

PUBLICATIONS OF THE ASTRONOMICAL INSTITUTE  
OF THE CZECHOSLOVAK ACADEMY OF SCIENCES  
(former Astrophysical observatory)

No. 27

František L i n k

**Změny klimatu a sluneční činnosti  
v posledních čtyřech tisíciletích**

1956

**Redakční rada**

**Akademik Silvestr Prát, předseda redakční rady, akademik Bohumil Bydžovský, člen korespondent ČSAV Václav Husa, akademik Radim Kettner, akademik Rudolf Lukeš, akademik Jan Rypka, člen korespondent ČSAV Josef Sekanina, člen korespondent ČSAV Václav Tesař, člen korespondent ČSAV Václav Vaněček. Redaktor Ladislav Khás**

1956

23. červ. 1987  
Československá akademie věd  
ASTRONOMICKÝ ÚSTAV  
Knihovna

František Link

904/87

## Změny klimatu a sluneční činnosti v posledních čtyřech tisíciletích

Došlo 25. února 1955

Diskuse o práci se konala na schůzi I. sekce ČSAV dne 5. dubna 1955

### Úvod

Climate lasts all the time,  
while weather changes every day.

Mark Twain ústy amerického školáka.

Nemůžeme sice této definice použít s dobrým svědomím za motto práce věnované změnám klimatu, nicméně ušetří nám celkem zbytečné úvahy o rozdílech mezi klimatem a počasím. V této práci se budeme zabývat dlouhodobými změnami noční oblačnosti a tím i nepřímo srážek a hledáním příčin těchto změn.

Nejrůznější výzkumy ukázaly realitu změn klimatu. V geologických dobách jsou to známá období ledová, v recentních dobách menší sice, ale nepochybně zjištěné fluktuace srážek a teploty. Význam těchto výzkumů je dvojitý. Předně má každý i poměrně malý klimatický výkyv určitý význam hospodářský, který se pak přenáší i do jiných oblastí pozemského života. Dále si žádá klimatická změna vysvětlení a jedním z nich a snad také jediným v recentní době může být sluneční činnost, kterou takto můžeme sledovat daleko zpět do minulosti.

Hospodářský význam recentních změn klimatu ukážeme na několika příkladech. Je to v prvé řadě postupné oteplování, které pozorujeme od počátku 19. století, kdy máme již zcela spolehlivé řady měřených teplot. Tak na př. průměrná roční teplota Leníngradu stoupla v období 1830—1930 o 1,1 °C a podobně též teploty Moskvy a Sverdlovska. Roční průměrná teplota Haparandy stoupla v období 1860—1930 o 1,6 °C a zimní teplota Špicberků v období

1910—1935 dokonce o 9 °C. Takové změny teploty mají na prvním místě odezvu v ledových poměrech Arktidy. Když Nansen v letech 1893—95 proplul na lodi Fram Arktickým oceánem, trvala cesta plných 19 měsíců při síle ledu 3,5 metru. Čtyřicet let na to ledoborec Sedov vykonal stejnou cestu za pouhých 6 měsíců při síle ledu jen 2 metry a při průměrné teplotě o 4° vyšší. Zdokonalená plavební technika tu měla jistě lví podíl, ale vliv klimatu nebyl také zanedbatelný. Na počátku tohoto století byly Špicberky otevřeny lodní dopravě 3 měsíce, kdežto nyní funguje lodní doprava po 7 měsíců, což má velkou důležitost pro tamější těžbu uhlí.

Na teplotě a jejím kolísání závisí také severní hranice pěstování hospodářsky důležitých rostlin; to je podstatným faktorem v zemích jako je Kanada, SSSR a USA. Jen na území SSSR podél 60. rovnoběžky, což je přibližně hranice obilí, znamená její pošinutí o 20 km (změna teploty o zlomek °C) jedním nebo druhým směrem zisk nebo ztrátu území v rozloze naší republiky. Když pak je taková klimatická změna, jaká probíhá v poslední době, doplněna zákroky agrobiologickými v pěstění zvláště odolných druhů obilnin, máme jasně před očima význam klimatických změn v hospodářském oboru.

Také kolísání srážek bylo konstatováno na rozhraní 19. a 20. století. Různá po celé zemi prováděná měření srážek ukazují nesporně, že v mírných zeměpisných vzrostly tyto v období 1890—1920 až o 20%, zatím co v tropických končinách srážky poklesly asi o stejné procento. V našich šířkách znamená tento vzestup srážek doprovázený shora uvedeným zvýšením teploty nejen patrnou podporu zemědělské produkce, ale současně i zvýšení průtočného množství vody v řekách a tím i vyšší výrobu elektrické energie. Také na říční dopravu má takové zvýšení příznivý vliv.

Nemůže být sporu o tom, že nynější vývoj klimatu je pouze dočasný a že bude dříve nebo později vystřídán opačnou změnou. Jinými slovy jde o fluktuace klimatu a podle všech známek docházelo k nim již častěji v posledních tisíciletích. V této souvislosti vynoří se přirozeně otázka o periodičnosti fluktuací. Pro dlouhodobé plánování jak na poli biologickém tak na poli technickém by jistě nebylo bez významu znát, zda se nynější hranice pěstování obilí udrží ještě do konce tohoto století nebo zda dnešní intenzivně pěstovaná lodní doprava v Arktickém oceánu nebude překažena zhoršením ledových poměrů již v nejbližším desetiletí. Takové prognosy klimatu jsou možné na čistě empirickém základě, ale získaly by mnoho na váze, kdybychom znali příčinu klimatických fluktuací.

Výzkum příčin klimatických změn je tedy druhým důležitým momentem našeho problému. Klimatické změny v geologických dobách měly značnou amplitudu a velké časové rozpětí. Jejich příčiny bylo proto nutno hledat v adekvatních změnách vzájemné polohy Země a Slunce nebo ve změnách konfigurace pevnin a moří. V recentních dobách jsou klimatické změny mnohem menší a kratší. Odpadají také příčiny shora uvedené a zbývá jedině sluneční

činnost. Sluneční činnost, tento důležitý prvek sluneční fyziky, se však dá sledovat přímo jen do 17. století. Variace klimatu, jichž znalosti sahají mnohem dále zpět do minulosti, jsou proto cennou pomůckou.

V historické době lze změny klimatu sledovat podle různých záznamů o počasí a jeho následcích všeho druhu v kronikách a podle stop, jež počasí zanechalo v přírodě. Všechny tyto metody lze rozdělit do následujících kategorií:

1. Meteorologická pozorování přístrojová sahající nejdále 2—3 století zpět.
2. Zprávy o počasí v kronikách a zjevech na něm přímo závislých.
3. Roční přírůstek stromů, jenž je komplexním znakem klimatu.
4. Fluktuace vod, jež zanechaly stopy v terénu nebo v kronikách.
5. Společenské změny, na něž mohlo alespoň částečně působit klima, jako je stěhování národů z oblasti ohrožených suchem, nebo vznik a zánik civilizačních center v klimaticky labilních oblastech. K těmto dosud známým metodám chceme připojit novou metodu:
6. Objevy komet k poznání variací klimatu a pozorování polárních září k poznání sluneční činnosti v historických dobách.

### Kometární klimatologie

Kometry jsou podle nyní platných názorů konglomeráty drobnějších i větších částic obíhající kolem Slunce v eliptických nebo až parabolických drahách. Také hyperbolické dráhy nejsou vyloučeny, avšak o jejich realitě není zatím jednotný názor. Když se kometa přiblíží dostatečně k Slunci, pak jeho záření vyvolá v kometě řadu procesů, které způsobí značné zvýšení jasnosti komety. Tato okolnost a současně přiblížení k Zemi mají za následek, že se kometa stane viditelnou pozemským pozorovatelům. Je objevena, po určitou dobu sledována na své dráze hvězdami a když se opět dostatečně vzdálila od Slunce a od Země, zmizí našim pozorovacím prostředkům. Jasnější komety viditelné prostým okem, a o ty nám ponejvíce půjde, jsou nápadným nebeským zjevem. Byly proto pozorovány již od nejstarších dob a zaznamenány v historii. Z historických pramenů možno takto sestavit chronologický seznam objevů komet, jak to učinil BIGOURDAN [1], a jeho katalog po revizi a doplnění znovu vydal BALDET [2].

Každý objev zaznamenaný v Baldetově katalogu je výslednicí celé řady faktorů, které možno shrnout do těchto tří kategorií:

#### a) Faktor kosmický

Základní podmínkou vzniku jedné položky v Baldetově katalogu je fyzická existence komety a její přiblížení k Slunci a k Zemi, neboť jen tak se stává kometa teoreticky pozorovatelná. Období teoretické viditelnosti je dáno vzájem-

nou polohou komety, Slunce a Země. Závisí také na zeměpisné poloze pozorovatele a na jeho výzbroji. Vliv těchto posledních faktorů bude diskutován ještě později. Zpravidla je období teoretické viditelnosti omezeno na několik týdnů až měsíců.

### b) Faktor klimatický

Podmínkou praktické viditelnosti je bezoblačná noční obloha. Jen tehdy je objev prakticky možný, když na období teoretické viditelnosti připadne dostatečně dlouhá doba s jasnou noční oblohou.

### c) Faktor společenský

Dále je nutno, aby v době, kdy jsou splněny podmínky a) i b), někdo oblohu skutečně pozoroval, aby pozorování spolehlivě zaznamenal a konečně, aby se tato zpráva dochovala až do našich dob a mohla být pojata do Baldetova katalogu. Je jistě mnoho starých případů, kdy podmínky nutné k objevu byly sice splněny, ale kometa není zaznamenána v katalogu. Buď ušla pozornosti tehdejších méně civilisovaných lidí nebo zpráva o jejím objevu se během času ztratila. Je nutno také připustit, že malá část dochovaných objevů komet se vztahuje na jiné zjevy na př. na nové hvězdy, avšak tuto okolnost pojímáme do sféry společenského faktoru stejně jako velikost pozorovací oblasti a stupeň pozorovací techniky.

Souhrn působení těchto tří faktorů vyjádříme též početně. Uvažujme delší časové období 50 až 100 let. Průměrný na století přepočtený počet komet, které přinesl kosmický faktor do blízkosti Země a splnily tak podmínky teoretické viditelnosti budiž  $k$ . Vlivem klimatického faktoru  $C < 1$  bude jen část komet prakticky pozorovatelná, tedy počet  $Ck$ , kde  $C$  závisí na počtu jasných nocí do roka v uvažované oblasti. Z tohoto počtu vlivem společenského faktoru bude objeven a dochován zlomek  $c_0$ , takže průměrný počet komet v katalogu zaznamenaných bude

$$c = c_0 k C.$$

Tento faktor, který nazveme *hrubý klimatický faktor*, lze snadno určit z katalogu objevů. V jeho časových změnách se v prvním přiblížení zobrazuje i časový průběh klimatického faktoru  $C$ . K dalšímu postupu učiníme dva předpoklady, které si v dalším ověříme:

α) Kosmický faktor se s časem nemění nebo podléhá jen dlouhodobým změnám.

β) Společenský faktor se mění s časem monotonně.

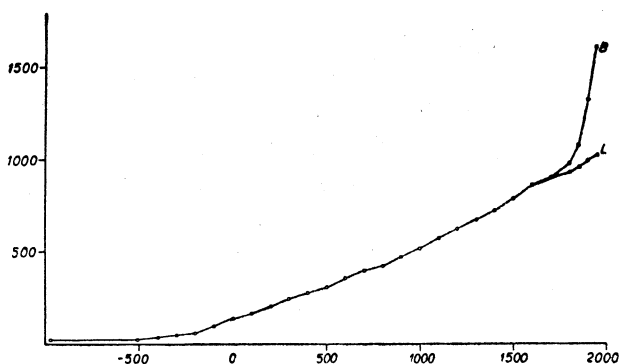
V každém případě jsou naše dosavadní astronomické poznatky i vývoj společnosti v soulase s těmito předpoklady.

Uvedeme nyní postup k určení klimatického faktoru. Z Baldetova katalogu vynášíme graficky pořadové číslo objevu  $N$  jako funkci letopočtu  $A$ . Obdržíme stoupající křivku  $N = f(A)$ . Její směrnicí

$$\frac{dN}{dA} = f'(A) = c \quad (2)$$

dává okamžitou hodnotu hrubého klimatického faktoru. Na obr. 1 je znázorněna tato křivka  $N = f(A)$  kometárních objevů zatím jen ve zmenšeném měřítku. Z jejího průběhu můžeme soudit na průběh společenského faktoru. Možná takto rozeznat tři hlavní etapy:

Obr. 1. Schematická křivka kometárních objevů. — Схематическая кривая открытия комет. — Courbe schématique des découvertes cométaires.



I. Od začátku do r. -500 je velmi pozvolný růst objevů, tedy velmi nízká hodnota společenského faktoru.

II. Od r. -500 do r. 1740 postupně se zvyšující růst objevů vlivem stoupajícího společenského faktoru.

III. Od r. 1740 do r. 1950 velmi rychle stoupající počet objevů. Zračí se tu jednak zvýšené pozorovací úsilí (lovci komet), jednak zlepšená technika pozorovací (dalekohledy, mapy, fotografie).

Při bedlivější prohlídce spatříme na střední části křivky určité fluktuace, které můžeme interpretovat klimaticky. Tak na př. směrnicí křivky v 17. století se neliší od směrnicí v 2. století n. l., i když by se dal čekat nápadný rozdíl ve společenském faktoru ve prospěch 17. století. Tyto fluktuace nutno však studovat na grafu kresleném v příhodnějším měřítku (obr. 2, 3, 4). Křivka objevů se tu dá rozložit v řadu přibližně přímkových úseků. Jejich směrnicí jsou vyneseny jako funkce času na grafu (obr. 5 dole) a to tak, že délkou vodorovných úseček je vyznačeno trvání přímkového úseku a jejich pořadnicí hodnota směrnicí úseku. Takto obdržíme časový průběh hrubého klimatického faktoru ovlivněný ještě vzestupem společenského faktoru. Nejdříve vedeme střední křivku  $c_0$  monotonně stoupající, která představuje průběh společenského faktoru. Když pak utvoříme poměry

$$\frac{c}{c_0} = Ck, \quad (3)$$

obdržíme časový průběh klimatického faktoru, který za našeho předpokladu  $\alpha$ ) není vůbec nebo je jen nepatrně ovlivněn změnou kosmického faktoru. Tento průběh je znázorněn na obr. 6.

Dříve než přistoupíme k dalšímu výkladu a klimatické interpretaci výsledků, je nutno si ověřit, do jaké míry jsou splněny naše předpoklady  $\alpha$ ) a  $\beta$ ). Tato zkouška je možná díky té okolnosti, že Baldetův katalog obsahuje vedle data objevu též jeho místo. Takto lze objevy v období od  $-533$  do  $+1668$  rozdělit následujícím způsobem

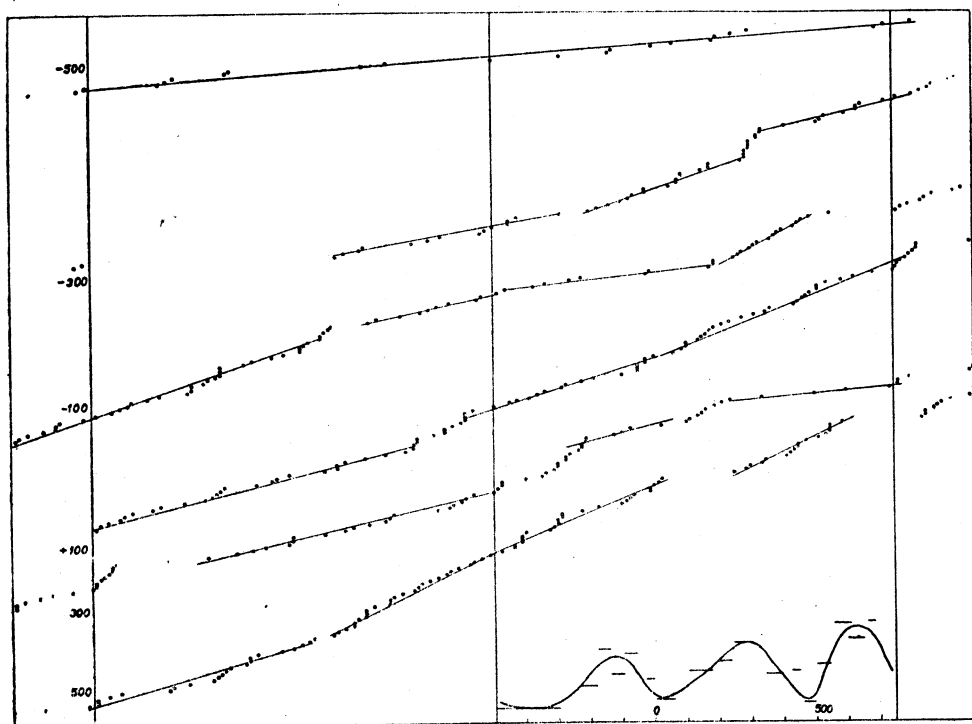
Východ:

Čína ..... 321 objevů t. j. 40%

Západ:

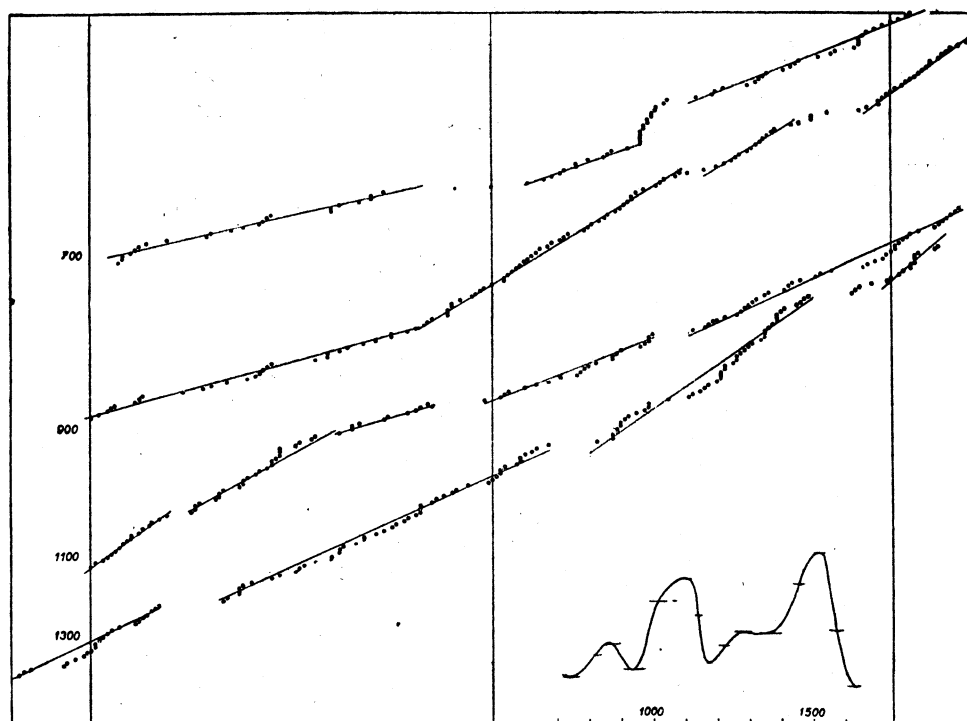
Středomoří ..... 117 objevů t. j. 15%

Evropa ..... 241 objevů t. j. 30%



Obr. 2. Křivka kometárních objevů od r.  $-500$  do r.  $+700$ . Každá část křivky 200 let. Vpravo dole křivka hrubého klimatického faktoru odvozená z přímkových úseků kometárních křivek objevů. — Кривая открытия комет с  $-500$  до  $+700$  гг. Каждая часть кривой — 200 лет. Вправо, внизу — кривая грубого климатического фактора, выведенная из прямолинейных участков кривой открытия комет. — Courbe des découvertes cométaires de l'an  $-500$  à l'an  $+700$ . Chaque partie de la courbe donne 200 ans. En bas à droite la courbe du facteur climatique brut.





Obr. 3. Křivka kometárních objevů od r. 700 do r. 1500. — Кривая открытия комет с 700 до 1500 гг. — Courbe des découvertes cométaires de l'an 700 à l'an 1500.

Všeobecně:

Východ + Západ

121 objevů t. j. 15%

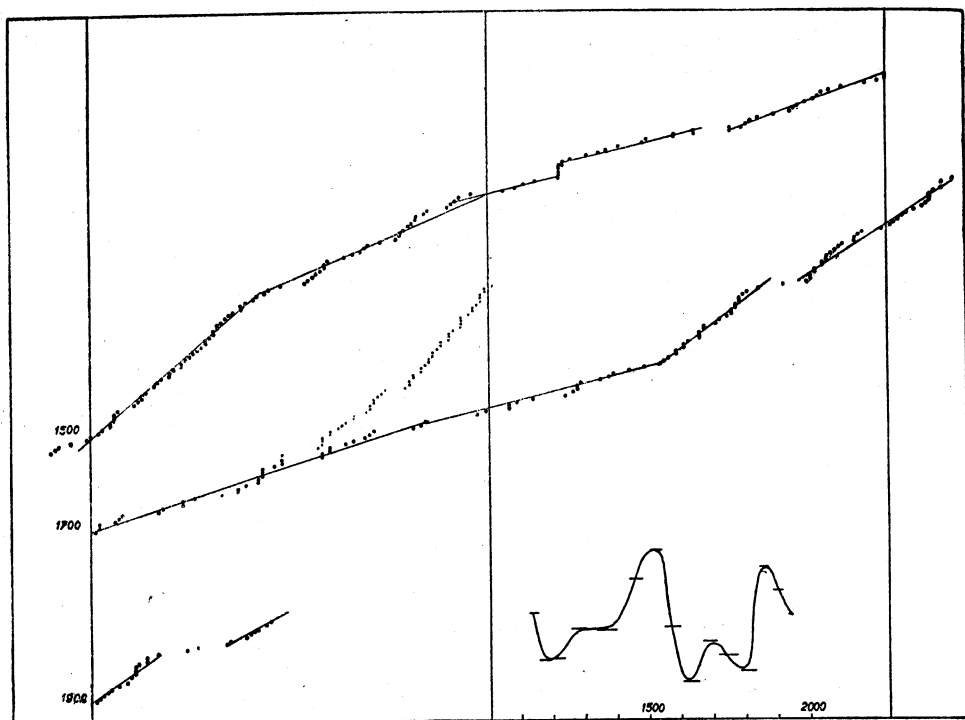
800 objevů t. j. 100%

Připadá tedy na Východ 381 objevů (48%) a na Západ 419 objevů (52%). Po roce 1672 přestávají velmi rychle čínské objevy, jsou nahražovány objevy evropskými, po případě dalšími objevy ze všech částí světa.

Zpracujeme-li nyní odděleně Východ a Západ (obr. 5 nahoře a uprostřed), obdržíme několik argumentů pro podporu našich předpokladů  $\alpha$ ) a  $\beta$ ). Jak vidíme z průběhu křivek hrubého klimatického faktoru, jsou jeho změny v obou oblastech celkem podobné, ale nikoli synchronní. To ukazuje na změny klimatu ve světovém měřítku nebo alespoň na to, že obě uvažované oblasti jeví stejnou korelaci s vlivem působícím tyto změny klimatu. Kdyby nalezené změny byly jen zdánlivé jsouce způsobeny fluktuacemi kosmického faktoru, měly by nutně probíhat v obou oblastech synchronně, což nenastává. V jednom podružném případě mezi r. 55 až 80 pozorujeme současně v obou oblastech nápadný vzestup objevů, který také silně vybočuje z průměrné křivky. Tuto změnu mož-

no vysvětlit vlivem kosmického faktoru, ale pro ostatní fluktuace takové vysvětlení z důvodů shora uvedených selhává. Tím by byl potvrzen předpoklad  $\alpha$ ).

Protože nalezené změny probíhají v obou oblastech celkem podobně, nelze je ani vysvětlit fluktuacemi společenského faktoru. Nelze totiž připustit, že by

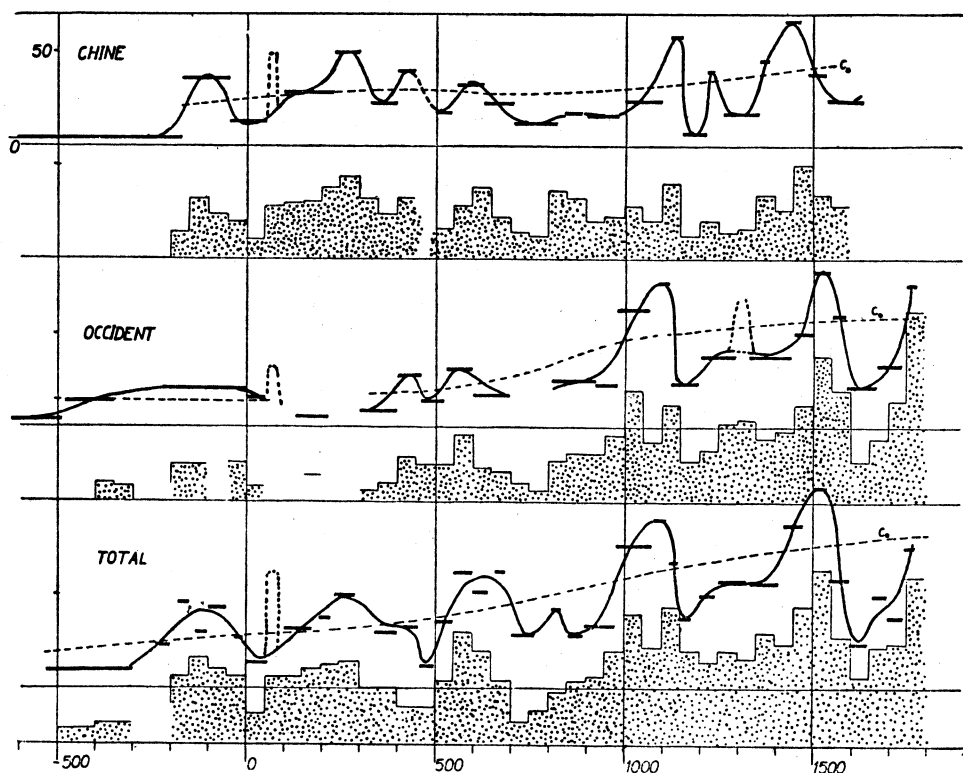


Obř. 4. Křivka kometárních objevů od r. 1500 do r. 1950. — Кривая открытия комет с 1500 до 1950 гг. — Courbe des découvertes cométaires de l'an 1500 à l'an 1950.

společenský faktor ovlivněný společenským vývojem ve dvou naprosto oddělených oblastech probíhal v takových vlnách, jaké plynou z našich křivek. Jak nás učí historie, žily Čína a Evropa v minulých stoletích na sobě zcela nezávisle. Průměrné křivky společenských faktorů obou oblastí však dobře odpovídají jejich kulturní historii. Čínský faktor je zprvu vyšší než v Evropě, hlavně snad vlivem lepšího zachování čínských objevů díky vyspělosti čínského písemnictví. V dalším průběhu stoupá čínský faktor dosti rovnoměrně. Evropský faktor je zprvu nízký a teprve kolem 7. století n. l. se vyrovná čínskému. Pak nastává prudký vzestup až do 11. století, kdy nastoupí dosti vyrovnaný stav. V 18. století pak se objeví velmi prudký vzestup z důvodů již dříve uvedených.

Shora uvedené rovnice vyjadřují formálně metodu, jakou jsme odvozovali křivky změn klimatu. Jejich tvar byl volen s ohledem na zjev, že fluktuace klimatického faktoru  $c$  kolem střední hodnoty rostou co do amplitudy s touto

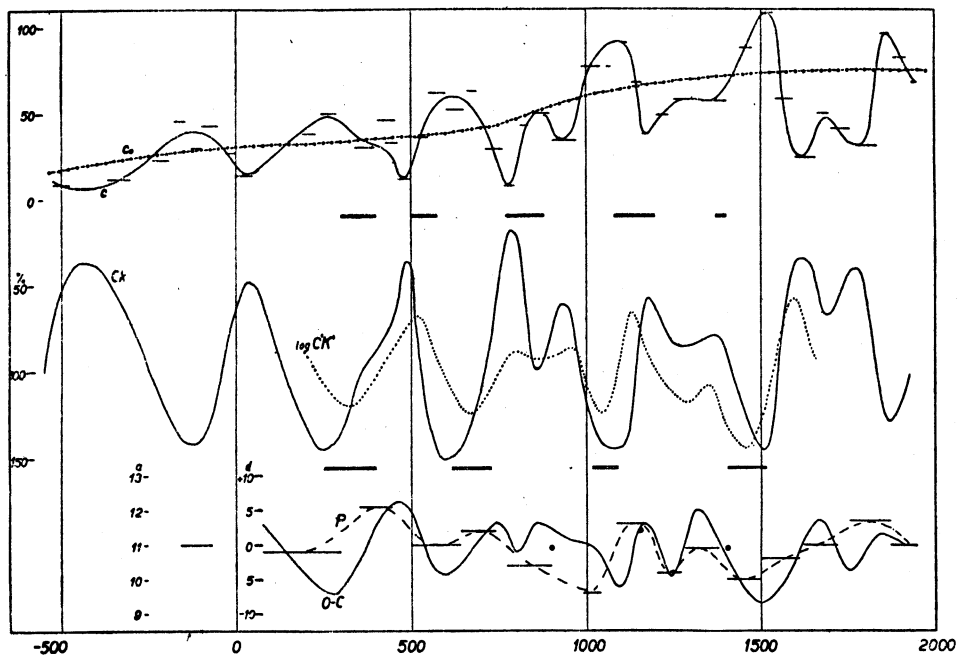
stoupající střední hodnotou, kterou jsme nazvali společenským faktorem  $c_0$ . Jinými slovy při metodě námi užívané dostáváme fluktuace o amplitudě přibližně nezávislé na čase. Taková vlastnost logicky zapadá do celé problematiky variací klimatu v recentních dobách.



Obr. 5. Chod hrubého klimatického faktoru v období -500 až 1740. Nahoře v Číně, uprostřed na Západě a dole celkově v obou oblastech. Křivka je odvozena ze směrnic křivky objevů  $N = f(A)$ . Dole jsou vždy tečkovanými plochami vyznačeny počty objevů po 50 letech. — Изменение грубого климатического фактора в период с -500 до 1740 гг. Наверху — в Китае, в центре — на Западе, внизу — всего в обеих областях. Кривая выведена из касательных кривой открытий  $N = f(A)$ . Внизу всегда пунктирными площадями обозначены количества открытий после 50 лет. — Allure du facteur climatique brut de -500 à 1740. En haut pour la Chine, au milieu pour l'Occident et en bas en commun pour les deux régions. La courbe est déduite d'après les pentes de la courbe des découvertes  $N = f(A)$ . En bas les aires pointillées donnent les découvertes pendant 50 ans.

Naše rovnice nechtějí a při své jednoduchosti také nemohou být pokusem o teoretické zachycení celého složitého dění od přiblížení komety k Zemi v roce  $A$  až do vytištění Baldetova katalogu v roce 1950. Taková snaha je předurčena k nezdaru. Naše úsilí směřuje k zachycení křivky změn a to v pořadnici toliko kvalitativně a v úsečce, t. j. v čase kvantitativně za účelem sledování periodicity změn a srovnání s ostatními výsledky historické klimatologie. Tyto výsledky mezinárodně uznávané bývají totiž presentovány ve formě

křivek odvozených nejčastěji ze slovních popisů z kronik a pod. Naše výsledky založené na numerickém obsahu kronik snesou proto každou kritiku a znamenají podstatný pokrok v tomto oboru.



Obr. 6. Křivka sluneční periody 400 let. Nahoře křivka hrubého klimatického faktoru  $c$  a společenského faktoru  $c_0$  v období  $-500$  až 1950. Uprostřed křivka klimatického faktoru  $Ck$  a křivka sluneční činnosti  $C'K'$  (tečkované). Silné úsečky nahoře jsou období s větším počtem skvrn podle obr. 13. Dvojité úsečky dole jsou období s malým počtem polárních září podle obr. 12. Dole křivka délky jedenáctiletých cyklů  $P$  a křivka rozdílů  $O-C$  počítaných s periodou  $10,85^*$ . — Кривая 400-летнего солнечного периода. Наверху — кривая грубого климатического фактора  $c$  и общественного фактора  $c_0$  в период с  $-500$  до 1950 гг. В центре — кривая климатического фактора  $Ck$  и кривая солнечной деятельности  $C'K'$  (пунктирная). Толстые отрезки наверху обозначают периоды с большим числом пятен, сообразно с рис. 13. Двойные отрезки внизу обозначают периоды с небольшим числом полярных сияний, сообразно с рис. 12. Внизу — кривая длины одиннадцатилетних циклов  $P$  и кривая разностей. — Courbes de la période solaire de 400 ans. Au milieu la courbe du facteur climatique brut  $c$  et du facteur social  $c_0$  de  $-500$  à 1950. Au milieu la courbe du facteur climatique  $Ck$  et la courbe de l'activité solaire  $C'K'$  (pointillée). Les segments épais en haut sont les époques d'un grand nombre de taches d'après la fig. 13. Les segments doubles en bas sont les époques de carence aurorale d'après la fig. 12. En bas les courbes de la longueur des cycles solaires de 11 ans  $P$  et des différences  $O-C$  calculées avec la période de  $10,85^*$ .

### Vývoj společenského faktoru

Křivka společenského faktoru je základem, na který vztahujeme fluktuaace hrubého klimatického faktoru. Bude proto na místě povšimnout si zde podrobněji všech okolností, které mohou mít vliv na časový průběh společenského faktoru.

Tuto analýzu můžeme provést s několika hledisek. Jako prvé si zvolíme názor lidstva na podstatu komet [3]. Z četných a protichůdných názorů na toto téma nutno uvést na prvním místě názor Aristotelův, který převzala jeho škola a který se udržel díky jeho autoritě až do 16. – 17. století. Nemělo by smyslu se zde zabývat podrobněji tímto nesprávným výkladem komet. Uvedeme jen stručně, že komety jsou podle Aristotela pozemskými výpary, které stoupají do velké výše a tam se kondensují v komety. Patří tedy svou podstatou mezi ostatní „meteory“ jako jsou srážky, duha, halové zjevy a pod. Komety, jsouce tedy pokládány za pomíjivé zjevy atmosférické, nebyly studovány podrobněji astronomy k velké škodě kometární astronomie. Jiné a správné názory jako na př. názor Senekův, že komety jsou skutečná nebeská tělesa, nedošel vůbec k uplatnění.

Tuto meteorologickou a pro astronomii nevýhodnou kvalifikaci komet podle Aristotela kompenzovala do jisté míry od dávných dob se udržující astrologická pověra, převzatá i křesťanskými theology v poněkud pozměněné formě. Komety jsou podle těchto názorů předzvěstí pohrom všeho druhu. Komety ohlašovaly také smrt panovníků. V dobách křesťanských byly též projevem hněvu božského a jakýmsi druhem výstrahy vyzývajícím k pokání a nápravě mravů. Vlivem těchto okolností stávají se komety stálým doplňkem historických zpráv v kronikách a zachovaly se takto až do našich dob.

Tak tomu bylo v evropské oblasti. V druhé oblasti, z níž čerpáme zprávy o kometách, v Číně, byly komety také předmětem astrologické pověry přivedené na poměrně vysoký stupeň zpracování. Oblouha byla rozdělena na řadu oblastí představovaných souhvězdími. Planety byly správci této nebeské říše, hvězdy jejími ministry a komety jejich poslové. Osudy čínské říše se rozhodovaly na nebi a cokoli se tam přihodilo, mělo odezvu zde dole na Zemi. V zájmu státním bylo tedy nutno sledovat putování komet po nebi a máme proto poměrně přesné zprávy o objevech komet včetně data na měsíc a na den a o dráze komety na obloze. Tyto údaje jsou proto daleko přesnější než evropské před 16. stoletím.

Teprve v 16. století se v Evropě počíná pomalu ujímat názor o astronomické podstatě komet, když měření jejich parallaxy (Tycho Brahe) bylo zjištěno, že jsou od nás podstatně dále než Měsíc. Komet si počínají všimnout bedlivěji astronomové, měří jejich polohy a díky této změně vzrůstá procento komet s určenými drahami.

Úhrnem můžeme říci, že názor na podstatu komet a jeho změny v průběhu minulých století ovlivňovaly sice přesnost a úplnost pozorování komet, neměly však většího vlivu na počet zaznamenaných komet. Tu i tam mohlo dojít k umělé synchronisaci komety a význačné události na Zemi, po případě též (ovšem řídké) k přidání neexistující komety. V delších obdobích jsou tyto vlivy zanedbatelné a kontrolovatelné porovnáním obou oblastí evropské a čínské.

S vývojem názorů na podstatu komet souvisí do jisté míry také kritičnost v posuzování objevů. Velmi staré objevy mohou v některých případech znamenat i objev nové hvězdy, když zachovaný text není dosti úplný. Čiňané naopak označovali jako kometu jen takovou, která měla patrný ohon. Záměna komet s bolidy je velmi řídká a stejně i záměna s polárními zářemi. Takové nevíтанé přírůstky nebo zase naopak úbytky (v Číně) zahrnujeme do křivky vývoje společenského faktoru.

Další okolností působící na vývoj společenského faktoru je vývoj pozorovací techniky jak s hlediska přístrojového tak s hlediska psychologického. Vývoj pozorovací techniky dal počátkem 17. století objev dalekohledu a koncem 19. století zavedení fotografie do astronomické praxe. Dále nutno vzít v úvahu stoupající počet a geografické rozšíření hvězdáren a amatérských pozorovatelů. Vedle těchto materiálních momentů počíná se od poloviny 18. století uplatňovat též moment psychologický, podložený ovšem v mnoha případech materiálně. Dříve totiž byly objevy komet neosobní a hledání komet se prakticky vůbec neprovádělo. Od druhé poloviny 18. století se však začínají vyskytovat „lovci komet“, kteří se zabývají systematickým hledáním komet. Mezi první z nich patří známý Ch. Messier, který našel po sobě řadu následovníků. Hledání komet je od té doby podporováno cenami, medailemi a když ničím jiným, tak označováním objevené komety jménem objevitele. Tyto okolnosti měly zajisté velmi příznivý vliv na rozvoj kometární astronomie, ale současně velmi podstatně zvedly vzestup křivky společenského faktoru, čímž do jisté míry ohrozily porovnatelnost výsledků s dřívějšími řadami pozorovacími. Do jaké míry působila tato lovecká vášeň na křivku kometárních objevů ukazuje přehled objevů některých nejúspěšnějších lovců komet až do počátku 19. století:

Messier	1760—1801.....	18 komet
Méchain	1781—1802.....	14 komet
Car. Herschelová	1786—1797.....	7 komet
Olbers	1780—1821.....	9 komet
Bouvard	1795—1822.....	9 komet
Pons	1801—1827.....	36 komet

Činnost těchto lovců a jejich následníků v dalším průběhu 19. a 20. století šla však hlavně na účet slabších teleskopických komet, po případě komet právě ještě prostým okem viditelných. Tak počátek prudkého vzestupu objevu v polovině 18. století prakticky zmizí, vyloučíme-li z objevu tyto slabé, po případě teleskopické komety. Ukazuje se to na obr. 4, kde menšími body jsou vyznačeny všechny objevy po r. 1740, kdežto většími jsou vyznačeny jen komety jasnější podle tabulky dále uvedené (tab. I).

Chceme-li tedy navázat křivku objevů komet z pozdějších dob (od poloviny 18. století) na křivku dřívější, nutno z pozdějších objevů komet vyloučit komety viditelné jen v dalekohledu nebo prostým okem na hranici viditelnosti a ponechat jen komety dobře viditelné prostým okem. Podrobnějším rozбором situace docházíme k tomuto rozdělení komet:

I. Komety objevené prostým okem.

II. Komety objevené teleskopicky (fotograficky), které se však později staly dobře viditelné prostým okem.

III. Komety stejně objevené jako ad II., které se později staly jen obtížně viditelné prostým okem.

IV. Komety objevené a v dalším průběhu pozorované jen teleskopicky (fotograficky).

Komety první a druhé kategorie patří nesporně do našeho materiálu pro konstrukci křivek objevů a odvození klimatického faktoru. U komet druhé kategorie bereme rok objevu (teleskopického) bez ohledu na to, že se kometa stala vlastně objevitelnou prostým okem později, někdy i příštího kalendářního roku. Takový teleskopický objev komety jen předcházal později možný objev visuální. Datum takového teleskopického objevu je indikátorem oblačnosti toho kterého roku a pozdější visuální pozorování slouží vlastně jen k zařazení komety do přípustné kategorie II., resp. neviditelnost či obtížná viditelnost prostým okem do nepřípustné kategorie III. nebo IV. Kdybychom měli jiné kritérium k takovému zařazení, bylo by pozdější pozorování komety zbytečné. Rozhodnutí je však nutné, protože kosmický faktor  $k$  závisí podstatně od přijaté meze jasnosti komet pojatých do našeho seznamu.

Komety třetí kategorie vylučujeme proto, že byly většinou pozorovány po předchozích teleskopických pozorováních a jen díky těmto pozorováním neušly naší pozornosti. V dřívějších dobách takové komety většinou ušly pozornosti nebo jsou příliš nepatrné, nebyly zaznamenány v kronikách. V Číně dokonce taková tělesa (bez ohonu) nebyla počítána mezi komety. Seznam dále uvedený (tab. I) obsahuje tedy komety kategorií I. a II., vybrané na základě studia pramenů.

### Změny klimatu v posledních čtyřech tisíciletích

Křivku variací součinu  $Ck$  budeme tedy v dalším interpretovat jako změny klimatu. Protože jde o objevy komet, dávají nám fluktuace naší křivky změny noční oblačnosti s klimatického hlediska, t. j. průměrné stavy za delší časová období. Noční oblačnost jako element klimatického výzkumu v minulosti nebyla dosud uvažována pro nedostatek vhodných method k jejímu stanovení.

Povšimněme si nejdříve periodického charakteru nalezených fluktuací. Křivka jeví zřetelnou fluktuaci v periodě 400 let. V období od  $-500$  do  $+1950$  nalézáme 6 minim a 6 maxim noční oblačnosti. Tuto periodicitu možno dokonce

Tabulka I. Seznam jasnějších komet < 5<sup>m</sup> po roce 1700.  
 Таблица I. Перечень более ярких комет < 5<sup>m</sup> после 1700 г.  
 Tableau I. Liste de brillantes comètes < 5<sup>m</sup> après l'an 1700.

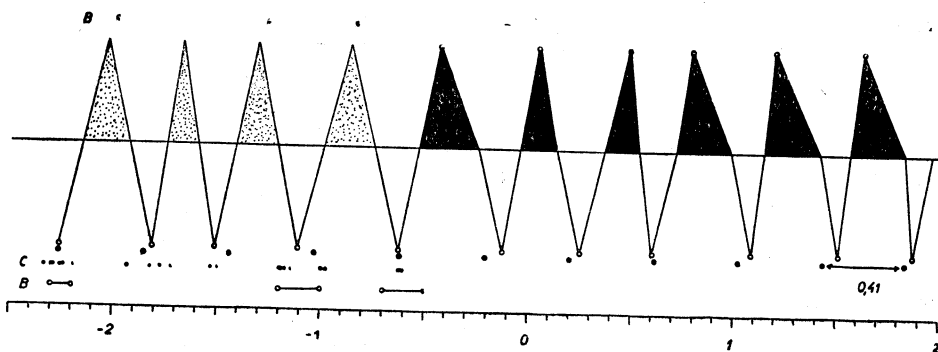
N <sub>B</sub>	N <sub>L</sub>	A	J	Z	H	D	
906	906	1701	Pallu	Fr		°	
907	907	1702 a	xxxx			42	
908	908	1702 b	La Hire	Fr			
909	909	1706	Cassini	Fr			= neb. And
910	910	1707	Cassini	Fr	2		
911	911	1708	mmm				
913	912	1718	Kirch	D			
916	913	1726	ggg	It			
918	914	1733	mmm				
919	915	1737 a	Cassini	Fr	2		
922	916	1742 a		Fr	1	5	
923	917	1742 b	mmm				
924	918	1743 a	Maraldi	Fr			
926	919	1743 c	Klinkenberg	Ho		8; 24	!!
927	920	1746 a	Kindermann	D	2		
929	921	1748 b	Maraldi	Fr			= neb. And
930	922	1748 c	Klinkenberg	Ho			
934	923	1758 a	ggg	It			
936	924	1758 c	xxxx				Halley
937	925	1760 b	Messier	Fr	4		
938	926	1760 a	xxxx		1		
941	927	1764	Messier	Fr		2,5	
943	928	1766 b	Halfzenrieder	D			
944	929	1769	Messier	Fr		97	!!
946	930	1770 b	Messier	Fr			
948	931	1771 b	Messier	Fr		2,5	= εAri
958	932	1783 b	Cassini	Fr		2	
977	933	1797	xxxx				
982	934	1799 b	Méchain	Fr			
986	935	1805 a	Pons	Fr	4	3	Encke
987	936	1805 b	Pons	Fr	3-4		Biela
989	937	1807	Pons	Fr	1	10; 4,5	!!
997	938	1811 a	Flaugergues	Fr		20	!!!
1010	939	1819 c	Tralles xx	D		10	!
1013	940	1821 a	Nicollet	Fr		10	



N <sub>B</sub>	N <sub>L</sub>	A	J	Z	H	D	
1014	941	1822 a	Gambart	Fr	4	°	
1017	942	1822 d	Pons	Fr	3	1,5	
1018	943	1823	xxxx				!
1033	944	1828 a	Struve	Ro	5		Encke
1034	945	1830	xxxx		3	8	
1035	946	1831 a	xxxx		2	3	
1043	947	1835 c	Dumouchel	It	1	30	Halley
1046	948	1849 b	Galle	D	4-5		
1052	949	1843 a	xxxx			90	!!!
1057	950	1844 c	xxxx			10	!!
1060	951	1845 b	Colla	It	3	2,5	
1071	952	1847 a	Hind	GB	4	4	
1076	953	1847 f	Mitchell	USA	3-4		
1081	954	1849 a	Schweizer	Ro	5		
1082	955	1849 c	mmm		1	1	
1083	956	1850 a	Petersen	D	5	3	
1094	957	1853 b	Schweizer	Ro	3	10	
1096	958	1853 c	Klinkerfues	D	1	15	
1097	959	1853 d	Bruhns	D	2-3	4	
1100	960	1854 b	Menciaux	Fr	2	3,5	
1101	961	1854 c	Klinkerfues	D	5	3	
1117	962	1857 e	Klinkerfues	D	3	4	
1125	963	1858 e	Donati	It		36; 50	!!
1132	964	1860 c	xxxx	It	1	20	!!
1135	965	1861 e	Thatcher	USA	3	1	
1136	966	1861 b	Tebbut	Aus		120; 56	!!!
1139	967	1862 a	Schmidt	Gr	5		
1140	968	1862 b	Swift	USA		30	!
1144	969	1863 b	Respighi	It	4	3	
1145	970	1863 d	Tempel	Fr	4	10	
1149	971	1864 a	Tempel	Fr	2-3	30	
1153	972	1865 a	xxxx			25	!!
1163	973	1868 b	Winnecke	D	5	3	
1188	974	1874 c	Coggia	Fr		45	
1208	975	1880 a	xxxx			40	!!
1218	976	1881 c	Tebbutt	Aus	1	2	!
1219	977	1881 d	Schäberle	USA	3	10	
1225	978	1882 b	Wells	USA	3		!!
1227	979	1882 d	xxxx		3	20	!!
1231	980	1883 b	xxxx		2	8; 5	

N <sub>B</sub>	N <sub>L</sub>	A	J	Z	H	D	
1232	981	1883 c	xxxx			° 2,5	!
1244	982	1885 f	Fabry	Fr	2	5	
1245	983	1885 g	Barnard	USA	3	2,5	
1252	984	1886 f	Barnard	USA	2,5	12; 1	
1253	985	1887 a	xxxx	Ar		50	!!
1258	986	1888 a	Sawerthal	USA	3,5	8	
1267	987	1889 e	Davidson	Aus	4		
1284	988	1892 a	Swift	USA	3	20	
1287	989	1892 h	Holmes	GB			neb. And
1294	990	1893 c	Rordame	USA	3,5	15	
1298	991	1894 b	Gale	Aus	4	2	
1327	992	1899 a	Swift	USA	3	1,5	
1335	993	1901 a	xxxx		1	10; 30; 20	!!
1339	994	1902 b	Perrine	USA	4	1,2	
1343	995	1903 c	Borrelly	Fr	3		
1348	996	1904 b	Kopff	D	5		Encke
1357	997	1905 c	Giacobini	Fr	2,5	1,5	
1367	998	1907 d	Daniel	USA	4	23	
1377	999	1910 a	xxxx		1,5	50	!
1378	1000	1909 c	xxxx		3	140	Halley
1383	1001	1911 b	Kiess	USA	5		
1386	1002	1911 c	Brooks	USA	2	30	
1385	1003	1911 g	Beljavsky	Ro	2	15	
1392	1004	1912 a	Gale	Aus	4		
1405	1005	1913 f	Delavan	Ar			
1401	1006	1914 b	Zlatinsky	Ro	4		
1404	1007	1914 e	Campbell	USA	4		
1416	1008	1917 a	Melish	USA			
1446	1009	1924 c	Finsler	D	4	4	
1473	1010	1927 c	Biesbroeck	USA	5		
1475	1011	1927 h	Skjellerup	Aus	1		
1521	1012	1936 a	Peltier	USA	3	3	
1530	1013	1937 f	Finsler	Sui	4	3,5	
1535	1014	1939 d	Jurlof	SSSR	3	20	
1549	1015	1940 c	Cunningham	USA	3	4	
1552	1016	1941 c	De Kock	Afr	2	3	
1566	1017	1942 g	Whipple	USA	4	4	
1575	1018	1944 e	Berry	Aus	5		

prodloužit zpět do minulosti až do r. -2300, kdy začíná Baldetův katalog. Před r. -500 nejsou sice objevy komet dostatečně četné, aby definovaly spolehlivě křivku objevů  $N = f(A)$ , avšak objevy se kupí význačně kolem urči-

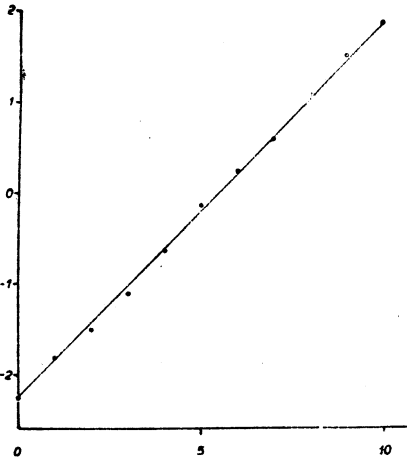


Obr. 7. Schema variací klimatu od -2300 do 1950. Lomená čára spojuje význačné body na křivce noční oblačnosti odvozené z kometárních objevů v období -500 až 1950. Před r. -500 jsou minima noční oblačnosti odvozena ze skupin objevů v řadě C. Řada plných bodů nad nimi vyznačuje průměrnou periodu 410 let. Symboly v řadě B vyznačují suchá (dole) a vlhká (nahore) období v intervalu -2300 až -500 podle Brookse [5] p. 305. Dole časová škála v tisíciletích. — Схема вариации климата от -2300 до 1950 г. Ломаная линия соединяет знаменательные точки на кривой ночной облачности, полученные из открытий комет в период от -500 до 1950 г. До -500 г. минимумы ночной облачности получены из групп открытий комет в ряду C. Ряд полных точек над ними обозначает среднюю периодичность 410 лет. Символы в ряду B обозначают сухие (внизу) и влажные периоды в интервале от -2300 до -500 г. по Бруксу [5] стр. 305. Внизу шкала времени в тысячелетиях. — Schéma des variations climatiques de -2300 à 1950. Le trait rompu relie les points représentatifs de la courbe de nébulosité nocturne d'après les découvertes cométaires de -500 à 1950. Avant -500 les minima de nébulosité résultent des groupes de découvertes de comètes dans la série C. Les symboles de la série B désignent les minima (en bas) et les maxima (en haut) des pluies d'après Brooks [5] p. 305. En bas l'échelle de temps en millénaires. Les ronds noirs donnent la périodicité moyenne de 410 ans.

tých dat, která dobře zapadají do periodicity minim oblačnosti (obr. 7 řada C). Takto dostáváme v období posledních čtyř tisíciletí celkem 11 sekulárních minim oblačnosti, které spolu s 6 maximy oblačnosti definují periodu noční oblačnosti (obr. 8) velmi blízkou 400 letům. První důležitý výsledek kometární klimatologie tedy zní:

- 
- $N_B$  číslo Baldetova katalogu — номер каталога Бальдэ — le numéro de Baldet
  - $N_L$  naše nové číslo — наш новый номер — notre nouveau numéro
  - A rok objevu — год открытия — l'année de la découverte
  - J jméno objevitele — имя открывшего — l'auteur de la découverte
  - Z země objevu — страна открытия — le pays de la découverte
  - H hvězdná velikost max. — звездная величина макс. — la grandeur stellaire max.
  - D délka ohonu max. — длина хвоста макс. — la longueur de la queue max.
  - xxxx více pozorovatelů — много наблюдателей — plusieurs observateurs
  - mmm objevena na moři — открыта в море — vue en mer
  - ggg podle zpráv z novin — по газетным сведениям — d'après les gazettes
  - ! stupeň nápadnosti — степень значительности — le degré d'importance

Noční oblačnost ve středních šířkách severní polokoule (Čína-Evropa) jeví v celém dosažitelném období -2300 až +1950 fluktuační s periodou blízkou 400 letům.



Tuto klimatickou interpretaci našich výsledků kometárních podepřeme nyní výsledky jiných klimatických výzkumů v historických dobách podle bodů výtčenných v úvodu k této práci. Uvedeme nejdříve synthesesu klimatických variací od r. 1000 podle C. E. P. BROOKSE [4]:

Obr. 8. 400letá perioda klimatu. Minima oblačnosti. (Tab. VI. str. 36). — 400-летний период климата. Минимумы облачности — пустые кружки (табл. VI., стр. 36). — Période climatique de 400 ans. Minima de nébulosité. (Tableau VI p. 36).

I. Poměrně mírná a suchá perioda počínající před r. 1000 do r. 1250. Mírné a proměnné větry.

II. Deštivější bouřlivá perioda asi od r. 1250 do r. 1400, s převládajícími větry od WSW v Evropě.

III. Perioda chladnějšího, ale méně bouřlivého počasí od r. 1400 do r. 1600. Větry v Evropě byly více proměnné. Mořského ledu přibývalo, ale horské ledovce zůstávají poměrně malé.

IV. „Malá ledová doba“ od r. 1600 do r. 1850. Srážky proměnné, ale obecně vysoké, teplota spíše nízká.

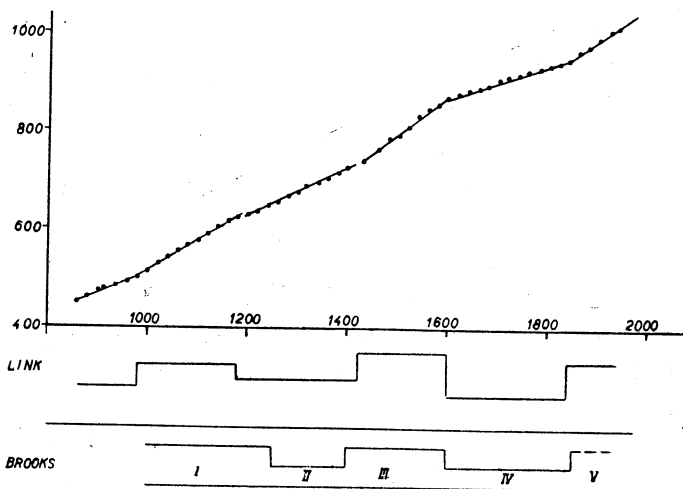
V. Perioda postupného oteplování a ústupu ledovců od r. 1850 až do dnešních dnů.

Těmto pěti periodám odpovídají dobře zlomy na křivkách kometárních objevů, které oddělují od sebe jejich úseky. Sklony těchto úseků (obr. 9) jsou ve shodě s charakteristikami period shora uvedenými.

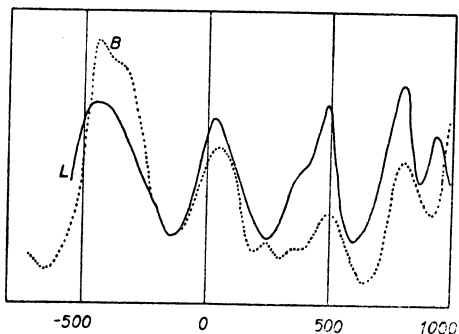
Před r. 1000 můžeme naše výsledky porovnat s BROOKSOVOU křivkou deště [5]. Tato je synthesesou všech dosavadních výsledků klimatického výzkumu (kromě komet) a platí pro střední šířky celé severní polokoule (obr. 10). Vidíme tu opět velmi dobrou shodu obou zcela neodvislých řad.

Tato dvě srovnání postačí, aby ukázala na správnost interpretace našich výsledků a na oprávněnost metody kometární klimatologie. Nutno ovšem upozornit na některé okolnosti, které by mohly svést kritiku na nesprávnou cestu. Pojem klimatu vyvolává totiž představu ročního chodu srážek a teploty, který je ostatně základem pro stanovení typů klimatu a jejich geografického

rozdělení (Köppen a j.). Naše variace „klimatu“ nelze chápat jako změny těchto typů, které z valné části jsou určeny geografickými okolnostmi a jsou tudíž v historických dobách prakticky neproměnné. Naše variace klimatu jsou jen ukazatelem meteorologického klidu či neklidu zračícího se v oblačnosti bez



Obr. 9. Srovnání výsledků kometární klimatologie s Brooksovou syntésou klimatu 1000—1950. Nahoře křivka kometárních objevů. Uprostřed směrnice úseků křivky objevů. Dole schematicky Brooksovy výsledky s označením příslušné periody podle textu. Сравнение результатов кометной климатологии с синтезом климата Брукса в течение 1000—1950 гг. Наверху — кривая открытий комет. В центре — касательные к участкам кривой открытий. Внизу — схематические результаты Брукса с обозначением соответственного периода, сообразно с текстом. — Comparaison des résultats de climatologie cométaire avec la synthèse climatique de Brooks. En haut la courbe des découvertes cométaires. Au milieu les pentes de la courbe de découvertes. En bas le schéma des résultats de Brooks avec la désignation des périodes d'après le texte.



Obr. 10. Brooksova křivka deště *B* (tečkovaně) — 500 až 1000 ze syntésy meteorologických zpráv, naše křivka noční oblačnosti *L* (plně) z objevů komet. — Кривая *B* дождей Брукса (пунктиром) с —500 до 1000 гг. из синтеза метеорологических известий; наша кривая ночной обlačности *L* (сплошная) из открытий комет. — Courbe des pluies d'après Brooks *B* (en pointillé) résultant de la sythèse des renseignements météorologiques; notre courbe *L* de la nébulosité nocturne (en trait plein) d'après les découvertes cométaires.

rozdílu klimatického typu pozorovacího místa. Je ostatně dnes všeobecným názorem, že klimatické variace v historických dobách byly světového měřítká (alespoň pro severní polokouli) a vliv pozorovacího místa je tudíž jen podružné povahy.

Může se projevit tím, že se středisko kulturního života posunovalo v průběhu minulých dob z jedné klimatické oblasti do druhé. Ve východní oblasti — v Číně — jsou tyto poměry dosti jednoduché [6,7]. Do 13. století byl kulturní život soustředěn mezi 30° až 35° s. š., soudě podle sídel dynastií a později přechází sídlo dynastií do Pekingu na 40° s. š. Klimaticky patří tyto oblasti do monsunového typu klimatu a liší se od sebe jen v detailech. Na západě jsou poměry složitější. Do 5.—6. století jsou objevy koncentrovány na středozevní oblast, později přecházejí také do západní Evropy a od 14. století se rozšiřují i do střední Evropy. Klimaticky jsou tyto oblasti odlišné v tom smyslu, že roční chod oblačnosti není stejný a nebude ani stejný roční počet jasných nocí. Kdybychom však chtěli vysvětlit nalezenou čtyřistaletou fluktuaci klimatu posuvy civilizačních center, bylo by nutno předpokládat jejich oscilace v obou směrech, zatím co je přípustný toliko jednosměrný posuv.

Vedle Brooksových syntetických výsledků použili jsme ke srovnání též izolované zprávy o klimatu v minulých dobách [8], které jsme vynesli názornými symboly (*B*) do našeho schématu variací klimatu v posledních čtyřech tisíciletích (obr. 7). Souhlas je opět dobrý.

Klimatický význam kometárních objevů možno doložit ještě dalšími příklady. Jedním z nich je *roční chod četnosti objevů*, ve kterém se zračí roční chod oblačnosti. K těmto účelům se hodí zejména čínské objevy, protože jsou datovány na den přesně již od starších dob a také proto, že se vztahují na poměrně stejnorodou klimatickou oblast. Statistiky objevů po měsících byly provedeny odděleně pro jednotlivé klimatické úseky na křivce objevů. Výsledky byly rozříděny do třech skupin podle poměru počtu zimních objevů (listopad—duben) k objevům letním (květen—říjen) a to:

A)	$Z : L > 1,4$ ; průměrně $Z : L = 1,8$	$Z + L = 184$
B)	$1 < Z : L < 1,4$ ; průměrně $Z : L = 1,1$	$Z + L = 115$
C)	$Z : L < 1,0$ ; průměrně $Z : L = 0,7$	$Z + L = 143$

Prvá skupina (obr. 11) odpovídá normálnímu monsunovému počasí, jaké známe v Číně, t. j. deštivé a oblačné léto kontrastující se suchou a jasnou zimou. Druhá skupina je přechodného typu jen s malou převahou srážek v létě a třetí skupina odpovídá jasnému létu a oblačnější zimě. Nutno připomenout, že tento typ (C) je méně výrazný než typ normální (A). Dále je pozoruhodné, že výskyt tohoto typu (C) a jemu příbuzného přechodného typu (B) je omezen na minima sekulární oblačnosti až na jednu výjimku kolem r. 150 př. n. l.

Podobný případ změny ročního chodu srážek se uvádí pro Egypt (Alexandrie) v 1. století n. l., kdy jejich maximum připadlo na letní dobu, zatím co normálně je tomu naopak, soudě podle dnešního typu klimatu. HELLMANN, který na tento zjev první upozornil [9], zapochyboval dokonce o správném umístění pozorovacího místa, pro které by se podle ročního chodu lépe hodilo Řecko.

Tabulka II. Roční chod objevů komet v Číně.  
 Таблица II. Ежегодное изменение открытий комет в Китае.  
 Tableau II. Allure annuelle des découvertes en Chine.

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	c	Měsíce — Месяцы — Mois												Z	L	Typ
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	-630	-170	4	1	2	-	-	2	-	3	1	-	-	-	3	6	6	B
2	-170	-45	36	2	2	3	3	4	3	5	6	3	3	-	-	10	24	C
3	-45	+55	13	-	-	1	1	1	-	-	2	-	-	1	1	4	3	B
4	+55	+77	49	1	1	1	-	1	2	1	2	1	-	1	1	5	7	C
5	77	100	13	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	0	1	
6	100	235	29	6	2	2	1	-	3	2	2	2	2	6	7	24	11	A
7	235	300	50	2	3	1	4	2	3	-	1	4	1	5	7	22	11	A
8	330	400	23	3	2	5	2	3	-	1	4	1	-	2	1	15	9	A
9	400	450	40	2	2	1	-	-	4	-	-	1	1	3	1	9	6	A
10	500	540	18	1	1	1	1	-	-	-	1	1	1	1	-	5	3	A
11	560	630	33	2	-	2	4	1	1	5	-	2	3	2	-	10	12	C
12	630	710	23	2	1	2	2	1	-	3	1	4	2	1	-	8	11	C
13	710	770	12	2	-	-	1	2	2	-	1	-	-	-	-	3	5	C
14	815	900	40	1	4	5	4	2	3	2	-	3	1	4	3	21	11	A
15	900	990	16	1	4	1	2	2	1	1	3	-	3	1	-	9	10	C
16	1000	1115	24	4	3	2	2	1	1	3	3	3	1	2	3	16	12	B
17	1125	1155	59	2	1	1	-	1	2	-	3	2	-	-	3	7	8	C
18	1155	1220	7	-	-	-	-	-	2	4	-	-	-	1	-	1	6	C
19	1220	1240	40	1	2	-	-	-	-	-	1	3	1	-	1	4	5	C
20	1265	1360	17	1	1	2	1	1	1	1	2	1	-	3	1	9	6	A
21	1360	1390	46	-	1	3	2	1	2	-	-	2	1	-	-	6	6	B
22	1430	1470	67	4	3	4	1	2	4	1	2	3	2	1	3	16	14	B
23	1490	1540	38	2	3	2	2	-	2	5	2	1	-	1	2	12	10	B
24	1540	1640	25	-	3	3	1	2	-	3	-	2	3	5	2	14	10	A
-630 ... 1640				{												119	65	A
																60	55	B
																58	85	C

Z ... zima XI-IV — зима XI-IV — l'hiver XI-IV

L ... léto V-X — лето V-X — l'été V-X

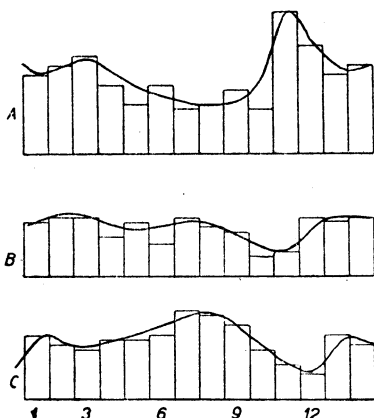
Ve světle našich výzkumů se však tento zjev — obrácení ročního chodu srážek — jeví docela dobře možný, když nastal několikráte v Číně.

Jak znovu nutno si uvědomit, dávají metody kometární klimatologie výsledky vztahující se na noční oblačnost. Malá noční oblačnost je příznakem spíše anticyklonální situace, kdežto velká noční oblačnost doprovází zpravidla situace cyklonální. Ovšem i situace anticyklonální mohou vést k větší oblačnosti tvořením mlh v zimní době. S toho hlediska lze naše křivky sekulárních

variací noční oblačnosti interpretovat též jako fluktuaace mezi převahou anti-cyklonálních a cyklonálních situací. Zmírnění vlivu monsunového počasí resp. i obrácení ročního chodu oblačnosti v Číně v okolí sekulárních minim oblačnosti lze takto chápat jako vliv převahy anticyklonálních situací v těchto obdobích.

S klimatickou interpretací kometárních objevů souvisí také výklad některých větších mezer na křivce objevů. Také menší mezery lze vyložit klimatickými příčinami, avšak o těchto zjevech bude zmínka až v dalším oddíle

Větší mezery na křivkách objevů mohou mít příčinu v přechodném poklesu



Obr. 11. Roční chod oblačnosti v Číně od roku —500 do r. 1670 podle kometárních objevů, A monsunový typ, B přechodní typ, C obrácený typ. — Годовое изменение облачности в Китае от —500 до 1670 гг. по открытиям комет: А — монсунный тип, В — переходный тип, С — обратный тип. — La variation annuelle de la nébulosité en Chine —500..1670 d'après les découvertes cométaires, A type des moussons, B type intermédiaire, C type inverse.

některého ze tří dříve uvedených faktorů určujících objevy komet. Ukážeme na několika příkladech, jak lze tyto mezery vyložit klimaticky. K tomu cíli je nutno nalézt v kronikách zprávy o dlouhotrvajícím nepříznivém počasí a pod., což nebývá vždy snadné pro neúplnost kronik. Spíše tam najdeme zprávy o přírodních katastrofách, z nichž některé mohou být v dosti těsném vztahu k všeobecnému charakteru počasí. K tomu cíli zvolili jsme záznamy o mořských zátopách v západní Evropě, které jsou známkou meteorologického neklidu a svou povahou neujdou pozornosti kronikářů. V následujícím přehledu uvedeme několik srovnání mezer na kometárních křivkách s mořskými zátopami.

Mezery:	Mořské zátopy:
306—336	323 Zátopy v Anglii (Northumberland) [10].
	330 Zátopy v Anglii (Lancashire) [10].
	333 Velmi velká zátopa v Holandsku, více než 8 osad zničeno [11].
507—519	516 Obrovská zátopa ve Frieslandu, při níž zahynulo na 6000 lidí [11].
1186—1200	1200 Obrovská zátopa ve Frieslandu, při níž se mělo utopit 100 000 lidí [11].
1240—1250	1240 Neobyčejně velká zátopa ze Severního moře, velká část západního pobřeží Schleswigu pohlcena mořem, zničeno 62 osad, ostrov Nordstrand odtržen od pevniny [11].
	1242 Ve Frieslandu a Oldenburgu velká zátopa [11].
	1246 Zátopy v Belgii [12].
	1248 Zátopy ze Severního moře [11].
	1249 Ve Frieslandu dvě velké zátopy [11].
	1250 Velká zátopa v Anglii, Holandsku a Belgii [10, 11].



- 1285—1293 1285 Ve Frieslandu dvě zátopy [11].  
 1287 V lednu zátopa v Anglii. V prosinci neobyčejně velká zátopa v Holandsku, zahynulo na 80.000 lidí a vytvořilo se dnešní Zuidersee [10, 11].  
 1288 Několik velkých zátop ze Severního moře [11].  
 1292 Zátopy v Anglii [10].
- 1317—1333 1320 Velmi velká zátopa z Východního moře [11]. Mořské hráze prolomeny ve Flandrech [12].  
 1324 Velká zátopa v Holandsku [11].
- 1414—1426 1421 19. XI. neobyčejně velká zátopa, postiženo Holansko a Anglie, zahynulo 100.000 lidí a zničeno 72 osad [11].  
 Také Belgie postižena [12].
- 1480—1490 1485 1.—2. I. Zátopa ze Severního moře, bouře po celý leden [11].  
 1488 10. IV. Velká bouře na pruském pobřeží [11].  
 16. XII. Zátopa ve Flandrech [12].

Těchto několik příkladů ukazuje zvýšenou cyklonální činnost v období, kdy jsou na kometárních křivkách větší mezery. Není tomu však vždy. Tak na př. řada mořských zátop 1529—1533 nemá odezvu na kometární křivce a stejně i velká katastrofa toho druhu z roku 1570 je zcela nepatrně viditelná. V dalším bylo by nutno prohloubit tato srovnání systematickým průzkumem kronik, který si vyžaduje delšího času. Pro náš účel, t. j. sledování variací klimatu ve 400leté periodě, jsou tyto výsledky zatím *podřadného významu*. V žádném případě nemohou případné mezery v objevech zavinit skreslení hrubého klimatického faktoru a dalších závěrů, protože při jeho definici se opíráme o přímkové a mezerami nerušené části křivky objevů  $N = f(A)$ .

Všechny shora uvedené úvahy ukazují, že v období —600 až do našich dob a pravděpodobně již od r. —2300 docházelo k fluktuacím klimatu přibližně ve 400leté periodě. Tyto fluktuace noční oblačnosti byly podle všech známek doprovázeny souběžnými fluktuacemi srážek a pravděpodobně též i teploty. Podrobnější sledování fluktuací teploty bude však nutně vyžadovat rozsáhlejších výzkumů kronikálních a bude předmětem další práce. Předběžně však můžeme upozornit na jeden důležitý poznatek. Poslední perioda vysoké oblačnosti 1550—1800 připadá na dobu klimaticky též označovanou jako „malou dobu ledovou“, t. j. chladné období se zvýšením srážek. Toto období vystřídala v průběhu 19. století perioda nižší oblačnosti (podle komet) a vyšší teploty (podle všech ostatních zjištění). Tato perioda, soudě alespoň podle dosavadního chodu oblačnosti, by měla skončit koncem tohoto století. Z toho by se dal očekávat na rozhraní 20. a 21. století nástup zvýšené oblačnosti doprovázený pravděpodobně ochlazením. Pro tuto prognosu oblačnosti svědčí již šesté opakování sekulárního maxima oblačnosti. Taková změna, jež je opačného směru jako změna popisovaná v úvodu, povede k zhoršení klimatických podmínek zejména v severních končinách a nebude bez důležitosti pro hospodářský život. To jsou ovšem extrapolace, jež jsou znakem všech meteorologických a tedy i klimatických prognos. Potvrdí-li budoucnost správnost naší prognosy, bude to

jen další plus naší práce. V opačném případě bude nutno zkoumat příčiny, proč nedošlo po sedmé k tomu, co se již opakovalo šestkrát. Podmínky k takovému zkoumání budou mnohem příznivější, protože máme zachycenu sluneční činnost, poměrně spolehlivými methodami pozorovacími, od poloviny 19. století (relativní číslo skvrn a poněkud později též plochy) a v poslední době celou řadou dalších astronomických i geofysikálních method.

### Velká 400letá perioda sluneční činnosti

Ukázali jsme existenci 400leté periody ve změnách klimatu (noční oblačnost) a uvedli jsme i jiné případy, kdy se podobná perioda projevila i v ostatních klimatických výzkumech, byť i méně podrobných než jsou naše výsledky. Nyní se budeme zabývat možnými příčinami této klimatické periody.

Z příčin, které se obvykle uvádějí do souvislosti se změnami klimatu, většina odpadá, protože jejich existence by se dala těžko připustit v recentních dobách. Máme tu na mysli na př. změny elementů zemské dráhy kolem Slunce, změny polů, posuv kontinentů, změny reliéfu a j. Jako jediné možné vysvětlení zbývá vliv sluneční činnosti.

Vliv sluneční činnosti na meteorologické zjevy byl studován již od objevu slunečních skvrn v 17. století. V tomto oboru máme velmi veliký počet prací všeho druhu. Situace, která se dříve zdála nepřehledná, počíná se nyní vyjasňovati, i když se tím komplexnost pozorovaných zjevů nikterak nezměnila. Tato tkví totiž v samé podstatě zemské atmosféry. Meteorologické děje na Zemi, ať již jde o krátkodobé zjevy nazývané počasím nebo o jejich průměrný stav charakterisovaný klimatem, mají svůj původ v cirkulaci tepla mezi rovníkem a póly, třemi to oblastmi povrchu zemského nestejně vystavenými slunečnímu záření. Tuto cirkulaci obstarávají především většinou vzdušné a mořské proudy, zatím co ostatní způsoby transportu tepla ustupují daleko do pozadí. Úsilovným bádáním v posledních několika desetiletích podařilo se najít určitá schemata v cirkulačních poměrech, po případě u cirkulací již dříve známých (Golfský proud) osvětlit po všech stránkách jejich vliv na počasí a klima. Protože cirkulační poměry na Zemi mají svůj původ v slunečním záření všeho druhu a toto se zase mění se sluneční činností, je možno hledat příčiny změn klimatu v prvním členu řetězu:

*Sluneční činnost → sluneční záření → cirkulace na Zemi → klima.*

Dosavadní výsledky o druhu této závislosti lze shrnout asi takto:

- a) Změny sluneční činnosti (v periodě 11 let) a intenzita cirkulace jeví kladnou korelaci [13].
- b) Zvýšená cirkulace má za následek zvýšení srážek (a oblačnosti) na větší části povrchu zemského včetně většiny oblastí kometárních objevů [14].

Takto máme již předem zajištěny určité logické předpoklady pro hledání příčin našich klimatických změn v dlouhodobých variacích sluneční činnosti. Dosud nebyl zaveden jiný a lepší způsob charakterisování sluneční činnosti než pomocí slunečních skvrn. Sluneční skvrny jsou pozorovány od 17. století nahlédě na sporadická pozorování před objevem dalekohledu. S tohoto hlediska můžeme rozeznávat čtyři etapy:

I. etapa do r. 1609: Ojedinělé zprávy o slunečních skvrnách v kronikách, nepřímé údaje o sluneční činnosti podle projevů na Zemi.

II. etapa 1609—1748: Prosté údaje o slunečních maximech a minimech s odhadem jejich výšky.

III. etapa 1749—1848: Měsíční hodnoty relativních čísel skvrn a několik řad denních hodnot.

IV. etapa od r. 1848: Denní hodnoty relativních čísel, později též plochy skvrn a ještě později údaje o protuberancích, chromosférických erupcích a radiové emisi.

Naše klimatické změny spadají bohužel do první etapy, kdy nelze mluvit o pravidelném pozorování slunečních skvrn. Z toho důvodu jsme se obrátili na polární záře, jako na jeden projev sluneční činnosti na Zemi. Polární záře jsou nápadný zjev pozorovaný již od dávných dob, jak plyne z četných historických záznamů. Jejich pozorování je poměrně málo ovlivněno noční oblačností, protože jde o velmi intenzivní, nápadně zabarvené, rozsáhlé a velmi často i pohyblivé zjevy, které tak snadno neuniknou pozornosti. Statistiky z posledních dob ukázaly velmi těsnou korelaci mezi sluneční činností a výskytem polárních září. Polární záře vysvětlujeme jako luminiscenci zředěných plynů ve vysoké atmosféře vlivem bombardování korpuskulami slunečního původu. Dopad těchto korpuskul byl spektrálně zjištěn a byla též určena i rychlost. V maximum sluneční činnosti je emise korpuskul mohutnější než v minimum, což má za následek nejen větší intenzitu polárních září, ale také posuv pásma viditelnosti do středních šířek, kde jsou polární záře dosti vzácné. V dalším zpracujeme statisticky pozorování právě z těchto šířek, kde výskyt polárních září je nespornou známkou zvýšené sluneční činnosti a naopak.

K tomu cíli jsme použili FRITZOVA katalogu pozorovaných polárních září [15] a několika dalších pramenů [16, 17]. Poměry jsou tu podobné jako u komet. Výskyt polárních září v katalogu závisí na třech faktorech:

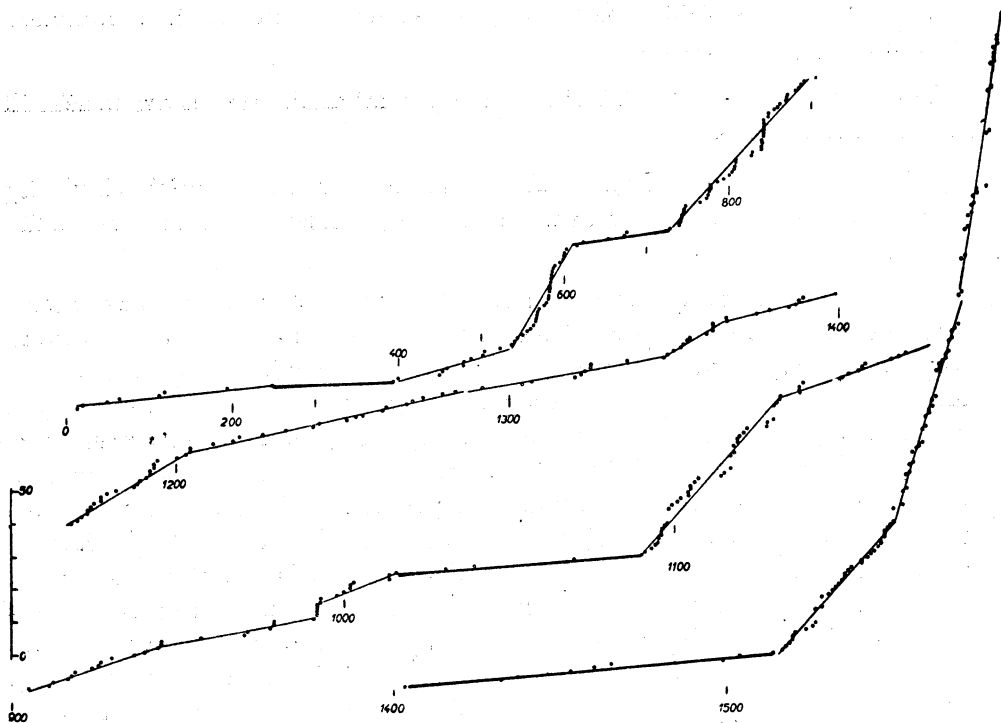
- a) Faktor kosmický, jímž je proměnná sluneční činnost.
- b) Faktor klimatický, jímž je noční oblačnost.
- c) Faktor společenský, jímž je souhrn všech okolností, jež vedly od pozorování polární záře až k jejímu zařazení do katalogu.

Platí zde obdobná rovnice jako u komet

$$k' = c'_0 C' K', \quad (4)$$

ovšem s určitými specifickými rozdíly, které mají vliv na její interpretaci. Klimatický faktor  $C'$  závisí tu na faktoru kosmickém  $K'$ , jak jsme zjistili již dříve. Dále poznáme, že společenský faktor se u polárních září vyvíjí mnohem prudčeji než tomu bylo u komet. Jinak je však postup zpracování stejný. Nejdříve sestrojíme křivku (obr. 12) pozorování (objevů) polárních září

$$N' = \varphi(A) \quad (5)$$



Obr. 12. Křivka pozorování polárních září. Období s malým počtem polárních září silněji vytažena. — Кривая наблюдения полярных сияний. Периоды с небольшим числом полярных сияний начерчены толще. — Courbes des observations des aurores boréales. Les périodes de carence en trait plus épais.

a z ní stanovíme hodnoty hrubého kosmického faktoru  $k'$ . Tyto hodnoty vynešeme v logaritmech jako funkci času, stanovíme chod společenského faktoru a posléze určíme z něho hodnoty součinu

$$C'K' = \frac{k'}{c'_0} \quad (6)$$

jako funkci času (obr. 6).

Takto nalezená křivka je důležitá pro další úvahy. Povšimněme si nejprve.

že *minima* součinu  $C'K'$  připadají na *maxima* součinu  $Ck$  u komet. Jsou to období

250—400    610—730    1015—1090    1400—1515,

kteřá jsou současně obdobími s velkým počtem komet a podle naší interpretace období nízké noční oblačnosti. Není proto klimatického důvodu, aby počet polárních září byl tak nízký, jak jsme našli. Skutečné důvody leží tudíž v kosmickém faktoru, t. j. v nízké sluneční činnosti.

Období vysokého počtu polárních září připadají zase na období malého počtu komet, tedy na období vysoké noční oblačnosti. Z toho soudíme, že i když zvýšená noční oblačnost bránila částečně pozorování polárních září, nebyl tento vliv dostatečně silný, aby zabránil uplatnění se většího počtu polárních září vzniklých vlivem zvýšené sluneční činnosti. Ostatně dá se předem čekat vzhledem k povaze polárních září, že jejich pozorování nebude tolik rušeno noční oblačností jako pozorování komet. Křivka součinu  $C'K'$  určuje tedy převážnou většinou fluktuace kosmického faktoru, t. j. sluneční činnosti. Jen amplituda bude částečně snížena opačně probíhající fluktuací klimatického faktoru  $C'$ . Bylo by sice myslitelné vzít v úvahu tyto fluktuace tím, že bychom vzali klimatický faktor určený z objevů komet. Tento postup by však nebyl zcela správný, protože  $C \neq C'$  a také jej nepokládáme za nutný, protože počet polárních září je jen kvalitativním znakem nevhodným pro další numerické zpracování. Jako důležitý výsledek našich statistik vychází zjištění:

*Sluneční činnost charakterisovaná emisí korpuskulárního záření (polární záře) jeví v období 0—1700 fluktuace s periodou 400 let. Maxima sluneční činnosti odpovídají maximům noční oblačnosti a minima činnosti minimům noční oblačnosti.*

Souhlas sekulární křivky sluneční činnosti a klimatu (obr. 6) je dobrý zejména od 8. století. Před touto dobou neobyčejně prudký vzestup společenského faktoru u polárních září ztěžuje totiž správnou redukci křivky sluneční činnosti. Detailní rozbor křivek objevů komet a polárních září ukazuje dále, že vzestup počtu podmínek září a tedy i sluneční činnosti, který je zcela náhlý, není následován bezprostředně zhoršením oblačnosti. Nastává určité zpoždění, jak je vidět z následujícího přehledu:

Začátek vzestupu září a sluneční činnosti	400	730	1090	1515
Zhoršení oblačnosti	460	770	1150	1560
Zpoždění	60	40	60	45

Toto zpoždění, průměrně půl století, ukazuje jasně na úlohu prostředníka mezi impulsem sluneční činnosti a zhoršením oblačnosti — prostředníka nadáného dosti značnou setrvačností. Je jím patrně vodstvo oceánů a ledová pokrývka kolem polů, které hrají důležitou úlohu ve změnách klimatu.

Sekulární variace sluneční činnosti lze částečně ověřit podle starých pozorování

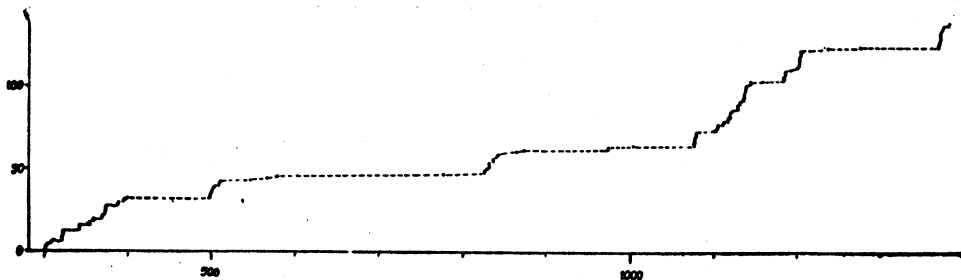
Tabulka III. Stará pozorování slunečních skvrn, m počet měsíců se skvrnami.  
 Таблица III. Старые наблюдения солнечных пятен, m число месяцев с пятнами.  
 Tableau III. Anciennes observations de taches solaires, m le nombre des mois avec le taches.

A	m	A	m	A	m
1	- 28	1	M	81	1186 2 M, W
2	+188	2	M	82	1193 1 W
3	299	1	H	83	1200 2 W, M
4	300	1	M	84	1201 2 W, H
5	301	2	M, W	85	1202 2 H, M
6	302	1	M	86	1203 1 H
7	304	1	M	87	1204 1 M
8	308	1	M	88	1205 2 W, M
9	311	1	H	89	1238 1 M
10	321	2	W, H	90	1276 1 H
11	322	2	W, M	91	1370 2 H
12	342	2	M, W	92	1371 3 H
13	354	1	W	93	1373 4 H
14	355	1	W	94	1374 1 H
15	359	2	H, W	95	1375 2 H
16	360	1	F	96	1376 1 H
17	361	1	F	97	1381 1 H
18	369	1	W	98	1382 1 H
19	370	1	W	99	1383 1 H
20	372	1	W	100	1511 1 H
21	373	2	W	101	1529 1 M
22	374	2	W	102	1547 1 F
23	375	1	M	103	1580 1 F
24	388	1	W	104	1590 1 F
25	389	1	W	105	1593 1 F
26	395	1	H	106	1596 1 F
27	396	1	W	107	1607 1 F
28	400	1	W	108	1609 1 F
29	409	1	F	109	1616 1 H
30	499	2	H, M	110	1617 1 M
31	500	1	M	111	1618 1 H
32	501	1	M	112	1624 1 H
33	502	2	M		M ... [19]
34	505	1	M		H ... [20]
35	509	1	M		W ... [21]
36	510	1	M		F ... [22]
37	511	1	M		
38	513	2	F		
39	547	1	W		
40	567	1	M		
41	577	1	F		
42	578	1	M		
43	579	1	M		
44	580	1	F		
45	778	1	F		
46	787	1	M		
47	807	1	F		
48	826	2	W, M		
49	829	1	M		
50	832	1	M		
51	837	1	W		
52	841	1	W		
53	864	1	H		
54	865	1	M		
55	874	1	W		
56	971	2	W, H		
57	1005	1	H		
58	1077	1	W		
59	1078	1	W		
60	1079	2	W, H		
61	1089	1	F		
62	1096	1	F		
63	1103	1	H		
64	1104	1	W		
65	1105	1	M		
66	1112	1	W		
67	1118	1	W		
68	1120	3	H, W		
69	1121	1	M		
70	1122	1	F		
71	1123	1	W		
72	1129	5	H, W, M		
73	1131	1	W		
74	1136	1	M		
75	1137	2	W, M		
76	1138	2	W		
77	1139	2	M		
78	1145	2	M, H		
79	1160	1	M		
80	1185	2	M, H		

vání slunečních skvrn, zaznamenaných v čínských análech. Tato jsou shrnuta v tabulce III a znázorněna na obr. 13. Jsou to ovšem neúplné řady, jejichž průkaznost je sama o sobě velmi malá a teprve ve srovnání s naším materiálem nabývají určité váhy. Období s větším počtem skvrn

300—400    500—580    780—880    1080—1210    1370—1380

souhlasí dobře (obr. 6) s křivkou polárních září nebo s křivkou klimatu.



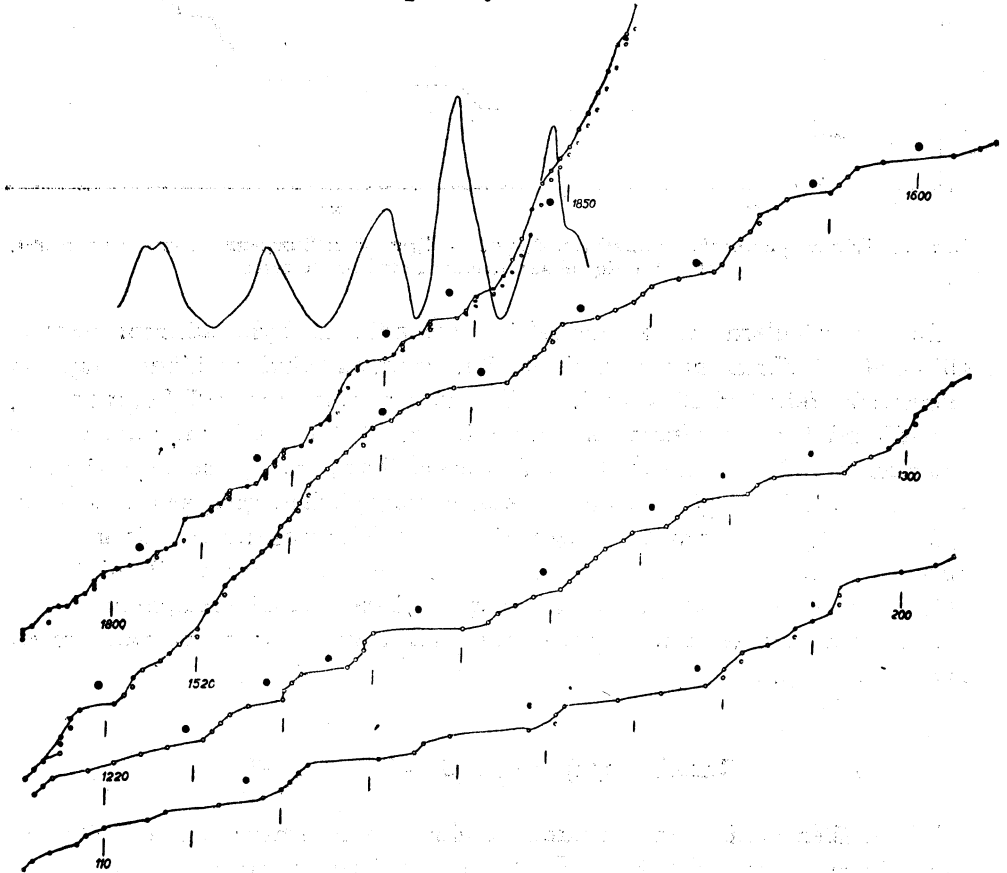
Obr. 13. Křivka pozorování slunečních skvrn. — Кривая наблюдений солнечных пятен.  
— Courbe des observations de taches solaires.

Také v sekulární variaci zemského magnetismu byla nalezena perioda 450—500 let blízká naší periodě 400 let, zejména když uvážíme neúplnost magnetické řady (od 16. století). Podle analýsy, kterou provedl SCHMIDT [18], připadlo sekulární minimum na dobu kolem r. 1600 a sekulární maximum na polovinu minulého století (1840). Z krátkodobých variací sluneční činnosti víme, že každé její zvýšení znamená pokles magnetického pole zemského a naopak. Tento zjev se vysvětluje magnetickým polem prstencového proudu korpuskulí obíhajících kolem Země. Proud je živěn emisí korpuskulí ze Slunce, která stoupá se sluneční činností. Sekulární variace zemského magnetismu souhlasí dobře po stránce kvalitativní s touto zkušeností i s její interpretací prstencovým proudem.

### Sluneční cykly v období —235 až 1948

V předešlém oddíle jsme ukázali, že dlouhodobé změny sluneční činnosti mají odezvu ve změnách klimatu, při nichž zvýšení sluneční činnosti působí zhoršení pozorovacích podmínek, t. j. zvýšení noční oblačnosti. Je nyní otázkou, zda se podobný vliv neprojevuje také během kratších cyklů, zejména dobře známého 11letého cyklu sluneční činnosti. Na křivce kometárních objevů  $N = f(A)$  nalézáme totiž řadu *prahů* (obr. 14), které na kratších či delších úsecích křivky jeví zřetelnou tendenci k 11leté periodicitě. Tato dočasná zastavení vzestupu kometární křivky lze interpretovat klimaticky tak, že v určitých periodicky se opakujících obdobích nastávalo zhoršení oblačnosti a tím i po-

kles v objevech komet. Z toho, co dosud známe o vlivu sluneční činnosti na počasí, bylo by možno soudit, že prahům na kometárních křivkách odpovídají maxima sluneční činnosti. Tuto okolnost možno ověřit přímo na řadě maxim v období 1615—1848. Před touto dobou nemáme přímých určení maxim a po tomto období se na kometárních křivkách již nejeví znatelné prahy, patrně vlivem velmi intenzivní činnosti pozorovatelské. Výsledky srovnání jsou znázorněny na obr. 15 a jsou obsaženy v tabulce IV. Ukazuje se, že kometární prahy a sluneční maxima prakticky splývají, zejména v pozdější době, kdy se stalo určení slunečních maxim přesnější.



Obr. 14. Detailní křivky kometárních objevů za různých hodnot společenského faktoru. Kometární prahy jsou vyznačeny černými kolečkami. Nahoře křivky slunečních skvrn v porovnání s úsekem křivky objevů komet 1800—1860 bez vyloučení slabších komet. — Детальные кривые открытия комет при различных значениях общественного фактора. Кometные пороги обозначены черными кружками. Наверху — кривые солнечных пятен в сравнении с участком кривой открытия комет 1800—1860 г., без исключения более слабых. — Courbes détaillées des découvertes cométaires selon les différentes valeurs du facteur social. Les paliers cométaires sont marqués de ronds noirs. En haut la courbe de taches en comparaison avec la partie de la courbe cométaire 1800—1860 sans élimination des comètes faibles.



Tabulka IV. Srovnání kometárních prahů ( $C$ ) s maximy sluneční činnosti ( $Z$ ).

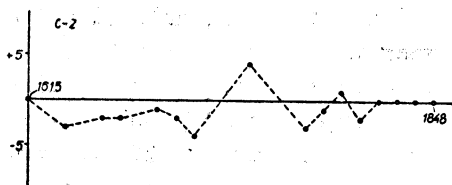
Таблица IV. Сравнение кометных порогов ( $C$ ) с максимумами солнечной деятельности ( $Z$ ).

Tableau IV. Comparaison des paliers cométaires ( $C$ ) avec les maxima solaires ( $Z$ ).

$Z$ Maximum Zürich	$C$ Maximum komety	$C - Z$	$Z$ Maximum Zürich	$C$ Maximum komety	$C - Z$
1615	1615	0	1770	1767	-3
1639	1636	-3	1778	1777	-1
1660	1658	-2	1788	1789	+1
1675	1673	-2	1805	1803	-2
1693	1692	-1	1816	1816	0
1706	1704	-2	1830	1830	0
1718	1714	-4	1837	1837	0
1750	1754	+4	1848	1848	0

$$C - Z = -1^{\circ} \pm 0,4^{\circ}$$

Tuto zkušenost přeneseme také na prahy před r. 1615 a použijeme jich k určení maxim v období -235 až 1615. Výsledky jsou obsaženy v tabulce V. Dále použijeme těchto dat k určení délky 11letých cyklů a jejich změn v průběhu posledních dvou tisíciletí. K tomu cíli je však nutno spolehlivě stanovit počet epoch  $E$ , vycházejíce z některého maxima jako základního. Tento úkol není



Obr. 15. Rozdíly: kometární prahy ( $C$ ) — maxima skvrn podle zürišských určení ( $Z$ ) v období 1615 až 1848.

— Разницы: кометные пороги ( $C$ ) — максимумы пятен на основании цюрихского определения ( $Z$ ) в период с 1615 до 1848 гг. — Différences: paliers cométaires ( $C$ ) — maxima de taches d'après les déterminations de Zürich ( $Z$ ) dans l'intervalle 1615—1848.

vždy snadný a často vede ke dvojznačným řešením, protože nemáme vždy plynulý sled maxim. Vyskytují se často přerušení odpovídající 2–5 epochám a v jednom případě dokonce cca 12 epochám. Při číslování maxim můžeme se opřít o jisté zkušenosti získané na známé řadě maxim v období 1615–1948. V tomto období kolísá délka periody mezi 7 až 17 roky, při čemž jsou nejčastější periody 10 až 13 let. Máme-li na př. překlenout interval 27 let, může se tak stát dvěma nebo třemi periodami. Při určení průměrné délky periody v delším období, na př. 10 period, má tato nejistota za následek chybu cca 10%, která je řádově rovna očekávané variaci v délce periody. Z toho důvodu mohou naše výsledky být do jisté míry mnohoznačné.

Při zpracování výsledků bylo postupováno dvojím způsobem. Nejdříve jsme vyšli ze vzorce pro data maxim tvaru

$$C_0 + P_0 \cdot E = C, \quad (7)$$

t. j. maximum vypočtené za předpokladu platnosti určité průměrné periody  $P_0$  a známého číslování maxim  $E$ , t. j. počtu příslušných epoch. Odechyly pozorované maximum 0 minus vypočtené maximum  $C$

$$O - C = (P - P_0) \cdot E \quad (8)$$

byly vynášeny jako funkce  $E$  a z chodu křivky byly činěny závěry na délku skutečné periody  $P$  a na její variace.

Na obr. 16 je znázorněno několik takových křivek. Liší se jednak předpokládanou délkou průměrné periody  $P_0$ , jednak počítáním maxim, t. j. hodnotami  $E$ . Tak na př. mezi rokem 740 a 768 je nejistota jedné epochy: buď 2 nebo spíše 3 epochy. Podobná nejistota je mezi léty 1714 a 1754, kdy podle přímých, byť i ještě nejistých pozorování slunečních by byla diference 4 epoch, zatím co naše výsledky dávají spíše jen 3 epochy. Takové a jim podobné nejistoty mohou ovlivnit do jisté míry tvar křivky  $O - C$ , avšak nikoliv tak, aby se tím setřely její dvě charakteristické vlastnosti a to:

- a) Fluktuaace s délkou periody kolem 16. století.
- b) Fluktuaace s délkou periody 4—5 století.

Druhá fluktuaace, nalezená ve čtyřech opakováních, jeví tendenci k rozdvojení maxim. Toto rozdvojení je určité ve 13. století, ostatní dvě rozdvojení v 8. a 18. století mohou být způsobena chybou jednotky v počtu epoch  $E$ . Nakonec jsme přijali periodu  $10,85^a$  a číslování epoch obsažené v tabulce V jako nejlépe vyhovující. DANJON [26] ve svém určení opírajícím se o jasnost měsíčních zatmění a jejich závislost na sluneční činnosti našel hodnotu  $10,87^a$  velmi blízkou naší periodě.

Při druhém způsobu zpracování výsledků byla počítána průměrná perioda v těch časových úsecích, kde byla záruka správného počítání epoch. Obdržíme tak elementy k sestrojení křivky  $P = f_2(E)$ . Výsledky jsou obsaženy v tabulce V a znázorněny na obr. 16.

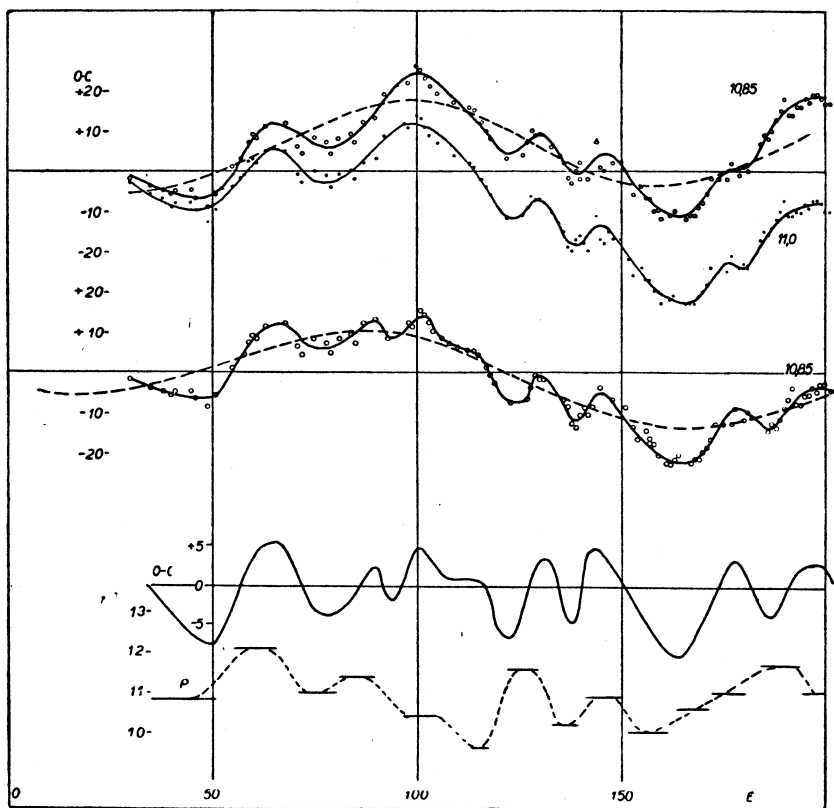
Tato křivka odpovídá poměrně dobře křivce rozdílů  $O - C = f_1(E)$  v tom smyslu, že inflexním bodům na této křivce odpovídají extrémní hodnoty na křivce  $P = f(E)$ . Přitom tato poslední křivka je do jisté míry spolehlivější tím, že není zatížena eventuálními chybami v počtu epoch. Na druhé straně nemůže být tak detailní jako křivka  $O - C$ , protože shrnuje dohromady vždy určitý (7—10) počet epoch. V každém případě pokládáme za prokázanou fluktuaaci v délce cyklů v mezích cca 10—12 let. Perioda této fluktuaace je prakticky shodná s dříve nalezenou fluktuaací klimatickou a fluktuaací sluneční činnosti odvozenou z polárních září. Fázově navazuje křivka period na křivku sluneční

Tabulka V. Kometární prahu (sluneční maxima).  
 Таблица V. Кometные пороги (солнечные максимумы).  
 Tableau V. Paliers cométaires (maxima solaires).

<i>E</i>	<i>O</i>	<i>O-C</i>	<i>P</i>	<i>E</i>	<i>O</i>	<i>O-C</i>	<i>P</i>	<i>E</i>	<i>O</i>	<i>O-C</i>	<i>P</i>							
1	-235		11,0	100	861	+15	10,4	159	1455	-21	10,0							
4	-198			102	871	+14		160	1466	-21								
8	-158			103	880	+12		161	1474	-23								
9	-150			104	889	+10		162	1485	-23								
10	-140			106	909	+8	163	1497	-22									
13	-114			110	950	+6	164	1509	-21									
17	-70			114	992	+5	167	1540	-23									
29	+58			10,8	115	1002	+4	9,6	168	1551	-22	10,6						
30	+74	-2							169	1562	-22							
35	+126	-4							170	1575	-20							
38	+158	-5	118						1030	-1	171		1587	-19				
40	178	-6	119					1039	-3	172	1600	-17						
41	190	-5	123					1077	-8	173	1615	-13						
45	234	-5	127					1122	-7	175	1636	-13						
46	243	-7	128					1135	-4	177	1658	-13						
49	273	-9	129					1149	-1	11,6	179	1673	-9	11,0				
51	298	-6	130					1159	-2									
55	348	+1	131	1170	-2													
57	372	+3	12,1	134	1200	-5	180	1692	-12									
58	384	+4					136	1219	-7						181	1704	-10	
59	398	+7					137	1228	-9						182	1714	-11	
60	410	+9					138	1235	-13						186	1754	-15	
61	420	+8					139	1245	-14						10,2	187	1767	-13
63	445	+11					140	1259	-11							188	1777	-14
68	500	+12					141	1271	-9							189	1789	-12
71	527	+6					142	1280	-11	190	1803	-9						
72	536	+4					143	1289	-9	191	1816	-7						
75	572	+8					145	1309	-4	192	1830	-4						
78	604	+7	11,0	146	1325	-10	193	1837	-8									
79	612	+4					147	1335	-11	194	1848	-8						
81	637	+8					148	1349	-7	195	1860	-6						
84	671	+9					149	1358	-9	196	1871	-6						
85	680	+7					151	1380	-9	10,9	197	1884	-4					
87	706	+12					11,4	153	1397		-14	198	1894	-5				
90	740	+13										154	1404	-17	199	1907	-3	
93	768	+18										156	1428	-15	200	1915	-3	
97	826	+22										157	1436	-18	201	1929	-4	
98	836	+11										158	1447	-18	10,0	202	1937	-5
						203						1948	-6					

$$C = -250 + 10,85 E$$

činnosti tak, že dlouhé 11leté cykly padají na období stoupající sluneční činnosti a cykly krátké na období klesající sluneční činnosti ve 400letém cyklu. Tento vztah má pravděpodobně svůj vnitřní původ v mechanismu sluneční činnosti a zatím není důvodu předpokládat, že vzniká jiným způsobem.



Obr. 16. Sekulární variace délky slunečních cyklů. Nahoře křivky počítané s periodou 10,85<sup>a</sup> a 11,0<sup>a</sup>. Uprostřed křivka podle tabulky V. Dole křivka odvozená z předešlé křivky po odečtení periodicity 16. století a křivka středních period *P* podle tabulky V. — Секулярные вариации длины солнечных циклов. Наверху — кривые, высчитанные с периодом 10,85<sup>a</sup> и 11,0<sup>a</sup>; В центре — кривая по таблице V. Внизу — кривая, выведенная из предыдущей кривой, после вычета периодичности 16 столетия и кривая средних периодов *P* по таблице V. — Variations séculaires de la longueur des cycles solaires. En haut les courbes calculées avec les périodes de 10,85<sup>a</sup> et 11,0<sup>a</sup>. Au milieu la courbe d'après le tableau V. En bas la courbe déduite de la précédente après élimination de la périodicité de 16 siècles; *P* est la courbe des périodes moyennes d'après le tableau V.

Fluktuace délky 11letých cyklů jsou potvrzovány také výsledky harmonické analýsy výšek hladiny Nilu v období 600–1460, které obdržel [23] BROOKS. Poměrně složitou křivku rozložil v řadu jednoduchých periodických variací, které jsou z valné části v jednoduchém poměru k 11leté periodě. Jejich délky jeví zřetelnou fluktuaci o periodě kolem 500 let. V případě 11leté periody jsou

tyto variace velmi nápadné. Délka cyklu kolísá v mezích od 10,9<sup>a</sup> do 11,4<sup>a</sup>, při čemž maximum délky připadá kolem r. 1150 a minima délky kolem r. 900 a r. 1400. Tato data jsou v dobré shodě s naší křivkou na obr. 16.

S periodou 400 let ve sluneční činnosti se již setkáváme dříve v práci OPPENHEIMOVĚ, kde je vyjádřena sluneční činnost od počátku 17. století vzorcem [24]

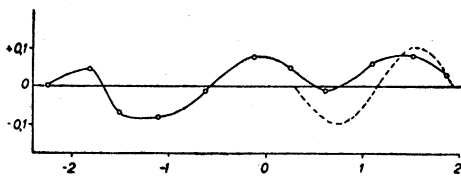
$$r = \frac{1}{2} R(1 + \cos T). \quad (10)$$

Členy  $R$  a  $T$  jsou funkcemi tvaru

$$\begin{aligned} R &= a + \sum b_n \cos \varphi t \\ T &= \varphi t + \sum c_n \cos \varphi t \end{aligned} \quad (11)$$

takže je sluneční činnost vyjádřena dvěma periodami. První při  $\varphi = 32^\circ$  je rovna 11,25 roků (hlavní perioda), k níž se druží vedlejší perioda odpovídající úhlu  $\varphi$ . Oppenheim našel pro  $\varphi$  dvě stejně vyhovující hodnoty 1,0° ~ 360 roků a 0,8° ~ 450 roků, což je přirozené při poměrně krátké pozorovací řadě obsahující cca 3/4 vedlejší periody. Její délka je tedy blízká 400 letům, tedy hodnotě, kterou jsme odvodili z mnohem delší pozorovací řady klimatické.

Povšimneme si ještě delší periody kolem 16. století, která se jeví také v délce 11letých cyklů. Je pozoruhodné, že podobnou periodu našel ve variacích zemského magnetismu CARLHEIM GYLENSKÖLD [25]. Dále se ukazuje, že tato perioda je ve vztahu k délce 400letého cyklu sluneční činnosti. V následující tabulce jsou uvedena minima tohoto cyklu za dobu 41 století, t. j. od r. -2300 do r. 1870. Střední perioda obnáší 4,1 století.



Obr. 17. Variace délky 400letého cyklu. Čarkovaně obrácená křivka o periodě 16 století z obr. 16. — Вариации длины 400-летнего цикла. Штрихованная кривая — обратная кривая с периодом 16 столетий с рис. 16. — Variations de la longueur du cycle de 400. En trait interrompu la variation périodique de 16 siècles de la fig. 16.

Křivka rozdílů  $O - C$  (obr. 17) jeví periodicitu 15.—19. století a fázově navazuje na shora uvedenou fluktuaci délky 16 století. Nelze ovšem říci do jaké míry je tato shoda dílem náhody, ale pozoruhodná je okolnost, že na křivce rozdílů  $O - C$  se setkáváme s dvěma úplnými periodami této délky.

Tabulka VI. Změny délky 400letého cyklu.  
 Таблица VI. Изменение длины 400-летнего цикла.  
 Tableau VI. Variations de la longueur du cycle de 400 ans.

<i>E</i>	<i>O</i>	<i>C</i>	<i>O-C</i>	<i>E</i>	<i>O</i>	<i>C</i>	<i>O-C</i>
0	-22,6	-22,6	0	5	- 1,3	- 2,1	+0,8
1	-18,1	-18,5	+0,4	6	+ 2,5	+ 2,0	+0,5
2	-15,1	-14,4	-0,7	7	+ 6,0	+ 6,1	-0,1
3	-11,1	-10,3	-0,8	8	+10,8	+10,2	+0,6
4	- 6,3	- 6,2	-0,1	9	+15,1	+14,3	+0,8
				10	+18,7	+18,4	+0,3

$$O = -22,6 + 4,1 E \quad (\text{ve stoletích}) \quad (12)$$

### Závěr

Výsledky naší práce možno rozdělit na dvě části. Prvá část obsahuje výsledky několika oborů výzkumu, t. j. kometárních statistik a statistik polárních září ve srovnání s výsledky klimatickými, magnetickými a j. Ve druhé části je pak interpretace výsledků a sledování jejich vzájemných vztahů.

V první části uvedeme nejdříve fakta námi nalezená:

1. Počet komet do roka objevených, počítaný z dlouhodobého průměru, jeví sekulární fluktuační s periodou blízkou 400 letům. Tyto fluktuační možno sledovat bez přerušování až do r. -2300.

2. Počet polárních září pozorovaný do roka a počítaný z dlouhodobého průměru jeví sekulární fluktuační s periodou kolem 400 let.

3. Na křivkách kometárních objevů se jeví větší počet prahů. Tyto ukazují přibližnou 11letou periodicitu a v dobách, kdy byla spolehlivě určena maxima sluneční činnosti, prakticky s nimi splývají. Tato periodicitu jeví sekulární fluktuační v délce s periodou blízkou 400 letům.

4. Křivky 400letých sekulárních fluktuačních ad 1., 2. a 3. jeví fázovou shodu podle obr. 6.

5. Fluktuační 11letých cyklů ad 3. jeví také periodu kolem 16. století.

V jiných oborech a jinými autory byly nalezeny zjevy, které patří do této sféry výzkumu:

6. Sekulární variace zemského magnetismu jeví fluktuační s periodou kolem 450 let. Minimum magnetického momentu připadlo na dobu kolem r. 1600. Kromě toho byla nalezena delší perioda variací kolem 14. století.

7. Klimatické výzkumy podle nejrůznějších známek ukazují, byť i neúplně fluktuační, které jsou v dobré shodě s fluktuačními ad 1.

8. Další zjevy, jako jsou záplavy Nilu, geologické vrstvy a j. jeví singularity zapadající dobře do schematu změn shora uvedených.

V interpretaci je buď možno pokládat tyto zjevy a jejich časové shody za náhodné nebo je uvádět do určitého vzájemného vztahu. Naše interpretace je založena na této druhé možnosti a na jednotlicím principu, jímž je sluneční činnost. Jeví se nám tu následující průměrné schema úkazů:

Zjev \ Fáze	0		1,5		4 století
Sluneční činnost	minimum	roste	maximum	klesá	minimum
Délka cyklů		>11 <sup>a</sup>		<11 <sup>a</sup>	
Polární záře	minimum	roste	maximum	klesá	minimum
Zemský magnetismus	maximum	klesá	minimum	roste	maximum
Atm. cirkulace	minimum	roste	maximum	klesá	minimum
Noční oblačnost	minimum	roste	maximum	klesá	minimum
Počet objevů komet	maximum	klesá	minimum	roste	maximum

Celý výsledek naší práce možno tedy shrnout takto:

Pomocí statistik pozorování polárních září a objevů komet z historických dob byla objevena a dokázána existence sekulární periody sluneční činnosti jak co do intensity, tak co do délky 11letých cyklů. Délka periody obnáší kolem 400 let a možno ji sledovat od začátku naší éry až do dnešní doby, t. j. po 5 period.

Dále byla dokázána existence sekulární periody noční oblačnosti jako následek fluktuací sluneční činnosti. Tyto změny možno sledovat od r. -2300 až do našich dob, t. j. po 10 period.

\*\*\*

Na konec ještě jednu připomínku, která je tu na místě. Ve všech oborech přírodních věd platí jakási blíže nedefinovaná zásada o přiměřenosti výsledků a výchozích dat. Dráhu planety určíme přesně z většího počtu pozorování, stavbu Mléčné dráhy z velkého počtu přesných snímků nebo geologickou mapu Čech nakreslíme jen z velkého počtu místních průzkumů.

Někoho možná napadne, že prosté dva sloupce čísel  $N$  a  $A$  v katalogu komet jsou příliš vratkým a nedostačujícím základem k odvození našich poměrně početných výsledků. Není naše práce jakýmsi druhem Cheopsovy pyramidy, dané v podstatě několika rozměry, z níž chtěl svého času Piazzí Smith odvodit vhodnými kombinacemi nejrůznější matematické i astronomické konstanty?

Není! Když se zamyslíme nad skutečnou podstatou čísel  $N$  a  $A$  a prací, z níž tato čísla vzešla, vidíme, že každá dvojice je výslednicí dlouhé, mnohdy i neuvědomělé činnosti pozorovatelské. Kolikráte vyšel večer čínský dvorní astronom za dynastie Han nebo prostý římský občan za časů císaře Augusta, aby první z úřední povinnosti, druhý jen pro pouhé rozptýlení zhlédli noční oblohu, než spatřili kometu figurující dnes v katalogu komet roku  $A$  pod číslem  $N$ . V těchto číslech je vlastně uložen obrovský počet pozorovacích hodin noční oblačnosti — úsilí, jemuž se věnovaly kolektivně stovky generací od nejstarších časů až po naši dobu.

Těmto, většinou neznámým a dávno zmizelým spolupracovníkům, patří můj dík a jim je věnována tato práce.

*Astronomický ústav Československé akademie věd  
v Praze XII, Budečská 6*



## Bibliografie

- [1] G. BIGOURDAN: Les comètes, liste chronologique de celles qui ont paru de l'origine à 1900, Annu. Bur. Long. suppl. A, Paris 1927.
- [2] F. BALDET: Liste générale des comètes de l'origine à 1948, Annu. Bur. Long. suppl. B, Paris 1950.
- [3] P. PINGRÉ: Cométographie, t. 1, 2, Paris 1783—4.
- [4] C. E. P. BROOKS: The climatic changes of the past thousand years, *Experientia* 10, 153 (1954).
- [5] C. E. P. BROOKS: *Climate through the ages*, p. 361, London 1950.
- [6] S. COULING: *The Encyklopedia sinica*, p. 83, London 1917.
- [7] CHU Co-CHING: Climate pulsations during historic time in China, *Geogr. Rev.* 16, 274 (1926).
- [8] C. E. P. BROOKS: l. c. [5] p. 305.
- [9] G. HELLMANN: Veröf. Preuss. Met. Inst. 207 (1909).
- [10] C. E. BRITTON: A meteorological chronology to A. D. 1450, *Met. Off. Mem.* No. 70 (1937).
- [11] R. HENNIG: Katalog bemerkenswerter Witterungsereignisse bis zum Jahre 1800, *Abh. Kgl. Preuss. Meteor. Inst.* II No. 4, 1904.
- [12] E. VANDERLINDEN: *Chronique des événements météorologiques en Belgique jusqu'en 1834*, Bruxelles 1924.
- [13] C. E. P. BROOKS: The relation of solar and meteorological phenomena, VII<sup>e</sup> rapport de la Comm. rel. Sol. Terr. Paris 1951.
- [14] C. E. P. BROOKS: l. c. [5] p. 365.
- [15] H. FRITZ: *Verzeichnis beobachteter Polarlichter*, 255 p, Wien 1873.
- [16] R. WOLF: *Astronomische Mitteilungen V*, Zürich 1857.
- [17] O. SEYDL: A list of 402 Northern Lights observed in Bohemia, Moravia and Slovakia from 1013 till 1951, *Geofysikální sborník*, Praha 1954.
- [18] A. SCHMIDT: Das Rätsel der erdmagnetischen Säkularvariationen, *Terr. Magn.* 37, 225 (1932).
- [19] P. J. DE MOIDREY: Observations anciennes de taches solaires en Chine, *Bull. Astr.* 21, 59 (1904).
- [20] S. HIRYAMA: On supposed Sun-spots observed with the naked eye, *Observatory* 12, 217 (1889).
- [21] J. WILLIAMS: Chinese observations of solar spots, *M. N.* 33, 370 (1873).
- [22] H. FRITZ: Die Perioden solaren und terrestrischen Erscheinungen, *Viert. Jahr. Nat.forsch. Ges. Zürich* 38, 77 (1893).
- [23] C. E. P. BROOKS: Periodicities in the Nile Floods, *Mem. Roy. Meteorol. Soc.* 2 No. 12 (1928).
- [24] S. OPPENHEIM: Über die Perioden der Sonnenflecken, *Sitz. Ber. Ak. Wiss. Math. Phys. Klasse* 137 II a (1928).
- [25] V. CARLHEIM-GYLENSKÖLD: Note sur le potentiel magnétique de la Terre etc. *Astron. och Physik* 3 No. 7 (1906).
- [26] A. DANJON: Nouvelle détermination de la période solaire basée sur la loi d'éclairement des éclipses de Lune, *C. R. Paris* 171, 1207 (1920).

Франтишек Линк

## ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И СОЛНЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ТЕЧЕНИЕ ПОСЛЕДНИХ ЧЕТЫРЕХ ТЫСЯЧЕЛЕТИЙ

Принято 25 февраля 1955 г.

Дискуссия о работе была произведена на заседании I секции АН ЧСР  
5 апреля 1955 г.

### Введение

Существует несколько методов изучения вариаций климата в прошлом. Эти методы основываются на метеорологических сообщениях, получаемых из хроник, или на следах, оставленных климатом в природе. Значение этих исследований заключается, с одной стороны, в практических результатах вариации климата, а с другой стороны — в возможности изучать изменения солнечной деятельности в прошлом.

Целью нашей работы является демонстрация нового метода исторической климатологии, основанного на статистике открытия комет и на наблюдениях полярных сияний. Систематическое использование этого метода приводит к интересным результатам о вариациях климата и солнечной деятельности в течение последних четырех тысячелетий.

### Кометная климатология

Среднее количество открытых комет в течение года и содержащихся в каталоге Бальде [2] является результатом взаимодействия трех факторов:

- а) Космического фактора  $k$ : действительного количества комет, которые в течение года приблизятся к Земле.
- б) Климатического фактора  $C$ : метеорологических условий, зависящих в особенности от числа ясных ночей.
- в) Общественного фактора  $c_0$ : астрономической деятельности и всеобщего уровня цивилизации.

Из всех существующих комет  $k$  часть  $C < 1$  можно наблюдать, а из этого числа  $kC$  часть  $c_0 < 1$ , т. е. количество

$$c = kc_0C,$$

будет действительно наблюдаемо и сохраняется до наших времен.

Для определения величины  $c$ , названной также грубым климатическим фактором, применяется два метода. По первому методу графически наносим порядковый номер кометы  $N$  в зависимости от года открытия. По второму методу подсчитывается количество открытий в течение 50 лет. В первом случае кривая  $N = f(A)$  состоит из ряда прямолинейных сегментов, наклон которых дает величину  $c$  (рис. 2, 3, 4).

Для исключения влияния общественного фактора, величины  $c$  наносятся в зависимости от  $A$ . Средняя кривая, проходящая через эти точки, определяет подъем общественного фактора  $c_0$  (рис. 5). Величины  $c$ , отнесенные к этой кривой, дают произведение

$$kC = \frac{c}{c_0}$$

которое, в предположении постоянства космического фактора, представляет секулярную флюктуацию климатического фактора.

Этот порядок вычисления можно было применить отдельно для Китая и Запада, области которые до 1672 года имели приблизительно одинаковое количество открытий, т. е. 381 и 418. Для обеих областей течение кривых  $c = f(A)$  приблизительно одинаково (рис. 5), что указывает на то, что общественный фактор не мог быть причиной колебаний, с которыми мы встречаемся на кривых, так как обе области жили совершенно обособлено. С другой стороны, найденные флюктуации не совсем синхронны, что указывает на их климатическое происхождение, потому что в случае космического происхождения можно было бы ожидать гораздо лучшего совпадения.

### Эволюция общественного фактора

Кривая общественного фактора является базой, к которой мы относим вариации климатического фактора. Поэтому полезно продискутировать все обстоятельства, могущие оказать влияние на его эволюцию.

Такой анализ может быть произведен с нескольких точек зрения. Прежде всего в соображение приходят сведения о характере комет. Со времен Аристотеля и до 16 века кометы относили к атмосферным явлениям, наблюдением которых астрономическими методами пренебрегалось. Это обстоятельство, к счастью, компенсировалось астрологическим интересом к кометам, который из них создал постоянное дополнение к сообщениям хроникеров и, таким образом, помог сохранению сведений о них до наших времен.

Астрологический престиж комет в китайской области был еще большим и, именно благодаря государственному интересу к кометам, у нас имеются сохранившиеся старые наблюдения, гораздо более полные, чем европейские.

Следующим, достойным внимания, обстоятельством является техническая эволюция наблюдения. С 18 века начинаются наблюдения и открытия комет телескопом, а с половины последнего столетия — также деятельность ловцов комет. Эти обстоятельства значительно увеличивают величину общественного фактора и затрудняют сравнение новых способов наблюдения со старыми. Для принятия в расчет этих перерывов в наблюдениях и компенсации их неблагоприятного влияния, я исключил из каталога Бальде все кометы после 1700 года, недостигшие хотя бы средней видимости ( $5^m$  и меньше), и таким образом уменьшенный перечень комет (табл. I) послужил нам для определения климатического фактора с 1700 года.

### Вариация климата в течение последних четырех тысячелетий

В дальнейшем вариацию произведения  $sK$  будем интерпретировать, как изменение ночной облачности. Кривая (рис. 6) показывает 400-летнюю периодическую флюктуацию. Мы даже можем продолжить эту периодичность до —600 г. и до —2300 г, когда скопление открытий около определенных времен указывает на секулярные минимумы облачности (рис. 7).

Климатическое значение нашей кривой можно проверить сравнением с результатами Брукса, полученными синтезом исторических сведений (рис. 9 и 10). Этих двух сравнений может быть достаточно, чтобы рассеять сомнения о правильности нашего метода. По этому пути мы можем даже идти дальше и определить годовичное изменение облачности в прошлом. Китайские наблюдения в особенности годятся для этой цели, благодаря полной датировки и однородности климата в наблюдаемой области. Результаты (табл. II) показывают три типа изменения (рис. II). Первый тип — нормальный А — соответствует монсунной погоде с максимумом облачности летом. Противоположный тип тоже встречается, а также и переходной тип. Заслуживает внимания то, что оба последние типа чаще бывают вблизи секулярных минимумов облачности.

Следовательно, мы можем резюмировать сказанное так:

Ночная облачность и, следовательно, перевес циклонных ситуаций на средних широтах северного полушария (Китай-Европа) показывает между —2300 и 1950 гг. флюктуацию с длиной периода около 4 столетий.

### Большой 400-летний период солнечной деятельности

Периодичность климатических вариаций требует объяснения, которое мы можем найти в одновременно происходящих изменениях солнечной деятельности. Предположение о влиянии солнечной деятельности уже старое и вылилось в последнее время в заключение, что солнечная деятель-

ность поддерживает циклонную ситуацию, а наши результаты подтверждают это воззрение.

Для исследования секулярных вариаций солнечной деятельности мы обратились к наблюдениям полярных сияний, находящимся в особенности в каталоге Фрица [15]. Аналогичным способом, как и у комет (рис. 12), мы получили комбинированные вариации космического и климатического факторов. Кривая вариаций (рис. 6) также показывает 400-летнюю периодичность с той особенностью, что минимумы полярных сияний приходятся на максимумы комет и наоборот. Из этого следует, что периодический недостаток сияний не климатического происхождения, а солнечного и именно так, что минимумы сияний соответствуют минимумам солнечной деятельности. Поэтому мы приходим к следующему заключению:

Солнечная деятельность, характеризованная полярными сияниями или корпускулярной эмиссией, в интервале 0—1700, когда имелись подходящие средства наблюдения, показывает флюктуацию с 400-летним периодом, изменение которой обратно изменению кривой облачности.

К этому еще добавим, что резкое увеличение солнечной деятельности не сопровождается непосредственным ухудшением атмосферных условий: существует среднее опаздывание приблизительно на 50 лет, что показывает некоторую инертность посредника между импульсами солнечной деятельности и погодой. Очевидно, ими будут море и полярные шапки льда.

Старые наблюдения солнечных пятен дают лишь неполные сведения о солнечной деятельности в прошлом. Тем не менее периоды с большим числом наблюдавшихся пятен (рис. 6, 13) находятся в согласии с кривой полярных сияний.

Вспомним еще, что секулярные вариации земного магнетизма (1580 до 1950) показывают 400—500-летнюю периодическую вариацию с секулярным минимумом около 1000 года и с секулярным максимумом около 1840 года. На те же годы, по-нашему, приходятся секулярные максимумы и минимумы солнечной деятельности. На основании современных наблюдений, это обратное изменение согласуется с влиянием солнечной деятельности на земной магнетизм.

### Солнечные циклы между —235 и 1948 годами

Более подробное рассмотрение кривых открытия комет покажет около сотни порогов, соответствующих временным прекращением открытий комет (рис. 14). Эти пороги можно объяснить, как следствие ухудшения условий наблюдений под влиянием увеличения солнечной деятельности. Периодичность их близка 11 годам, и после 1600 года они хорошо согласуются с солнечным максимумом, определенным из наблюдений (рис. 15). Исполни-

зуюм это обстоятельство для определения продолжительности солнечных циклов до 1600 года, об определении которых прямых сведений у нас не имеется (табл. III).

Длина солнечных циклов исследовалась двумя методами. По первому методу мы приписали солнечному периоду определенную длину и подсчитали разницы наблюдений — расчет, как функцию количества эпох. Найденная кривая показывает периодичности 16-столетий и 4 столетия. По другому методу мы хотели избежать неуверенности при определении числа эпох тем, что подсчитывали средний период для такого времени, когда подсчет эпох был определенно правильный. Таким способом найденная кривая, равным образом, показывает 400-летнюю периодичность.

Следовательно, мы снова встречаемся с 400-летней периодичностью. Длинные циклы приходятся на увеличивающуюся фазы солнечной деятельности и наоборот. Обратим также внимание на то, что Оппенгейм [24] из материалов с 1600 года нашел 360—400-летнюю периодичность. В наводнениях Нила между 600 и 1460 гг. Брукс [23] тоже установил период 11 лет, переменной длины с периодом 500 лет, с экстремами (рис. 6), согласующаясь с нашей кривой.

Напомним еще, что 400-летний период кажется несколько изменяющимся, и что это изменение, вероятно, находится в связи с периодом 16-столетий (рис. 17).

### Заключение

Мы нашли определенное количество явлений, которые мы объяснили результатом солнечной деятельности, изменяющейся с 400-летним циклом. Мы пришли к следующей схеме:

Солнечная деятельность ...	мин.	растет	макс.	падает	мин.
Длина циклов .....		< 11*		< 11*	
Полярные сияния .....	мин.	растет	макс.	падает	мин.
Земной магнетизм .....	макс.	падает	мин.	растет	макс.
Циклонная ситуация .....	мин.	растет	макс.	падает	мин.
Ночная облачность .....	мин.	растет	макс.	падает	мин.
Открытия комет .....	макс.	падает	мин.	растет	макс.

Изложенное можно резюмировать следующим образом:

При помощи статистики кометы и полярных сияний в историческое время мы нашли и доказали существование секулярного периода солнечной деятельности, касающейся не только интенсивности, но также длины 11-летних циклов. Длина периода приблизительно равна 400 лет, и мы можем исследовать ее от начала нашей эры, т. е. в течение 5 периодов.

Затем мы доказали существование секулярных изменений ночной облачности, как результат секулярных изменений солнечной деятельности.

Эти климатические флюктуации мы можем исследовать от —2300 года, т. е. в течение 10 периодов.

Кажется, что флюктуации сопровождаются обратными флюктуациями температуры. С этой точки зрения к концу этого столетия мы можем ожидать не только секулярного увеличения облачности (в седьмой раз с —600 г.), но, вероятно, также и понижения температуры.

*Астрономический институт Чехословацкой академии наук,  
Прага XII, Будечская 6*

## VARIATIONS DU CLIMAT ET DE L'ACTIVITÉ SOLAIRE DANS LES QUATRE DERNIERS MILLÉNAIRES

Reçu le 25 février 1955

Discuté à la séance de la I<sup>re</sup> Section de l'ATS le 5 avril 1955

### Introduction

Il existe un certain nombre de méthodes destinées à l'étude des variations du climat dans le passé. Ces méthodes sont basées sur des renseignements météorologiques puisés dans les chroniques ou sur les vestiges laissées par le climat dans la nature. L'intérêt de ce genre de recherches réside d'une part dans la portée pratique des variations climatiques, d'autre part dans la possibilité d'étudier l'activité solaire dans le passé.

Le but de notre travail est de présenter une nouvelle méthode de climatologie historique, basée sur la statistique des découvertes cométaires et sur les observations des aurores boréales. L'exploitation systématique de cette méthode conduit à des résultats intéressants en ce qui concerne les variations du climat et de l'activité solaire dans les quatre derniers millénaires.

### Climatologie cométaire

Le nombre moyen de comètes découvertes par an et noté dans le catalogue de BALDET [2] résulte du concours de trois facteurs suivants:

a) Facteur cosmique  $k$ : nombre réel de comètes ayant approché par an la Terre.

b) Facteur climatique  $C$ : conditions atmosphériques dépendant en particulier du nombre de nuits claires par an.

c) Facteur social  $c_0$ : activité astronomique et niveau général de civilisation.

Du nombre  $k$  des comètes existantes par an, la fraction  $C < 1$  sera observable et de ce nombre  $kC$ , la fraction  $c_0 < 1$ , c'est-à-dire le nombre

$$c = kc_0C$$

sera réellement observé et transmis à la postérité.

Pour la détermination de la quantité  $c$  appelée aussi le facteur climatique brut, on se sert soit de la méthode graphique en portant le numéro d'ordre  $N$  de la comète en fonction de l'année  $A$ , soit en comptant les nombres de découvertes par 50 ans environ. Dans le premier cas la courbe  $N = f(A)$  se décom-



pose en plusieurs tronçons rectilignes dont les pentes donnent la quantité  $c$ . (fig. 2, 3, 4).

Pour éliminer l'influence du facteur social, portons les valeurs de  $c$  en fonction de  $A$ . La ligne moyenne menée à travers ces points définit la progression du facteur social  $c_0$  (fig. 5). Les valeurs de  $c$  rapportées à cette ligne donnent le produit

$$kC = \frac{c}{c_0}$$

qui en supposition de la constance du facteur cosmique représente les fluctuations séculaires du facteur climatique.

Nous avons pu employer ce procédé séparément pour la Chine et l'Occident, qui jusqu'à 1672 donnent des nombres de découvertes, sensiblement égaux, c'est-à-dire respectivement 381 et 418. L'allure des courbes  $c = F(A)$  est sensiblement égale pour les deux régions (fig. 5) ce qui montre que le facteur social ne peut engendrer les fluctuations rencontrées sur les courbes, car il s'agit de régions ayant vécu leurs vies rigoureusement séparées. D'autre part les variations trouvées ne sont pas tout-à-fait synchrones, ce qui plaide leur origine climatique, car dans le cas d'origine cosmique on devrait s'attendre à une simultanéité beaucoup plus précise.

### Évolution du facteur social

L'allure de la courbe du facteur social est la base à laquelle nous rapportons les fluctuations climatiques. Il est alors utile de discuter toutes les circonstances qui peuvent influencer sur son évolution.

Cette analyse peut être faite de plusieurs points de vue. C'est d'abord l'opinion sur les comètes elles-mêmes qui entre en ligne de compte. Depuis les temps d'Aristote jusqu'au 16<sup>e</sup> siècle les comètes ont été considérées comme des phénomènes atmosphériques dont l'observation par des méthodes astronomiques a été négligée [3]. Cette circonstance se trouve heureusement compensée par l'intérêt astrologique des comètes, qui en fait une épithète constante des renseignements historiques et favorise ainsi leur conservation jusqu'à nos jours.

Dans la région chinoise le prestige astrologique des comètes était encore plus grand [3] et c'est grâce à cet intérêt d'État que nous possédons des observations anciennes de comètes beaucoup plus complètes que les observations européennes.

Un autre point de vue digne d'attention est le développement de la technique d'observation. Depuis le 18<sup>e</sup> siècle commencent les observations et les découvertes télescopiques des comètes et depuis la moitié de ce siècle l'action des

chasseurs de comètes. Ces circonstances font monter considérablement la valeur du facteur social et rendent les nouvelles séries d'observations difficilement comparables aux séries antérieures. Pour tenir compte de cette discontinuité et en compenser les effets défavorables, nous avons éliminé après 1700 de la liste de Baldet ces comètes qui n'ont pas atteint au moins le degré de visibilité moyenne (5<sup>m</sup> et moins) et la liste ainsi réduite (tableau I) sert à partir de 1700 pour la détermination du facteur climatique.

### Variations du climat dans les quatre derniers millénaires

Dans la suite nous allons interpréter les variations du produit  $cK$  comme des variations de la nébulosité nocturne. La courbe (fig. 6) montre une fluctuation périodique de 400 ans. On peut même prolonger cette périodicité au delà de -600 jusqu'à -2300 où les accumulations de découvertes autour de certaines dates, signalent les minima séculaires de nébulosité (fig. 7, serie C).

La signification climatique de notre courbe peut être confirmée à l'aide des résultats de Brooks obtenus par la synthèse des renseignements historiques [4,5] (fig. 9, 10). Ces deux comparaisons sont sans doute suffisantes pour dissiper les doutes sur la légitimité de notre méthode. On peut même aller encore plus loin dans cette voie en déterminant l'allure annuelle de la nébulosité nocturne dans le passé. Les observations chinoises sont particulièrement bien adaptées pour ce but étant d'une part exactement datées et se rapportant d'autre part à une région sensiblement homogène du point de vue climatique. Les résultats (tabl. II) montrent en somme trois types (fig. 11) de l'allure annuelle. Le premier type normal correspond au climat des moussons avec le maximum de nébulosité en été. La type inverse est aussi présent ainsi qu'un type de transition. Il est à remarquer que les deux derniers types sont plus fréquents au voisinage des minima séculaires de nébulosité.

Nous pouvons alors résumer dans les termes suivants:

La nébulosité nocturne et par conséquent également la prépondérance des situations cycloniques dans les zones tempérées de l'hémisphère boréal (Chine-Europe), présentent entre -2300 et 1950 une fluctuation périodique de 4 siècles environ.

### Grande période de 4 siècles de l'activité solaire

La périodicité dans les variations du climat demande une explication que nous pouvons trouver dans les variations concomitantes de l'activité solaire. L'idée déjà ancienne de l'influence de l'activité solaire sur les conditions météorologiques a abouti à la conclusion que l'activité solaire favorise les situations cycloniques, et nos résultats confirment cette manière de voir.

Pour rechercher les variations séculaires de l'activité solaire nous nous sommes adressés aux observations des aurores boréales contenues principalement dans le catalogue de FRITZ [15]. Le procédé analogue à celui appliqué aux comètes (fig. 12) donne dans le cas des aurores les variations combinées du facteur cosmique (activité solaire) et climatique. La courbe des variations présente (fig. 6) également une périodicité de 400 ans, avec cette particularité que les minima auroraux tombent sur les maxima cométaires et vice versa. Il en résulte que la carence périodique des aurores n'est pas due aux causes climatiques, mais bien à l'activité solaire dont les minima séculaires coïncident avec les minima de nébulosité. On arrive alors à la conclusion suivante:

L'activité solaire caractérisée par les aurores boréales ou l'émission corpusculaires présentent dans l'intervalle 0 — 1700 où nous possédons des observations convenables d'aurores, une fluctuation périodique de 400 ans dont l'allure est parallèle à la courbe de nébulosité nocturne.

De plus, la reprise de l'activité solaire n'est pas immédiatement suivie de la détérioration des conditions atmosphériques. Il existe un retard de l'ordre de 50 ans qui montre l'existence d'une certaine inertie dont doivent être les éléments qui servent d'intermédiaires entre les impulsions de l'activité solaire et la nébulosité. On doit nécessairement penser à la mer et aux calottes polaires.

Les anciennes observations de taches solaires (tableau III, fig. 13) ne donnent que des renseignements fort incomplets sur l'activité solaire dans le passé. Toutefois les époques avec beaucoup de taches (fig. 6) sont en accord avec la courbe aurorale.

Notons encore que les variations séculaires du magnétisme terrestre (1580 — 1950) accusent une variation périodique de 400 à 500 ans avec le minimum séculaire vers 1600 et le maximum vers 1840 où nos déterminations placent le maximum et le minimum de l'activité solaire [18]. Cette allure antagoniste est conforme aux effets de l'activité solaire sur le magnétisme terrestre d'après les observations récentes.

#### Cycles solaires entre —235 et 1948

L'examen détaillé des courbes de découvertes cométaires révèle une centaine de paliers (fig. 14) qui correspondent aux ralentissements temporaires dans la progression des découvertes. Nous pouvons interpréter ces paliers par la détérioration temporaire des conditions météorologiques due à l'élévation de l'activité solaire. Leur périodicité est voisine de 11 ans et après 1600 leurs époques sont peu différentes des maxima solaires déterminés directement (fig. 15). Nous profitons de cette circonstance pour déterminer la longueur des cycles solaires avant 1600 où nous ne possédons pas de déterminations directes.

La longueur des cycles solaires a été suivie par deux méthodes différentes.

La première consiste à assigner à la période solaire une valeur déterminée et de calculer les différences  $O - C$  en fonction du nombre d'époques. La courbe obtenue montre une périodicité de 16 siècles combinée avec une période de 4 siècles environ (fig. 16). Dans la seconde méthode destinée à éviter quelques incertitudes dans les nombres d'époques on a calculé la période moyenne dans les intervalles où le numérotage des maxima était connu sans ambiguïté. La courbe obtenue présente également la périodicité de 400 ans (fig. 16).

En résumé on rencontre ici de nouveau la période de 400 ans. Les cycles longs coïncident avec la croissance de l'activité solaire et inversement. Notons que la fluctuation de 360 à 450 ans dans l'activité solaire depuis 1600 a été trouvée par OPPENHEIM [24]. De même dans les crues du Nil, BROOKS [23] a trouvé une période voisine de 11 ans avec une fluctuation périodique de la longueur des cycles de 500 ans (entre 600 et 1460). Les époques des extrêmes de ces fluctuations (fig. 6) sont en accord avec notre courbe. D'autre part la longueur moyenne des cycles solaires de 10,85<sup>a</sup> adoptée finalement par nous d'après les comètes, diffère très peu de la valeur de DANJON 10,87<sup>a</sup>, trouvée d'après sa loi de la luminosité des éclipses de Lune [26].

Enfin nous ferons encore remarquer que probablement la période de 400 ans est variable et que la période de cette variation est en relation avec la période de 16 siècles (fig. 17).

### Conclusions

Nous avons trouvé un certain nombre de phénomènes que nous avons interprétés comme étant des suites de l'activité solaire variant dans un cycle de 400 ans. Nous sommes arrivés ainsi au schéma suivant:

Activité solaire	min.	croissantes	max.	décroissante	min.
Longueur des cycles		> 11 <sup>a</sup>		< 11 <sup>a</sup>	
Aurores boréales	min.	croissantes	max.	décroissantes	min.
Magnétisme terrestre	max.	décroissant	min.	croissant	max.
Situations cycloniques	min.	croissantes	max.	décroissantes	min.
Nébulosité nocturne	min.	croissante	max.	décroissante	min.
Découvertes cométaires	max.	décroissantes	min.	croissantes	max.

On peut résumer ainsi:

A l'aide des statistiques aurorales et cométaires dans les temps historiques nous avons trouvé et établi l'existence d'une période séculaire de l'activité solaire ayant trait aussi bien à l'intensité qu'à la longueur des cycles de 11 ans. La longueur de la période est de 400 ans et on peut l'observer depuis le début de notre ère, c'est-à-dire pendant 5 périodes.

Ensuite nous avons établi l'existence d'une fluctation périodique de la nébulosité nocturne comme suite de la variation séculaire de l'activité solaire. Ces fluctuations climatiques peuvent être suivies depuis —2300 c'est-à-dire pendant 10 périodes.

Les fluctuations de la nébulosité semblent être accompagnées de fluctuations inverses de la température. Sous cet aspect on doit attendre vers la fin de ce siècle non seulement une élévation séculaire de la nébulosité (pour la 7ème fois depuis —600) mais aussi très probablement une diminution de la température.

*Institut Astronomique de l'Académie Tchécoslovaque des Sciences,  
Prague XII, Budečská 6.*

Recensenti

univ. prof. Dr Stanislav Hanzlík a univ. prof. Dr Alois Gregor

Rozpravy Československé akademie věd, Ročník 66/1956, Řada MPV, Sešit 2. Vydává Československá akademie věd (Nakladatelství ČSAV, Praha II, Vodičkova 40). Adresa redakce: Československá akademie věd, Praha I, Národní tř. 5. Administrace: Praha II, Vodičkova 40. Cena brož. Kčs 5,40. Účet Státní banky československé č. 438-214-0087, číslo směrovačí 0152-1. Tisknou a expedují Pražské tiskárny, n. p., provozovna 05, Praha VIII, tř. Rudé armády 171.

Vyšlo v únoru 1956

A-20668

## Autorům Rozprav Československé akademie věd

Podle usnesení Ústřední redakčně vydavatelské rady ČSAV zařazují se do Rozprav původní vědecké práce o rozsahu od 32 do 64 (ve výjimečných případech do 150) tiskových stran. Průměrný rozsah má být asi 40 až 60 tiskových stran. Zásadně má být originál napsán česky, v odůvodněných případech může vyjít originál v jiném jazyce, schválí-li to po odůvodnění sekce ÚRVV ČSAV. Originál doprovázejí cizojazyčná shrnutí, v každém případě resumé ruské, další podle vůle autorovy. Shrnutí nesmějí dohromady přesahovat třetinu českého textu. Texty k obrázkům musí pak být uvedeny i ve všech těch řečech, v nichž jsou shrnutí stylisována. Autor dodá rukopis kompletně vybavený, t. j. resumé, texty pod obrázky atd. sekretariátu redakce Praha I, Národní tř. 3, tiskové oddělení, který zaznamená datum, kdy práce došla a požádá sekci, aby stanovila recensenta. Redakčně vydavatelská rada sekce se postará o to, aby diskuse o zadané práci byla začleněna do programu zasedání příslušné sekce. Diskuse se má konat za přítomnosti autora a recensenta, event. i dalších interesovaných odborníků. Sekce rozhodne o tom, zda má být práce doporučena redakční radě Rozprav k vydání a rovněž doporučí výši honoráře (do Kčs 1200,— za arch) a nákladu ve stanovených mezích (do 2000 výtisků).

O výsledku diskuse vyrozumí sekce písemně sekretariát redakce Rozprav, Praha I, Národní tř. 3, tiskové oddělení, a odevzdá tam i rukopis se všemi náležitostmi. Konečné schválení přísluší redakční radě Rozprav, ve vyhrazených případech ÚRVV ČSAV.

V záhlaví textu budou pak se zřetelem na prioritu vyznačena data, kdy práce došla a kdy o ní byla vykonána diskuse v sekci. Recensent se uvádí před tiráží.

Redakční rada Rozprav upozorňuje autory, že je v jejich vlastním zájmu, aby přesně dodržovali uvedená ustanovení, neboť tím pomáhají zkracovat výrobní lhůty Rozprav a zrychlují vydání svých prací.

V seznamu literatury se zaznamenávají jen citované práce, autoři se řadí podle abecedy, práce se postupně číslují, za jménem autora (křestní jméno iniciálkami) a názvem práce se uvedou data v tomto pořadí: název časopisu nebo jeho uznaná zkratka, ročník (sešit): strana až strana, rok. Na příklad:

- I. V. MIČURIN: Principy a metody práce. Spisy 1. Přel. L. Černý a spol. NČSAV, 1953.  
N. N. KRJAČKOV: Kinetika kyselý hydrolysy škrobu. Kolloidy v piščevoj promyšlenosti, Sborník 2 : 238—243, 1949. MPP, SSSR. Sovětská věda, Potravinářství 2 (1): 55—61, 1954.  
R. EMERSON and Ch. M. LEWIS: The dependence of the quantum Yield of Chlorella photosynthesis on wave of light. Amer. journal of botany 30 (3): 165 až 178, 1943.  
O. TOMÍČEK: Chemické indikátory. Jednota čs. matematiků a fysiků, Praha 1946.

U práce se udává titul i tehdy, jde-li o práci uveřejněnou v časopisu. V textu se práce cituje takto: Mičurin (1953) nebo Mičurin (16), t. j. pořadové číslo seznamu.

### Úprava rukopisů

1. Rukopis pište na psacím stroji ob řádek, jen po jedné straně normalisovaného formátu papíru, na konci práce připojte svou adresu a číslo telefonu.
2. Nadpis práce má vyjadřovat její obsah a musí být krátký. Úvodní stati co nejkratší. K práci připojí autor resumé a ev. texty pod obrázky a diagramy i v jazyku ruském a dále latinském nebo německém, anglickém, francouzském.
3. Je třeba, aby celý rukopis byl průběžně stránkovaný. Texty pod čarou a pod obrázky musí být očíslovány a napsány za sebou na listech, které budou dále stránkované a zařazeny mezi resumé a seznam literatury, jímž bude práce zakončena. Příslušnost jednotlivých poznámek pod čarou a textů pod obrázky musí být označena červenou tužkou jejich čísla na okraji stránek rukopisu takto: čísla obrázku v kroužku, čísla poznámek pod čarou ve čtverci a čísla tabulek v trojúhelníku.
4. Je nutno, aby zvláštní sazba, pokud je jí nezbytně třeba, byla v rukopisu označena takto:
  - a) Latinská jména zvířat a rostlin (nikoliv jména autora druhu) podtrhněte vlnovkou, budou otištěna kursivou.
  - b) Proložená slova podtrhněte čárkovaně.
  - c) Jména autorů, která mají být vysazena kapitálkami, podtrhněte čerchovaně.
  - d) Petit označte čarou na okraji rukopisu s poznámkou „petit“.
  - e) Úprava matematických rukopisů viz normu ČSN 01 1001 a ČSN 880220.
5. Obrázky musí mít své průběžné číslování, shodující se s čísly jejich textů. Odkazy v textu na obrázky musí být důsledně provedeny již před odevzdáním rukopisu. Obrázky je třeba dodat rýsované tuší na kladívkovém nebo pausovacím papíru. Popis obrázků buď na stroji (pokud je možno jej vysázet) nebo šablonkou č. 5, velikost obrázků 2:1, fotografie ostré a tvrdé.
6. Došlá práce bude předána k recenzi odborníkovi. O výsledku recenze bude autor zpraven.
7. Redakce provádí nutně redakční úpravy v rukopisu sama. O úpravách obsahových, je-li jich třeba, se dohodne s autorem.

# NAKLADATELSTVÍ ČESKOSLOVENSKÉ AKADEMIE VĚD

dovoluje si upozornit čtenáře tohoto svazku na publikace z oboru astronomie:

## *F. Link, Z. Švestka: SLUNCE A JEHO VLIV NA ZEMI*

Slunci jsme dosud dlužni v české astronomické literatuře souborné pojednání jako úvod k hlubšímu studiu této nejbližší a pro nás nejdůležitější hvězdy. Proto přistoupili autoři této příručky k pokusu shrnout do jedné knížky naše základní poznatky o Slunci a jeho vlivech na Zemi. Celá látka je rozdělena přirozeným postupem do 9 kapitol. V úvodu je stručně vysvětlen význam a všeobecný popis Slunce, jakož i jeho rotace. Dále autoři seznamují čtenáře s neznámějšími přístroji k přímému pozorování Slunce, na př. s protuberančním spektroskopem, spektroheliografem, spektrohelioskopem atd. V závěru úvodní části vysvětlují úplné sluneční zatmění. V kapitole druhé se čtenář zevrubně seznámí s fotosférou, s její stavbou, optickou hloubkou, zářením, slunečním spektrem a pod. Třetí kapitola je věnována fotosférickým zjevům, na př. slunečním skvrnám, jejich pohybu a vývoji, fyzikální podstatě a pod. V kapitole 4. se autoři podrobně zabývají chromosférou, chromosférickými erupcemi, teplotou chromosféry, jejím spektrem atd. Kapitola pátá seznamuje s neznámějším snad zjevem slunečním, s protuberancemi. V šesté kapitole je podrobný popis a rozbor sluneční korony. Sedmá kapitola pojednává o slunečním záření a o přístrojích, kterými se měří, jakož i o kosmickém a radiovém záření slunečním. Sluneční činnost je podrobně popsána v kapitole osmé a sluneční teorie, jakož i vlivy naší Země a planet na Slunce, v kapitole deváté. Kniha je doplněna příslušnou literaturou a množstvím instruktivních obrázků.

Stran 168, obr. 62, příl. 14, brož. 16,— Kčs.

## *V. Guth: KATALOG FOTOGRAFOVANÝCH STOP METEORŮ 1885—1930*

Autor podává popis všech meteorických snímků, získaných u nás od prvního snímku až do konce roku 1940. Kniha je určena všem našim astronomům a zvláště pak pracovníkům v meteorické fotografii.

Str. 38, obr. 1, příl. 19, brož. 7,20 Kčs.

## *P. P. Parenago, B. V. Kukarkin: PROMĚNNÉ HVĚZDY A ZPŮSOB JEJICH POZOROVÁNÍ*

Překlad výborné sovětské příručky obsahující úvod jak do teorie, tak do pozorovatelské praxe studia proměnných hvězd. Publikace nám názorně osvětluje zákonitosti vesmíru a odhaluje před námi svět hvězd, který je v neustálém pohybu a změně. Je určena všem astronomům, tedy i amatérům a těm, kteří si chtějí ujasnit problematiku nekonečného vesmíru.

Str. 160, obr. 66, brož. 11,40 Kčs.

Tyto knihy obdržíte ve všech prodejnách n. p. KNIHA anebo přímo v prodejně

**Nakladatelství Československé akademie věd, Praha II, Václavské nám. 34**