időszak majdnem megegyezik a napfolt-ciklushosszal.

II. táblázat

A Venus és a Jupiter együttállásai 1924–1963 között  
 Соединения Венеры и Юпитера за период с 1924 по 1963 гг.  
 Konjunktionen der Venus und des Jupiters zwischen 1924 und 1963

A Venus alsó együttállása	A Jupiter legközelebbi oppozíciója illetve konjunkciója ( )	Δ nap	A Venus felső együttállása	A Jupiter legközelebbi konjunkciója illetve oppozíciója ( )	Δ nap
1	2		3	4	
1962. XI. 12.	1962. VIII. 31.	73	1963. VIII. 30.	(1963. X. 8.)	(- 39)
61. VI. 10.	( 61. I. 5.)	( 95)	62. I. 27.	62. II. 8.	- 12)
59. IX. 1.	( 59. XII. 5.)	(- 95)	60. VI. 22.	( 60. VI. 20.)	( 2
58. I. 28.	58. IV. 17.	- 79	58. XI. 11.	58. XI. 5.)	6)
56. VI. 22.	( 56. IX. 4.)	(- 74)	57. IV. 14.	( 57. III. 17.)	( 28
54. XI. 15.	55. I. 15.	- 61	55. IX. 1.	55. VIII. 4.	28)
53. IV. 13.	( 53. V. 25.)	(- 42)	54. I. 30.	( 53. XII. 13.)	( 48
51. IX. 3.	51. X. 3.	- 30	52. VI. 24.	52. IV. 17.	68)
50. I. 31.	( 50. II. 3.)	(- 3)	50. XI. 13.	( 50. VIII. 26.)	( 79
48. VI. 24.	48. VI. 15.	9	49. IV. 16.	46. I. 1.	105
46. XI. 17.	( 46. X. 31.)	( 17)	47. IX. 3.	47. XII. 1.	- 89)
45. IV. 15.	45. III. 13.	33	46. II. 1.	( 46. IV. 13.)	(- 71
43. IX. 6.	( 43. VII. 30.)	( 38)	44. VI. 27.	44. VIII. 31.	- 65)
42. II. 2.	41. XII. 8.	56	42. XI. 16.	( 43. I. 11.)	(- 56
40. VI. 26.	( 40. IV. 11.)	( 76)	41. IV. 19.	41. V. 19.	- 30
38. XI. 20.	38. VIII. 21.	91	39. IX. 5.	( 39. IX. 27.)	(- 22)
37. IV. 18.	37. VII. 15.	- 88	38. II. 4.	38. I. 29.	6)
35. IX. 8.	( 35. XI. 27.)	(- 80)	36. VI. 29.	( 36. VI. 10.)	( 19)
34. II. 5.	34. IV. 8.	- 62	34. XI. 18.	34. X. 27.	22
32. VI. 29.	( 32. VIII. 26.)	(- 58)	33. IV. 21.	33. III. 9.)	( 43)
30. XI. 22.	31. I. 6.	- 45	31. IX. 7.	31. VII. 25.	44
29. IV. 20.	( 29. V. 15.)	(- 25)	30. II. 6.	( 29. XII. 3.)	( 65)
27. IX. 10.	27. IX. 22.	- 12	28. VII. 1.	28. IV. 7.	85
26. II. 7.	( 26. I. 25.)	( 13)	26. XI. 20.	( 26. VIII. 15.)	( 95)
24. VII. 1.	24. VI. 5.	26	25. IV. 23.	( 25. VII. 10.)	(- 78)

A Venus–Jupiter–Föld együttállásait a II. táblázat mutatja 40 év alatt (1924–1963). Az első oszlopban a Venus alsó, a harmadik oszlopban pedig a Venus felső együttállása szerepel a Jupiter legközelebbi bármilyen fajta együttállásával (oppozícióval, ill. konjunkcióval).



A táblázatból látható, hogy a kis különbségek időpontjai – amelyek a szoros együttállást jelentik – majdnem egybeesnek a napfoltmaximum éveivel. A táblázat második részében a szoros együttállás időpontjai 1960 és 1938 (a napfoltmaximum éve: 1957 és 1937), az első részében pedig 1950 és 1927 (ekkor a napfoltmaximum éve: 1947 és 1928). A szoros együttállások között a különbség mindkét esetben 22,4 év. Ez a időszak nem más, mint a HALE-féle napfoltperiódus. Ebből az értékből is a ciklushossz 11,2 év.

A közvetlen egymásután következő szoros együttállások időpontjainak különbsége 10,4, ill. 12,0 év; középértékük 11,2 év. Hogy a napfoltok átlagos ciklushossza 11,2 évnél mégis rövidebb, abból következik, hogy az együttállásoknak az itt adottnál hosszabb sorozatában többször szerepel a 10,4 év kétszerese (20,8), mint a 12,0 év kétszerese (24,0). Emiatt az eltérés miatt az együttállásokból számítható ciklus pontos hossza 11,067 év. Ezt az értéket azonban csak abban az esetben kaphatjuk meg, ha legalább 38 együttállási ciklus összidejét (420,55 év) közepeljük. Ebben az esetben 11-szer fordul elő a 20,8 év és 8-szor a 24,0 év. A napfoltokra vonatkozó hosszú észlelési sorozat (1626,0–1957,9) közepelésénél már 11,063 év az átlagos napfoltciklushossz. A rövidebb észlelési sorozatban viszont előfordulhatnak egymásután 10, ill. 12 év körüliek is.

### III. táblázat

A napfoltciklusok gyakorisága (1610–1960)

Повторяемость продолжительности цикла солнечных пятен (1610—1960 гг.)

Häufigkeit der Sonnenfleckenperiodenlängen (1610–1960)

A ciklushossz (év)	Előfordulások száma M–M	Előfordulások száma m–m
7,2 – 7,9	1	–
8,0 – 9,5	6	4
9,6 – 11,1	11	15
	18	19
11,2 – 12,7	8	8
12,8 – 14,3	3	3
14,4 – 15,9	1	1
16,0 – 16,8	1	–
	13	12

A 20,8 és 24,0 éves szakaszok különböző előfordulási aránya a napfolt-észlelési anyagból is kimutatható. E célból elkészítettük 1610-től 1960-ig az egyes szakaszok gyakoriságát (III. táblázat). Maximumtól maximumig számítva, a 11,1 évnél rövidebb szakaszok 18-szor, a hosszabbak 13-szor fordultak elő. Minimumtól minimumig mérve pedig 19/12 az arány. Ezek az értékek megegyeznek az együttállásokból származó aránnyal. Az együttállások esetében is 343,2 évre esik 31 ciklus 18/13 arányban. A lehetséges arányösszetétel szabja meg részben a nagyobb periódusokat és az erősebb, ill. a gyengébb naptevékenységű szekuláris időszakokat.

Hogy a 11 éves napfoltciklust valóban a 20,8 és a 24,0 éves együttállások szövédménye szolgáltatja, periódus-analizissel is kimutatható. Egy periódus

realitását a SCHUSTER-féle kritérium szabja meg. Egy periódus akkor tekinthető reálisnak, ha az alábbi egyenlőtlenség fennáll:

$$\frac{A}{\sigma \sqrt{\frac{\pi}{n}}} \geq 3.$$

Itt  $A$  a számított amplitúdó,  $\sigma$  a vizsgált sorozat négyzetes eltérése,  $n$  pedig a sorozat elemeinek száma.  $\Lambda$  nevezőt együttesen expektanciának ( $E$ ) nevezik

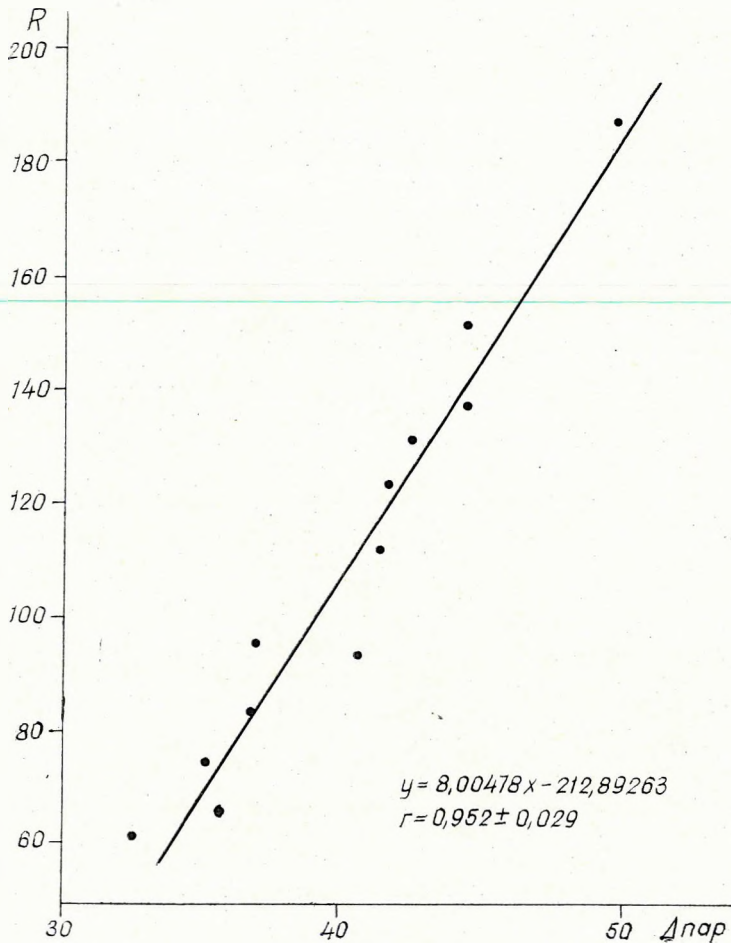
Ezzel a módszerrel az 1805–1958 közötti évek napfoltadatait analizáltuk. A napfolt sorozatot úgy raktuk össze, hogy minden második ciklus napfoltértékét negatív jellel vettük a HALE-féle periódus szerint. Ebben az esetben a 20,8 éves periódusra az amplitúdó az expektancia 2,5-szerese, a 24,0 évesnél pedig 2,0-szerese. A 20, 22, 23, 25 éves periódusok az expektancia egyszerűsét sem érték el.

Ha viszont ugyanezt az időszakot teljesen az együttállások alapján rakjuk össze, akkor is megkaphatjuk e két fontos szakaszt, de sokkal élesebben. Itt azonnal a 20,8, ill. a 24,0 évesek felére számítottuk ki az amplitúdót. Ebben az esetben az egyes ciklusokat a 10,4 évesekhez, más ciklusokat a 12,0 évesekhez soroltuk, mégpedig aszerint, ahogy az együttállások megkívánták. Az analízis a következő eredményt adta: A 10,4 éves ciklusnál az amplitúdó az expektancia 2,6-szerese, a 12,0 évesnél 3,1-szerese. A szomszédos, 9, 11, ill. 13 évek amplitúdói az expektancia félszeresét sem érték el. A 10,4 évesnél azért kisebb az amplitúdó, mert e rövid periódus erősen aszimmetrikus.

Az együttállás adataiból a várható napfoltszámot úgy lehet kiszámítani (II. táblázat), hogy megnézzük az együttállások közötti különbségi napok értékváltozásának mértékét (a  $\Delta$ -val jelölt oszlopot). Itt nem is a különbségek abszolút értéke a döntő, hanem az, hogy egy maximális értékből indulva, mennyi idő alatt érik el a különbségi napok a legkisebb értékeket. Ez a csökkenés nem lineáris az idővel. Az eltérés abból származik, hogy a bolygók pályái nem körök, hanem különféle ellipszisek és keringési sebességük a pálya más-más részén eltérő.

Ha nagyon gyorsan csökkennek a különbségek értékei, akkor a megfelelő ciklusban erősebb lesz a naptevékenység. Lassú csökkenésnél viszont gyengébb lesz a maximális napfoltszám. Ez egyúttal megszabja a napfoltciklus alakját is. A napfolttevékenység erőssége az együttállások közötti napok sorozatának csökkenési tendenciájától függ!

A számítást úgy kell elvégezni, hogy a szoros együttállás előtti 5. és 6. együttállás különbségi napjaiból kell levonni a szoros együttállás előtti különbségi napját és a kapott értékeket lehet kapcsolatba hozni a maximális napfoltszámmal (egymás melletti szoros együttállások közül az időben előbb megtörtént szoros együttállás különbségi napjával kell számolni; ezt egy későbbi dolgozatban részletezzük). Ezen szempont tekintetbevételével napfoltelőrejelzést készítettünk a maximum éveire 1831–1960 között (1. ábra). Az ábra szerint a különbségi napok változása és a napfoltszám között közelítőleg lineáris kapcsolat áll fenn, a korrelációs együttható  $\approx 0,95$ .

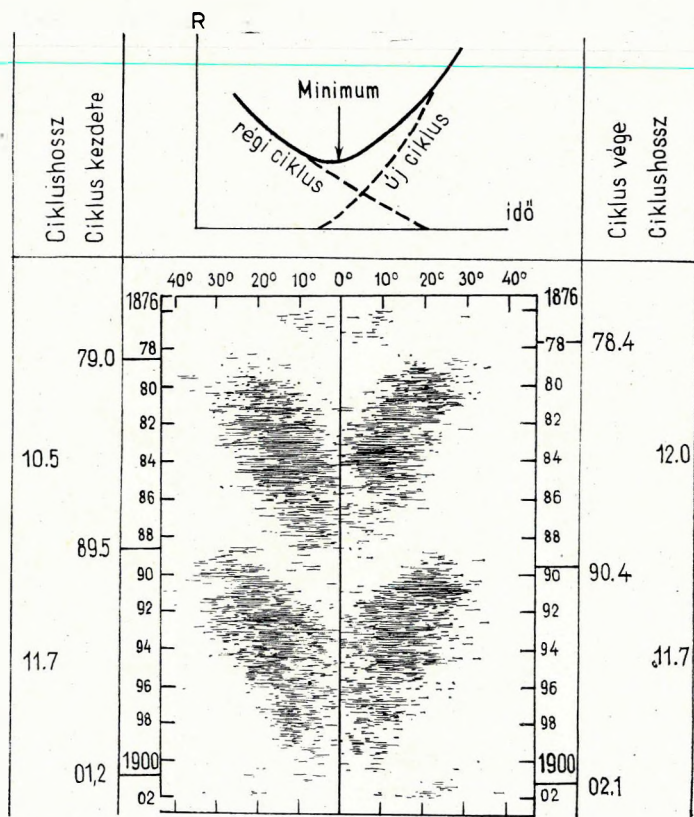


1. ábra. A különbségi napok változása és a maximális napfoltszám 1831 – 1960 között  
 Фиг. 1. Зависимость изменений разностных дней от максимального числа солнечных пятен с 1831 по 1960 гг  
 Abb. 1. Zusammenhang der Änderung der Differenztage und der maximalen Sonnenfleckenzahl zwischen 1831 – 1960

A különbségi napok értéksorából a tényleg észlelt ciklushossz és a minimum ideje is megmagyarázható. Ebben az esetben nem a különbségek csökkenését kell figyelembe venni, hanem a szoros együttállástól (legkisebb különbségből) indulva a különbségek abszolút értékekben való növekedését. *A növekedés mértékétől függ a tényleges ciklus leszálló ágának hossza.* Ha a különbségi napok változásának értékeit kiszámítjuk, akkor megkaphatjuk a napfoltminimum értékeihez tartozó időpontokat (ezt az eljárást szintén egy későbbi dolgozatban részletezzük). A különbségek változásai nemcsak a simított napfoltszámhoz tartozó időpontokat adják meg, hanem az egyik oszlop különb-



ségi napjai segítségével a ciklus vége, a másik oszlop adataival pedig az új ciklus kezdete is kiszámítható. Előfordulhatnak olyan esetek is, különösen hosszabb (24,0 éves) együttállásoknál, hogy a régi ciklus már befejeződött, mielőtt az új ciklus megkezdődött volna. Viszont megtörténhetik az is hogy a régi és az új ciklus egybeolvad (2. ábra). A különbségi napok segítségével, hasonlóan a maximális napfoltszám-előrejelzéshez, a minimum évében is lehet a napfoltszámokat előrejelezni.



2. ábra. A „lepkediagram” alapján a napfoltciklusok kezdete és vége

Fig. 2. Начало и конец циклов солнечных пятен по диаграмме бабочек  
 (Ciklushossz = Продолжительность цикла; Ciklus kezdete = Начало цикла; Ciklus vége =  
 Конец цикла; Régi ciklus = Старый цикл; Új ciklus = Новый цикл; Idő = Время)

Abb. 2. Anfang und Ende der Sonnenfleckenperioden auf Grund des Schmetterling-Diagramms  
 (Ciklushossz: Länge des Zyklus; Ciklus kezdete: Anfang des Zyklus; Ciklus vége: Ende des Zyklus;  
 Régi ciklus: alter Zykel; Új ciklus: neuer Zykel; Idő: Zeit)

A napfoltminimumok és maximumok időpontja az együttállások alapján  
1831–1978 között

Сроки минимумов и максимумов солнечных пятен на основе соединений за период а  
1831 по 1978 гг.

(Észlelt = наблюдаемые; számított = расчетные)

Die Daten der Sonnenfleckennaxima und Minima auf Grund der Konjunktionen zwischen  
1831–1978

(Észlelt = Beobachtet, Számított = Berechnet)

Minimum			Maximum		
észlelt	számított	Δ év	észlelt	számított	Δ év
1833,9	1834,1	-0,2	1837,2	1837,5	-0,3
1843,5	1843,5	0,0	1848,1	1847,8	0,3
1856,0	1855,7	0,3	1860,1	1860,0	0,1
1867,2	1867,3	-0,1	1870,6	1870,7	-0,1
1878,9	1878,5	0,4	1883,9	1883,7	0,2
1889,6	1889,8	-0,2	1894,1	1894,1	0,0
1901,7	1901,5	0,2	1906,4	1906,7	-0,3
1913,6	1912,9	0,7	1917,6	1917,2	0,4
1923,6	1923,5	0,1	1928,4	1928,7	-0,3
1933,8	1933,8	0,0	1937,4	1937,2	0,2
1944,2	1944,4	-0,2	1947,5	1947,8	-0,3
1954,3	1954,3	0,0	1957,9	1957,7	0,2
1964,8	1965,0	-0,2		1968,4	
	1976,7				

A napfoltmaximum, ill. a minimum számított idejének eredményeit a IV. táblázat mutatja. Az észlelt és a számított értékek átlagos eltérése mindössze  $\pm 0,2$  év. Feltűnően nagy az eltérés 1913-ban, ez az év azonban már januártól kezdve teljesen az új ciklushoz tartozik.

A következőkben még arra is részletes felvilágosítást adhatunk, hogy a napfoltmaximum éve miért tolódik el sokszor  $\pm 2$ , sőt  $\pm 3$  évre a szoros együttállás időpontjától?

A Venus és a Jupiter együttállásai (II. táblázat) azt mutatják, hogy a táblázat két különböző részében a 20,8, ill. a 24,0 év szövődménye miatt 1,6 évnnyi eltérés is előállhat. A további ciklushossz-változást még elősegíti a naptevékenység különbözősége, ami egyúttal a már említett különbségi napok tendenciájának függvénye. Ha az együttállásokból számított napok változásából nagyobb napfoltértékeket kapunk, akkor a napfoltminimum időpontja után rövidebb időn belül következik a napfoltmaximum éve. Ha viszont kisebb a különbségi napok csökkenése, akkor későbbre várható a maximális napfoltszám. E különbsőség miatt előállhat az 1831–1960 közötti időszakban a maximumtól – maximumig számított napfoltciklusokban 8,9, ill. 12,7 évnnyi időtartam. Az ingás 3,8 év. Viszont a minimumtól – minimumig számított ciklushossz 9,8, ill. 12,2 év lehet, vagyis az ingás mindössze 2,4 év. Tehát a minimumok közötti időtartam sokkal állandóbb. Ez a jelenség az észlelt időpontokból számított ciklushosszaknál is fellép.



A 11, ill. 22 éves főperiódusokon kívül, hosszabb, ill. rövidebb kváziperiódusok is léteznek és ezek a szakaszok a bolygók együttállásával szintén megmagyarázhatók.

Mivel az együttállások a csillagászatban nagy pontossággal kiszámíthatók évszázadokra, sőt évezredekre is, ezért az együttállásokból nyert adatok birtokában a nagyon régi napfoltmegfigyelések ellenőrizhetők (SCHOVE 1955).

A Venus–Jupiter–Föld együttállásaiból a napfolttevékenységben kimutathatók kb. 80, és 200, ill. 400 éves szekuláris szakaszok is. Abban a században, amelyben a szoros együttállások között a II. táblázathoz hasonlóan szerkesztett összeállítás mindkét részében a 20,8 éves szakasz kétszer is előfordul egymásután, erős lesz a napfolttevékenység több cikluson keresztül, viszont a ciklushosszak 11 évnél rövidebbre várhatók. Ha a szoros együttállások között a 20,8, ill. a 24,0 évnyi különbség váltakozva fordul elő mindkét részben, akkor kisebb napfoltértékek fordulnak elő, de rendszerint hosszabbak lesznek a napfoltciklusok. Tehát az együttállásokból elméleti számításokkal nemcsak a ciklushosszak maximális, ill. minimális értékei adhatók meg hanem a legyengébb, ill. a legerősebb naptevékenységű évek napfoltszámértékei is. Ezért a napfoltmaximum évében az évi közepes napfoltszám 30, ill. 200 lehet, vagyis az évi közepes relatív napfoltszám a maximum évében e két határ között váltakozhatik.

Ebben a leírt felfogásban az a leglényegesebb, hogy módot ad a 11 éves napfoltciklus ingadozásának magyarázatára. Ez a periódus a vizsgálat szerint csak a 10,4, ill. a 12,0 éves szakaszokból tevődhet össze. A vizsgálatból az is kiderült, hogy nem elég az előrejelzésnél a szoros együttállások időpontjait tekintetbe venni, hanem azt is, hogy az együttálló bolygók milyen gyorsan kerülnek közel egy vonalba. A két együttállás közötti változás viszonylagos sebessége, ill. gyorsulása szabja meg a naptevékenység erősségét és a ciklus hosszát.

#### IRODALOM

- ANDERSON, C. N. (1954): Notes on the sunspot cycle J. Geoph. Res. 59.  
 CLAYTON, H. H. (1943): Solar Relations. Canton, USA.  
 DEZSŐ, L. – GERLEI, O. (1954): A naptevékenység és a bolygók. Csillagászati Évkönyv, Budapest  
 GLEISSBERG, W. (1952): Die Häufigkeit der Sonnenflecken. Scientia Astr., Bd. 2. Berlin.  
 KING-HELE, P. G. (1963): Pred. of future sunspot cycles. Nature, Vol. 99. Cambridge.  
 KOPPE, H. (1948): Kalendermässige Bindung im Witterungsablauf und kosmische Steuerung. Ann. Met.  
 SCHOVE, D. I. (1955): The sunspot cycle, 649 B. C. to A. D. 2000. J. Geoph. Res. 60.  
 SCHWABE, S. H. (1843): Astr. Nachrichten Nr. 495.  
 STUMPF, K. (1930): Neue Analyse der Sonnenfleckenrelativzahlen. Prager Geoph. Studien, Band 65. Praga.  
 VITINSZKIJ, JU. I. (1963): Prognozi szolnecnoj aktivnoszti. Moszkva.  
 WALDMEIER, M. (1955): Ergebnisse und Probleme der Sonnenforschung. Leipzig.  
 WOLF, R. (1859): Astr. Mitteilungen Nr. 8. Zürich.  
 WOLF, R. (1892): Handbuch der Astr. Bd. II. S. 413.

