

Co ovlivňuje průběh jedenáctiletého cyklu sluneční aktivity

V. Bumba, *Astronomický ústav AVČR, Ondřejov, ČR, bumba @asu.cas.cz*

Abstrakt

V první části ukazujeme, že hlavní aktivní délka, která rozděluje polaritu pozadového magnetického pole Slunce, existuje po celou dobu, po kterou byla pole měřena a je rovnoběžná se spojnicí bodů, do kterých se do Carringtonova systému souřadnic promítají oposice a konjunkce Země s Merkurem. Ukázán je i vliv setkávání Jupitera s Venuší a s Merkurem.

V druhé části ukazujeme, že průběh cyklu může být ovlivněn vzájemným postavením terestrických planet, Jupitera a Saturna.

1. DÉLKOVÉ ROZLOŽENÍ MAGNETICKÉHO POLE SLUNCE A KONFIGURACE NĚKTERÝCH PLANET.

Během několika minulých seminářů jsme se snažili ukázat výsledky hledání fyzikálních příčin výskytu časových i místních pravidelností v průběhu sluneční aktivity, a zejména v délkovém rozložení slunečních magnetických polí. Před dvěma roky jsme ukazovali jak pravidelné rozložení pozadového magnetického pole souvisí místně i časově s potkáváním se ve stejné nebo protilehlé ekliptické délce některých planet během jejich oběhů okolo Slunce.

Abychom tento jev prostudovali podrobněji, zhotovili jsme řady synoptických map globálního magnetického pole, a to od začátku jeho měření v roce 1976 až do dubna letošního roku. Použili jsme k tomu „Source Surface Field“, uváděné Wilcoxovou sluneční observatoří ve Stanfordu v grafické formě synoptických map, představujících vlastně průběh intenzity a polarit tohoto integrovaného pole v heliografické délce pro každou sluneční otočku. Sestavili jsme výřezy těchto map v omezené heliografické šířce $\pm 20^\circ$ do dlouhých sérií, z nichž každá zahrnuje jeden z posledních tří cyklů Nos. 21 až 23 a období přechodu mezi posledními cykly 23. a 24.. Spojíme-li v těchto časových řadách body nulové intenzity, t. j. body, ve kterých se mění polarita pole vždy mezi časově sousedními mapami, obdržíme časový průběh hranice polarit pro všechny mapy, které máme k dispozici. Toto délkové rozložení globálního magnetického pole je poměrně jednoduché. Většinou představuje dlouhé pásy kladné a záporné polarit, jejichž hranice se v délce s časem posouvají. Celé toto rozložení dobře odpovídá a jen zjednodušuje /“schematizuje“/ rozložení přímo měřených magnetických polí, jak jsme předváděli na sériích

výřezů synoptických map v předcházejících pracích /Obr. č. 1./.

Jestliže sestrojíme podobné časové rozložení heliografických délek, do kterých se v Carringtonově síti promítají body konjunkcí a oposic Země s Merkurem, zjistíme, že linie, která tyto body spojuje je rovnoběžná, vlastně se prakticky kryje s průběhem hlavní hranice polarit generálního pole a linie posunutá o 180° , spojující body průmětů pouze konjunkcí Merkuru se Zemí, je blízká průběhu druhé hranice polarit. Tuto hlavní hranici polarit obecného pole Slunce jsme nazvali Hlavní Aktivní Délkou, eventuálně Hlavní Magnetickou Aktivní Délkou. Její průběh bez přerušení můžeme sledovat od začátku až do konce existence map „Source Surface Field“. Posouvá se v heliografické délce tak, že rotuje za 28.2 dne. Probíhá všemi cykly, jejichž aktivita je s ní svázaná. Jen rozložení polarit okolo ní se mění, jak se zdá, s fázemi růstu cyklu.

Jestliže sestrojíme podobný graf jehož linie spojuje průměty bodů, ve kterých se potkávají Jupiter s Venuší, a přeložíme-li jejich průběh přes graf rozložení generálního pole, vidíme, že během fáze nástupu, až maxima cyklů, se tyto linie shodují se směry, ve kterých se vychylují pásy, nebo vedlejší pásy délkového rozložení obecného pole. Délkový posun těchto linií odpovídá rotaci 26.8 dne.

Během sestupných fází cyklů se zdá, že s délkovým rozložením pozadového pole koresponduje i délkové rozložení spojnic průmětů potkávání Jupitera s Merkurem /rotace 27.14 dne/. Ve všech třech uvedených případech vždy čáry spojující body průmětů potkávání planet mají silnou tendenci být rovnoběžné a velmi délkově blízké hranicím polarit obecného magnetického pole Slunce.

Srovnáme-li diskutované grafy délkového rozložení magnetického pole a setkávání se planet, a to zejména Země s Merkurtem a Venuše s Jupiterem s průběhem sluneční aktivity, zdá se, že velké změny aktivity odpovídají časově době kdy se protínají linie setkávání čili aktivní délky obou dvojic planet. V této souvislosti je třeba se vrátit k výsledkům Švestky z roku 1967 /Švestka, 1968/, ve kterých ukázal jak je během dosud nejmohutnějšího cyklu sluneční činnosti No. 19, mezi roky 1956 až 1965, s podobným křížováním se dvou délkových posuvů aktivity spojen vznik mohutných komplexů aktivity, produkujících geoaktivní protonové erupce.

Co říci k fyzice uvedených výsledků. Díky souměřitelnosti orbitálních pohybů planet se uvedené oposice i konjunkce odehrávají velice často, nejméně každou druhou otočku Slunce, a to nad úzkým intervalem heliografických délek. A toto neustále bušení velmi slabých gravitačních sil se transformuje do velmi pravidelného délkového rozdělení integrovaného magnetického pole Slunce. Z dávných našich studií výskytu mohutných komplexů aktivity se zdá, jakoby každá aktivní délka spojená s určitou dvojicí planet měla podobný účinek, takže jakoby se při křížování délek účinky sčítaly. Zde je ještě třeba připomenout Mme Martres /19./, která ukázala, že čím blíže v prostoru a čase se setkávají dva zdroje magnetického toku, tím mohutnější aktivní centrum se vyvine. Ovšem nezapomeňme, že už dávno je známo, že na příklad konjunkce a oposice Venuše se Zemí mají opačný vliv na aktivitu Slunce. Je třeba brát do úvahy i vliv jednotlivých konvektivních elementů, úlohu velkých radiálních rychlostí, které jsou s procesem vývoje aktivních oblastí spojeny. Prostě transformace gravitačních vlivů na pravidelnosti v rozložení magnetického pole nám zatím jen ukazuje, že obě síly spolu komunikují, že musí existovat určitá zpětná vazba mezi oběma silami. Možná, že přílivové vlny v atmosféře Slunce indukují magnetická pole, která spolu interagují. Je na nás, abychom tyto procesy lépe poznali a abychom nešli další faktory, které jsou ve hře.

2. PRŮBĚH JEDENÁCTILETÝCH CYKLŮ A POSTAVENÍ DVOJICE VENUŠE A ZEMĚ S JUPITEREM A SATURNEM.

Minule jsme zde uváděli výsledky studie Charvátové /2007/, ve které sledovala pohyb středu Slunce kolem těžiště terestrických planet, z nichž vychází důležitost zejména oposic Venuše se Zemí. Během těchto oposic se střed Slunce může pohybovat až 25 krát pomaleji nežli během konjunkcí. Při tom časová vzdálenost oposic je 1.6 roků a směr, ve kterém se Venuše a Země v ekliptice setkávají má pět poloh, a to každou v jiném měsíci roku. To znamená, že celý cyklus těchto oposic trvá 8 let. Podobně je tomu s konjunkcemi, ale ty jsou co do směru, posunuty o 4 roky. Tedy až za 4 roky je společný směr Venuše se

Zemí stejný jako společný směr obou planet v oposici. Osm let a čtyři roky je dvanáct let.

Srovnáme-li časový průběh cyklu směrů Venuše a Země během oposic a konjunkcí /Obr. č. 2. a 3./ s časovým průběhem jedenáctiletého cyklu znázorněného průměrnými měsíčními relativními čísly, zjistíme, že 10 cyklů z řady začínající pátým cyklem vrcholí prakticky v době, kdy směr Venuše se Zemí v oposici nebo konjunkci je totožný, a má březnovou ekliptikální polohu. Druhá řada, to je zbylých 9 cyklů má také stejný průběh, ale březnový směr Venuše se Zemí v oposici nebo konjunkci je stejný uprostřed sestupné větve cyklu. Nejen to. Sestrojíme-li graf průběhu velikosti úhlu, který svírá společný směr Venuše a Země v ekliptice během jejich oposic a konjunkcí se směrem Jupitera /Obr. č. 4./, vidíme, že jeho průběh je zrcadlově opačný průběhu aktivity jedenáctiletého cyklu, je tedy minimální v období maxima cyklu. Během minima je pak blízký 45° . Sestrojíme-li graf společných směrů Venuše se Zemí a směrů Jupitera v maximech a minimech cyklů, vidíme, že v období maxima cyklů jsou tyto směry rovnoběžné nebo protiběžné, zatím co v minimech svírají úhel blízký 45° /Obr. č. 5./.

Existuje ještě další argument posilující vazbu průběhu cyklu aktivity na vzájemném postavení planet. Tentokrát kromě společného postavení Venuše a Země během svých oposic a konjunkcí a Jupitera, vstupuje do hry i úhel mezi Zemí a Saturnem. Srovnáme-li průběh morfologicky vzájemně podobných cyklů a směry uvedených planet během maxima cyklů, vidíme, že směry všech těchto planet jsou velmi blízké, a kromě toho, Země a Saturn jsou buď v konjunkci, nebo u jiného typu cyklů, v oposici /Obr. č. 6./.

3. VZÁJEMNÁ SETKÁVÁNÍ JUPITERA SE SATURNEM.

Doby jejich oběhu jsou v poměru 5:2. My vidíme jejich setkávání jako posloupnost trojúhelníků, spojujících body jejich konjunkcí a trojúhelníků, spojujících body jejich oposic, ve kterých se setkávají každých 20 let. Vrcholy obou trojúhelníků jsou pevně zakotveny v určitých souhvězdích zvěrokruhu a oba trojúhelníky společně vytvářejí šesticípou hvězdu, známou už našim pradávám předkům.

Existuje jedna zvláštnost v časovém rozložení jejich setkávání. Od roku 1802.5, od kdy máme svá data, Jupiter a Saturn se setkávají vždy na začátku každé dekády století, většinou mezi jejím prvním a druhým rokem. Právý úhel pak mezi sebou svírají na začátku druhé polovice dekády, a to 1x v pátém, 15x v šestém a 5x v sedmém roce. Přesto existuje rozdíl mezi jejich vzájemnými posicemi během maxim a minim cyklů aktivity. Během maxim jsou úhly, které mezi sebou svírají pravidelněji rozloženy nežli v období minim aktivity /Obr. č. 7./.

Ukazujeme také jak se kontinuálně mění prostorové směry obou planet v průběžné řadě následujících maxim a minim cyklů. Kromě dlouhodobé změny úhlu Jupitera je dobře vidět, že díky srovnatelnosti délky oběhu Jupitera okolo Slunce a cyklu aktivity, jsou směry této planety v maximech a minimech blízko opačným hodnotám.

Pokud jde o fyziku uvedených souvislostí spojujících vzájemné konfigurace Venuše se Zemí s Jupiterem a Saturnem s časovým průběhem jedenáctiletého cyklu aktivity a jeho maxim a minim, můžeme zatím pouze poznamenat, že už v roce 1978 Petrova, Shpitalnaya a Vassilyeva ukázaly, že intenzita sluneční činnosti je silně ovlivněna směrem, který během vzájemných pohybů spojnice středu Slunce s těžištěm celé sluneční soustavy tato spojnice v ekliptice zaujímá.

Naše výsledky ukazují, že skutečně je třeba tento problém studovat. Naše dosavadní tápání v případě Jupitera a Saturnu ještě komplikuje fakt, že délka cyklu aktivity je blízka řadě časových intervalů vyplývajících ze souměřitelnosti oběhů studovaných planet:

Průměrná délka cyklu aktivity za období 1766,4 až 2009,6 je 11.054 roků, tedy blízko 11 rokům.

Časový interval vzájemných setkávání Venuše se Zemí a Jupiterem je 10.96 roků, tedy blízko 11 rokům.

Venuše a Země v konjunkcích a opozicích potkávají Saturn každých 9 let.

Cyklus opozic a konjunkcí Venuše se Zemí je 12 let.

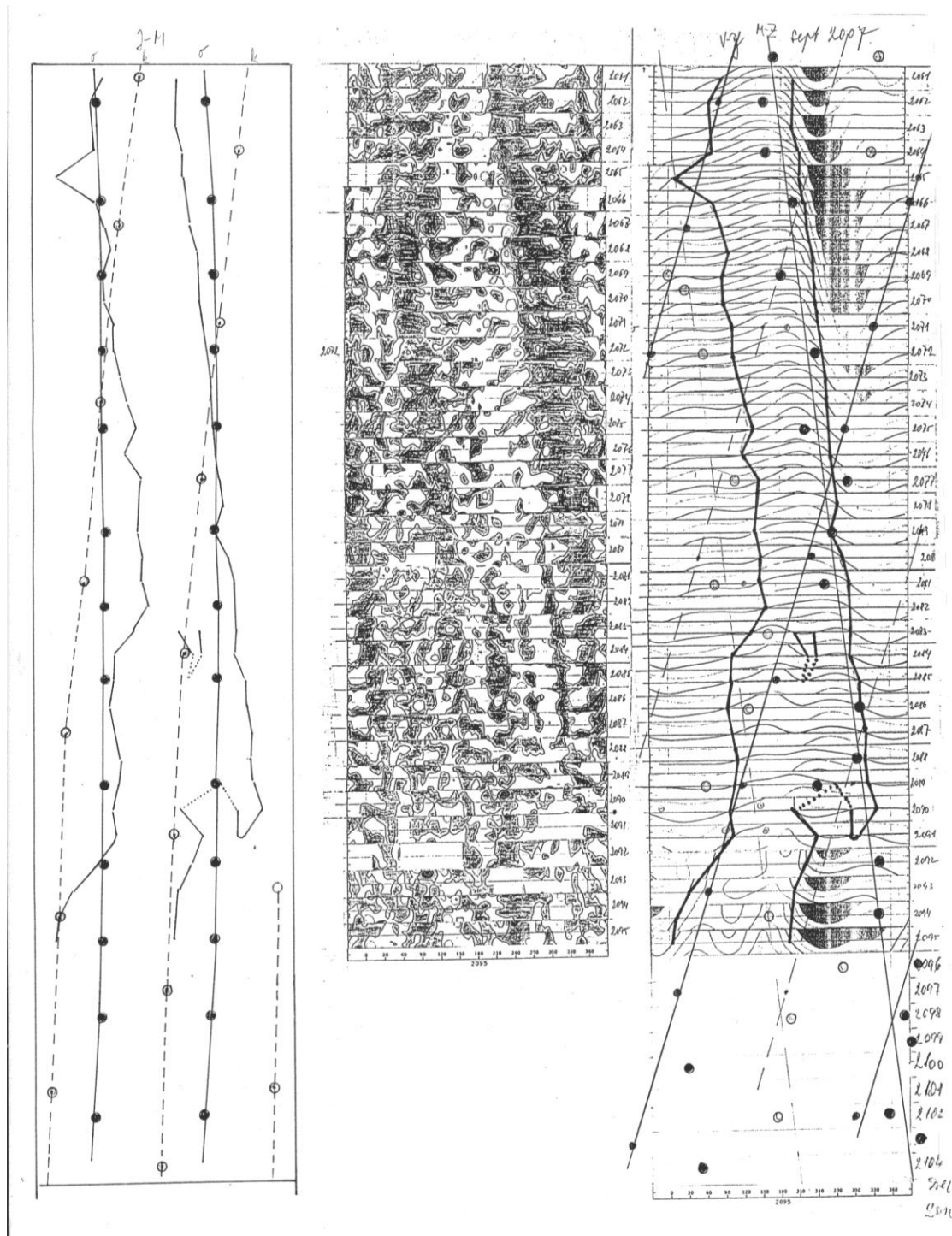
Saturn se potkává s Jupiterem /i v protisměru/ každých 10 let.

Přesto všechno považuje za hlavní fakt, že naše výsledky dokazují, že existuje řada vzájemných vztahů mezi pohybem planet a sluneční činností, které je třeba studovat. Toto studium slibuje odkrýt nové a dosud neznáme fyzikální stránky v procesu vzniku slunečních magnetických polí a aktivity.

LITERATURA

- Bumba V.: 2008, Pravidelnosti v rozložení planet během posledních pěti cyklů a sluneční aktivity,, ed. I. Dorotovič, SÚH, Hurbanovo
- Bumba V., Klvaňa M.: 2006, Pravidelnosti v rozložení sluneční aktivity a možné její příčiny, ed. I. Dorotovič, SÚH, Hurbanovo
- Charvátová I.: 2007, The prominent 1.6-year periodicity in solar motion due to the inner planets, *Ann. Geophys.* 25, 1227
- Martres M. J.: 1968, Structure and development of solar activ regions, Ed. K. O. Kiepenheuer, D. Reidel Publ. Co., Dordrecht, 25
- Petrova N. S., Shpitalnaya A., Vassilyeva G. Ja.: 1978, Sopostavlenije prostranstvenno-vremennogo položenija centra mass solněčnoj systemy otnositělnno centra Solnca a solněčnoj aktivnosti, *Sol. Dannye*, No. 12, 89
- Švestka, Z.: 1968, On long-term forecasts of proton flares, *Solar Phys.* 4, 18

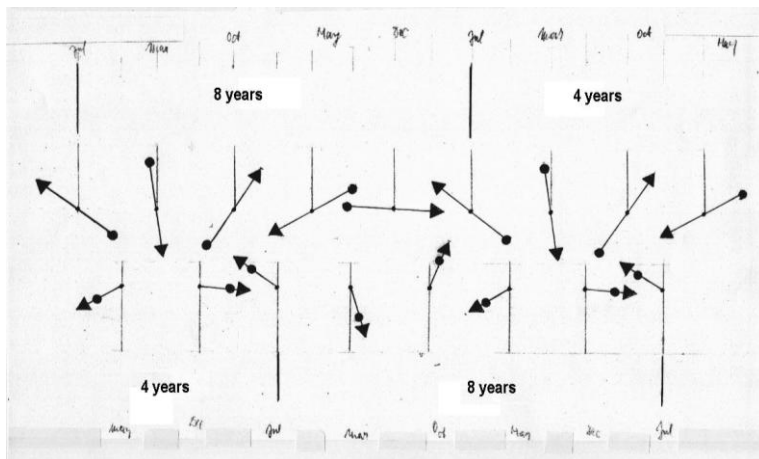
Obrazová příloha:



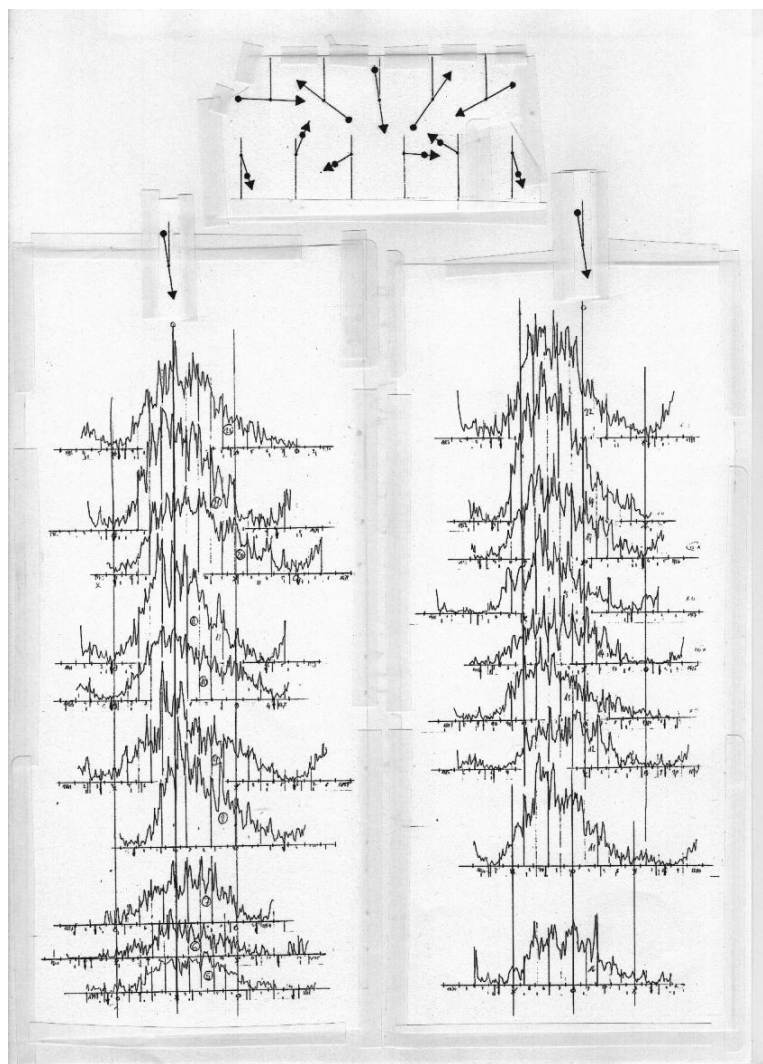
Obr. č. 1. Délkové rozložení slunečního magnetického pole okolo rovníku $\pm 20^\circ$ /uprostřed/ a integrovaného magnetického pole /Solar Surface Field/ /napravo i nalevo/ pro časové období září 2007 – duben 2010 po jednotlivých otočkách Slunce.. Integrované magnetické pole je znázorněno dvěma spojitými čarami – hranicemi polarit, oddělujícími kladnou polaritu /uprostřed/ od polarity záporné /na začátku i na konci každé otočky/.

Pravý graf: většími plnými kroužky, spojenými přímkou rovnoběžnou s pravou hranicí polarit, jsou vykresleny body, do kterých se promítají konjunkce a oposice Země s Merkurem. Příмка s větším sklonem znázorňuje totéž pro Jupitera a Venuši.

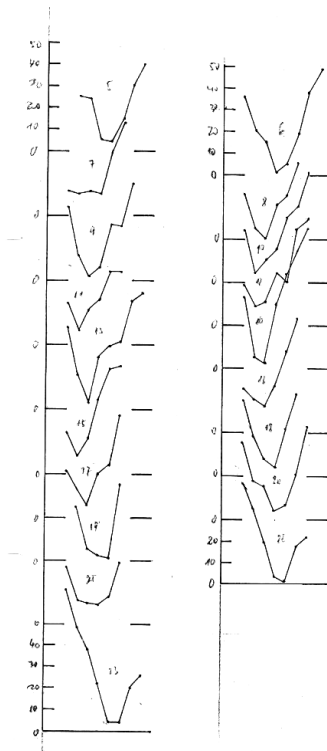
Levý graf: Chod hranice polarit je překryt konjunkcemi a oposicemi Jupitera a Merkura, čárkovaně jsou spojeny jejich konjunkce.



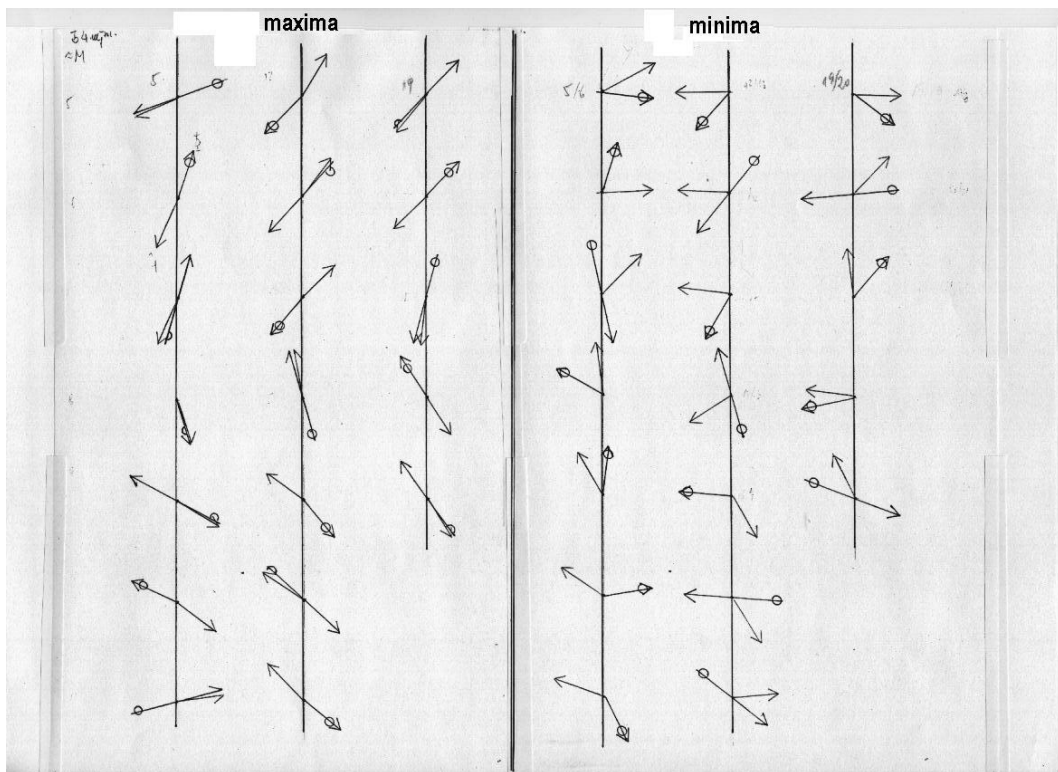
Obr. č. 2. Časový průběh cyklu směrů Venuše a Země v ekliptice během opozic /horní řada/ a konjunkcí /dolní řada/. Země je označena šípkou, Venuše plným kroužkem. Jsou uvedeny měsíce, ve kterých v daném směru k setkání dochází. Konjunkce jsou časově posunuty vůči opozicím o 4 roky. Celý cyklus trvá 8 let.



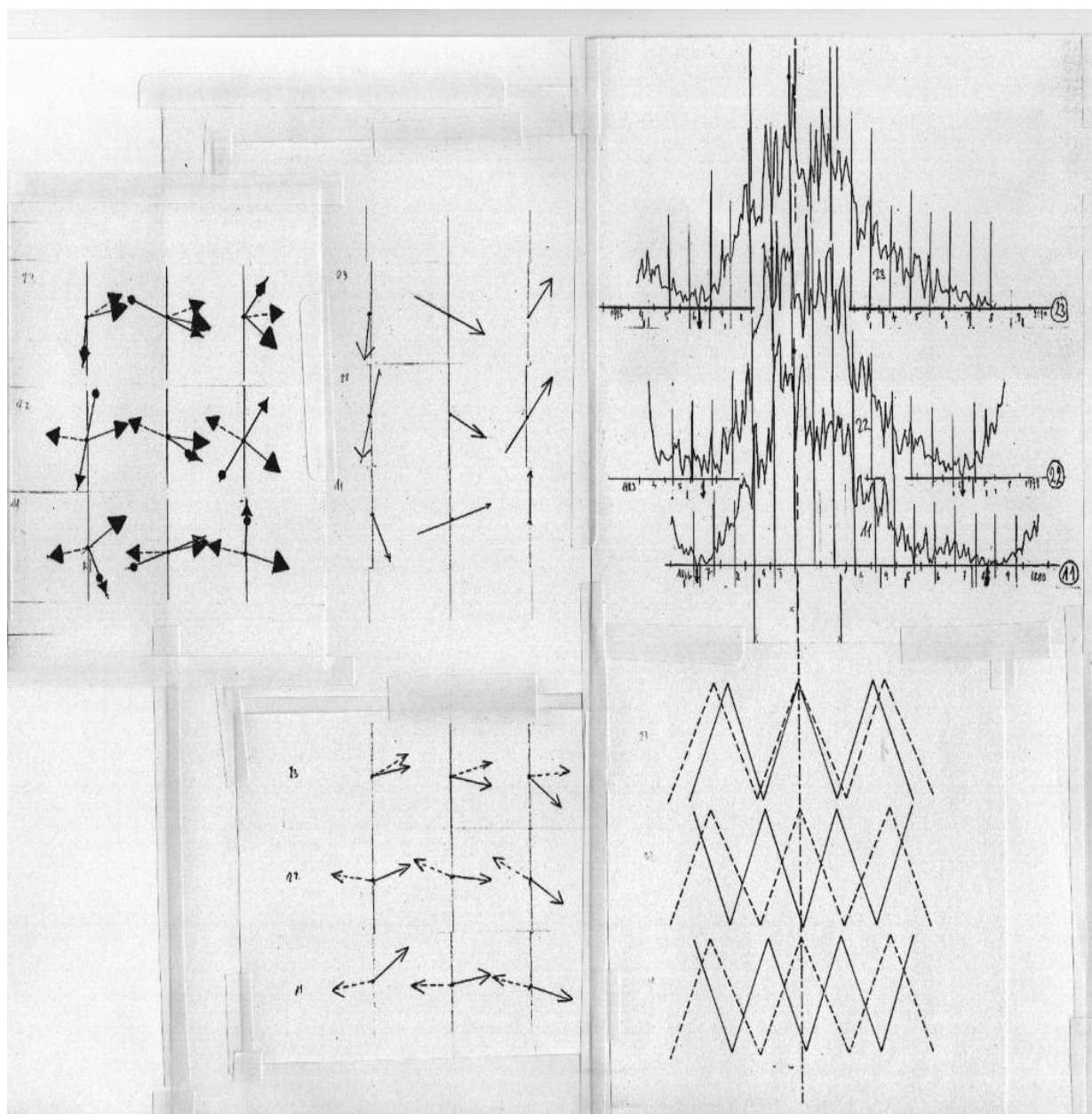
Obr. č. 3. Srovnání časového průběhu směrů Venuše a Země během jejich opozic a konjunkcí s průběhem všech jedenáctiletých cyklů aktivity v průměrných měsíčních relativních číslech. Levých deset cyklů dosahuje maxima v období březnového směru, pravých devět cyklů má březnový směr na začátku sestupné fáze cyklu.



Obr. č. 4. Graf průběhu velikosti úhlu, který svírá společný směr Venuše a Země v ekliptice během jejich konjunkcí a oposic se směrem Jupitera během jednotlivých jedenáctiletých cyklů aktivity. Na začátku a konci každého grafu jsou uvedeny hodnoty úhlu během minim ohraničujících cyklus. Minimálních hodnot úhlu je dosaženo během maxima cyklu. Nalevo liché cykly, napravo cykly sudé. Velikost úhlu je označena na ose y u prvního a posledního grafu.



Obr. č. 5. Graf společných směrů Venuše se Zemí během oposic /delší přímka označená šipkou a kroužkem/ a konjunkcí /poloviční přímka/ a směru Jupitera /poloviční přímka pouze se šipkou/, a to během maxima všech cyklů /nalevo/ a během minim mezi cykly /napravo/. Cykly i minima jsou uvedeny v časové posloupnosti.



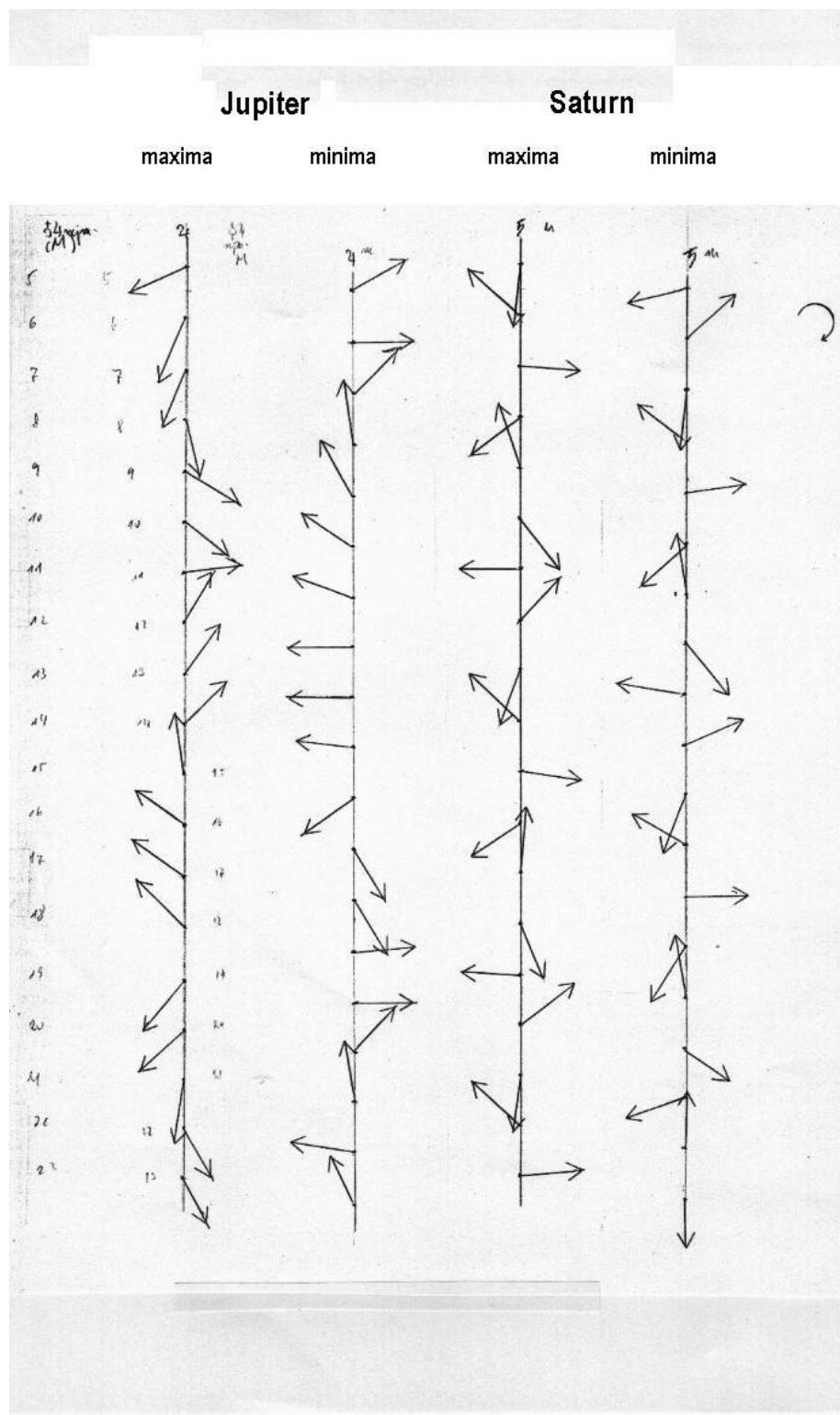
Obr. č. 6. Nahoře napravo: Srovnání cyklů č. 11, 22 a 23, majících podobný průběh s dvěma maximy se směry, které vzájemně svírají Venuše se Zemí, Jupiterem a Saturnem v době konjunkcí a opozic Venuše a Země v období maxima cyklu. Střední linie souhlasí s dobou hlavního maxima cyklu.

Nahoře nalevo: směry všech uvedených planet. Označení planet: Venuše a Země – přímka s plným kroužkem a šipkou, Jupiter – přímka se šipkou, Saturn – čárkovaná přímka se šipkou.

Nahoře uprostřed: Směry Země s Venuší.

Dole nalevo: Směry Jupitera a Saturnu /Saturn čárkovaně/.

Dole napravo: graf velikosti úhlů, které spolu svírají Země a Jupiter /plná čára/ a Země se Saturnem /čárkovaná čára/ ve stejném pořadí jako cykly. V maximu cyklů Saturn se Zemí spolu svírají úhel 180° a Jupiter se Zemí svírá v cyklu č. 23 také 180° , v druhých dvou cyklech 0° .



Obr. č. 7. Průběh směrů Jupitera v ekliptice během maxim všech cyklů, počínaje č. 5 a minim mezi těmito maximy /druhý sloupec/. Třetí a čtvrtý sloupec ukazují totéž pro Saturn.