

D/68

A pliocén és pleisztocén korok az égi mechanika
megvilágításában.

Irta:

Bacsák György.

1954.

1.

Az az elmélet, melyet Milavkovitsch alkotott a jégkor-
szakok okai és az időbeli sorrendjét illetőleg, nem
támaszkodik semmiféle hypothesisre. Egyik pillére az
égi mechanika háborgatási számítása, másik pillére egy
tény, melyet Penck és Brückner állapítottak meg az
Alpokban, hogy a mai hógyűjtő medencékben sohasem gyűlt
több hó és jég, mint ma. A gleccserek kiterjedése pedig
a negyedkor alatt százszor, sőt ezerszer is több volt a
mainál. Ezt mással magyarázni nem lehet, mint azzal,
hogy olyankor a nyaraink sokkal hidegebbek voltak hosszú
évezredekken át. A negyedkor kutatók nagy többsége magáévá
tette ezt a követelményt, de mivel a periglaciális övön
jégkorszaki minden emlékünkhöz az egész évre kiterjedő
szárazságról és hidegről tanuskodik, az elméleti negyed-
kor-kutatók olyan nehéz kérdés elé voltak állítva, melyet
hamarjában egyikük sem tudott megfejteni.

Még legtöbbször vitte Pilgrim, aki /1.hat. 7./
"Versuch" című művének "Inlandeiswirkung" című fejezeté-
ben világosan kifejtette, hogy az egész évre kiterjedő
szárazság és hideg nem a pályaelemek változásának
közvetlen következménye, hanem a skandináv nagy jégleány
meteorológiai hatása, és nincs ellentétben a Penck
postulátumával; addig tart, míg egy antiglaciális kilengés
el nem söpri. De úgy a glaciális, mint az antiglaciális

oka mégis csak a Föld pályaelemeinek változandóságában rejlik.

Milankovitch, hogy megbirkózzék ezzel a nehéz kérdéssel, azt kettéosztotta.

Először csak azt vizsgálta, hogy a Naptól érkező hőenergián a légkörünk legfelső színén miképpen osztozkodtak a különböző szélességű földrajzi övek a pályaelemek változásával. /: Az első világháború alatt odahaza volt Dályán és letartóztatták. Egy darabig fogházban volt, de Szily Kálmán kimentette s Budapesten szabadon dolgozott négy évig. Még segitőtársai is akadtak Róna és Frauenhoffer személyében.:/

Mikor a fiktív besugárzási görbe már kezei között volt, akkor kezdett a kérdés másik részével foglalkozni, hogy t. i. a légkörünk mennyiben módosítja ezt a fiktív besugárzási görbét, mennyi jut el a Nap hőenergiájából hozzánk a troposzféra legalsó rétegeibe, melyben az eljegesedéseket okozó jelenségsorozatok lefolytak. Mennyi ment veszendőbe a Nap melegéből reflexio és abszorptio által? Ez még nehezebb kérdés, mert hisz a légkörünk összetételéről, magasságáról, szennyezettségéről általában még igen keveset tudunk. Milankovitch erre vonatkozó erőlködés-ét az 1930-ban megjelent /3/ Math. Klimalehre című művének 2. részében hozta nyilvánosságra. /: "Die Beeinflussung der Erdbestrahlung durch die Atmosphäre":/ s e szerint mi a Nap energiájának csak valami 60 %-át kapjuk meg.

Milankovitch a Pilgrim féle táblázat alapján már az 1924-ben megjelent /2/ Köppen-Wegener-féle műben nyilvánosságra hozta a besugárzási görbéjét s ezzel ki tudta mutatni, hogy az utolsó 600.000 év alatt 9-szer fordult elő olyan eset, mikor a pályaelemek változandósága miatt egyenkint 10-11.000 évre hideg nyarak következtek be, anélkül, hogy a tél is hidegebbé vált volna. Ez ugyan nem egyezik teljesen a Penck-féle skálával, amely csak 4 jégkorszakot ismer: Günz, Mindel, nagy interglaciális, Riss és Würm, de viszont nagy rokonságot mutat vele, ha a Penck első 3 jégkorszakát ikertagozatúvá, a Würmöt pedig hármaskertagozatúra bontjuk, mert Milankovitchnál is a Mindel és Riss közé kerül a majdnem 200.000 éves nagy interglaciális.

Éppen ezért Milankovitch a Köppen-Wegener /2/ féle publikáció után egyszerre világhírűvé lett, és százával kapta az elismerő leveleket, csak éppen Penck nem volt hajlandó ezt az elméletet elfogadni, mert így okoskodott: a Föld pályaelemei mindig egyformán változandók voltak, tehát akkor a geológiai középkor és harmadkor során is kellett volna jégkorszakoknak előfordulni, pedig annak semmi nyoma.

Sem Milankovitch, sem Köppen nem tudtak erre a mindenképen logikusnak látszó ellenvetésre kielégítő megfejtést adni s azt "új problémának" keresztelték el. Más oldalról ellenben a Milankovitch elmélet - mielőtt még a Klimalehre a könyvpiacra megjelent volna - már

előzetesen megkapta az elképzelhető legszebb természet-
megfigyelési igazolást, amennyiben Eberl augsburgi neves
negyedkorkutató 1924. január havában Münchenben az ottani
földtani társulat ülésén előadást tartott arról, hogy
az ő megfigyelései szerint a Penck-féle négyes tagolás
csak úgy felel meg a valóságnak, ha a Günz, Mindel és
Riss jégkorszakokat egy rövidebb "interstadiálissal"
kettéosztjuk, a Würmöt pedig két interstadiálissal három
részre tagoljuk. Vagyis pont ugyanazt követelte, mint a
Milankovitch elmélet, melyről ő akkor még semmit sem
tudott. Hozzá még Eberl megfigyelőterülete a Lech-Iller-
köz volt, vagyis azonos a Penckével, hisz a Günz és
Mindel folyócskák, melyekről a Penck négyes tagolásának
két első tagját elnevezték, éppen a Lech-Iller-közön ered-
nek és folynak észak felé a Dunába.

A mi 9 jégkorszakunk s azoknak megszakadása 18
egymástól különböző részre tagolják a negyedkort. De 18
nem egyenlő részletből 18 ! " 6402 billió különböző
teljes tagolást lehet alkotni. A Milankovitch és Eberl
tagolásának azonosságát tehát nem lehet véletlenségnek
tartani, hanem ez csak úgy magyarázható, hogy mindketten
a valóságot mutatták ki. S ez valóság marad még akkor is,
ha az új problémát Milankovitch nem tudta megfejteni,
sőt annak kivédése közben egészen hamis vágányra terelődött is.:/ Lásd a Math.Klímalekce /3/ legvégén.:/

~~1. -- ... részlete mellé először a 2 hullám-
 völgyeinek kulminációs időpontjait, melyeket igen könnyű
 akár fejből is felírni, mert a ... periódusa majánem min-
 dig pontosan 40.000 év volt, s így a 18 nem egyenlő rész-
 let helyett 30 egyenlő részletet kapunk, mint ezt a
 következő táblázat mutatja:~~

2.

Milankovitch besugárzási törvénye így hangzik:

$$\Delta W_s \Delta \varepsilon - m \Delta / e \sin \pi /$$

ahol $\Delta \varepsilon$ és $\Delta / e \sin \pi /$ az időtől függő égi mechanikai
 változók, ΔW_s és m pedig az idővel szemben konstans
 tényezők, melyek csak a földrajzi szélességgel változnak.

ΔW_s észak felé nő, m pedig észak felé fogy /: Lásd
 Math. Klimalekze /2/ 40. old. 7. sz. tabella, illetve az 51.
 old. tabellája.:/ A hideg nyarak létrejöttét a $\Delta \varepsilon$ és
 $\Delta / e \sin \pi /$ jelentéggörbéinek hullámvölgyeiben bekövet-
 kezett interferenciák szabták meg, amikor is mind a két
 összetevő egy irányban dolgozott.

Ha tehát azt akarjuk, hogy az új probléma meg-
 oldásához közelebb jussunk, helyezzük a teljes tagolás
 egyformátlan 18 elemi részlete mellé először a 2 hullám-
 völgyeinek kulminációs időpontjait, melyeket igen könnyű
 akár fejből is felírni, mert a $\Delta \varepsilon$ periódusa majánem min-
 dig pontosan 40.000 év volt, s így a 18 nem egyenlő rész-
 let helyett 30 egyenlő részletet kapunk, mint ezt a
 következő táblázat mutatja:

I. Táblázat:

Az Σ Hullá- ma	A. Az ϵ hullam- völgy tetőzé- se. év	B. A teljes tagolás részei.	C. Az E és e sin π interferentiája	D. A \odot hossza.
- 1.	- 590.000	1. Günz I.	- 590.300	90°
		2. Interstadiális		
2.	- 550.000	3. Günz II.	- 550.000	135°
		A nem sikerült GM.		
3.	- 510.000	4. interferencia, vagyis a GM. interglaciális		90°
4.	- 470.000	5. Mindel I.	1 - 470.000	135°
		6. Interstadiális		
5.	- 430.000	7. Mindel II.	- 435.000	45°
6.	- 390.000	A nem sikerült MR. I. interferencia		135°
7.	- 350.000	A nem sikerült MR. II. 8. interferencia		135°
8.	- 310.000	A nem sikerült MR. III. interferencia		90°
9.	- 270.000	" " MR. IV.		135°
10.	- 230.000	9. Riss I.	- 234.000	45°
		10. Interstadiális		

a nagy interglaciális

Az I.sz. táblázat folytatása.

11.	- 190.000	11. Riss II.	- 187.000	135°
12.	- 150.000	12. A nemsikerült RW. interferentia, vagyis a RW. interglaciális	- 150.000	270°
13.	- 110.000	13. Würm I.	- 116.100	135°
		14. Interstadiális		
14.	- 70.000	15. Würm II.	- 71.000	135°
		16. Interstadiális		
15.	- 30.000	17. Würm I.	- 25.000	45°
		18. A Holocén		

A mi kezdő időpontunkkal - 600.000 évvel közel egybeesik az első ϵ hullámvölgy kezdete s ezért az első ϵ hullámvölgy kulminációs időnek szematikusan - 590.000 évet értünk be. Aztán következetesen levonunk belőle 40.000 évet, s így kaptuk a többi évszámot. Az üresen hagyott sorokba jönnek a hullámhegyek kulminációs évei, melyeket jobb áttekinthetőség végett elhagytunk. Ezek mindig 20.000 évvel a két hullámvölgy évszáma közé esnek. Ezáltal a 600.000 év 30 egyenlő hosszú részre oszlik, s kitűnik, hogy mi volt az oka az interglaciálisoknak. A B. rovat adja a teljes tagolás 18 nem egyenlő hosszú tagját. A C. sorozat adja az A rovat évszámainak helyesbitését a $\Delta/e \sin \Pi /-$ -vel való interferentia miatt. /: Ezek az évszámok a saját "Skandináv eljegesedés" című /8/ dolgozatunkból vannak merítve.:/

A D. rovat a felszálló csomópont hosszát adja az illető kilengés időpontjára, amire alább még sokszor fogunk hivatkozni.

Az ξ hullámhegyeit is számítva ezzel a táblázattal a negyedkort 18 egyformátlan része helyett 30 egyenlő hosszú 20.000 éves szakaszra tagoltuk. Ezek lesznek a negyedkorszak "quasi hónapjai".

3.

Ezen a nyomon haladva nehézség nélkül még "quasi" heteket is lehet bevezetni. Mint láttuk a Milankovitch besugárzási törvénye:

$$\Delta W_g \Delta \xi - m \Delta / e \sin \pi /$$

Klimaváltozás tehát mindannyiszor áll be, ha a két összetevő jelenség görbéi az időtengelyt metszik. A ΔE az I. táblázatunk tanúsága szerint 30-szor metszette a tengelyt, mikoris értéke $23^{\circ}17'$ volt. Ez az az ekliptikai ferdeség, mikor az ekliptika sákja egybeesik a Naprendszer alapsíkjával. A második összetevő jelenség görbéje a $\sin \pi$ zérus értékei miatt mindannyiszor metszette a tengelyt, amikor a π értéke 180° vagy 360° volt. Az $e \sin \pi$ zérus-értéke fizikailag azt jelenti, hogy ilyenkor az excentricitásnak befolyása a klímára a nyári és téli féléveken belül nyer kiegyenlítést, az egyik félévnek eleje lesz a perihéliumban, vége aphéliumban, a másiknak egyik fele lesz aphéliumban, a másik fele perihéliumban. Ilyenkor tehát az $e \sin \pi$ összetevő a nyári és téli félévek között nem okoz a besugárzásban különbséget.

A Π -t, a perihelium hosszát, a tavaszponttól mérjük, vagyis

$$\Pi = \tilde{\omega} + \psi^{\circ}$$

ahol $\tilde{\omega}$ az apsisvonal forgását jelenti direkt irányban, Ezt a perihelium pontjának a tavaszponttól mért szögével határozzák meg. A ψ° pedig a tavaszpontnak hátráló irányú forgását jelenti a precessió miatt. Az $\tilde{\omega}$ -nak a negyedkor alatt $4 \frac{1}{4}$ teljes körfordulata volt, a tavaszpont pedig 25.685 éves periódussal $23 \frac{1}{4}$ teljes körfordulatot végzett hátráló irányban, a Π tehát együtvéve $27 \frac{1}{2}$ teljes fordulatot végzett s e közben 55-ször metszette a tengelyt. Mindkét besugárzási összetevő tehát $30 + 55 = 85$ -ször okozott klimaváltozást.

Ha a két hullámvölgy interferenciáját glaciális kilengésnek nevezzük és - - előjellel jelöljük, akkor a két hullámhegy találkozása lesz az antiglaciális interferencia ++ előjelzéssel. Az E hullámhegyének az e $\sin \Pi$ hullámvölgyével való találkozása lesz a szubtrópusi kilengés + - előjel jelzéssel és az E hullámvölgyének az e $\sin \Pi$ hullámhegyével való találkozása lesz a szubarktsi kilengés - + előjel jelzéssel. Így jön létre az egyáltalában lehetséges 4 féle klimatípus, melyeket ugyan ezen sorrendben a hideg nyári félév, meleg nyári félév, enyhe tél és szigorú tél jellemez. E közt a 4 féle klimatípus között állott be a negyedkor alatt 85-ször klimaváltozás.

A csillagászatban a Föld pályaelemeinek szekuláris, vagyis hosszuperiódusu változásait általában 5.000 évről 5.000 évre szekták kiszámítani, s ezután közbeiktatják azokat a nem kerek évszámokat, amikor a $\Delta \varepsilon$, vagy $\Delta / e \sin \Pi$ / hullámhegyeikkel kulmináltak. Ha már most az ilyen csillagászati táblázatot mindazokkal a nem kerek évszámokkal is kiegészítjük, amikor $\Delta \varepsilon$ vagy $\Delta / e \sin \Pi$ / a most tárgyalt 85 zérus értéküket átszaladták, úgy kezünkbe esik a negyedkor klimatípuskalendáriuma.

Az ilyen típuskalendáriumot azután még le kell fékezni az eljegesedési görbével, mert a beljéghatás tartama alatt a gyengébb típusok nyomtalanul tűnnek el, s az erősebbek nyomai is csak nehezen figyelhetők meg.

Célszerű aztán még a lösz vozsdás öveinek keletkezési időpontjait is bejegyezni a zsebnaptárba, mert ezek a terepmunkánál a természetes és mesterséges löszfeltárásoknál sokszor jó segítséget nyújtanak a kor meghatározásnál.

A típuskalendáriumot a következő II.sz. táblázatban mutatjuk be:

II. ez. táblázat.

A negyedkor klimatikus naptára.

Évszám ettől- eddig	Klima típus	Idő- tartam.	Amplitu- do. <i>Kéménység- ben</i>	Rozsdás év.
600 000	szubarktusai	4900	200	
595 100	Günz I. jégmentes	5000	550	
590 100	" eljegesedve	2600		
587 500	szubtrópusi "	2500	0	
585 000	antiglaciális "	5300	719	
579 700	" jégmentes	5000		
574 900	szubtrópusi "	7300	498	
567 400	glaciális "	3200	460	VIII.
564 200	szubarktusai "	10500	365	
553 700	Günz II. "	5600	479	
548 100	" " eljegesedve	2000		
546 100	szubtrópusi "	3100	0	
543 000	antiglaciális "	5000	409	
538 000	" jégmentes	7000		
531 000	szubtrópusi "	2600	0	
528 400	glaciális GM "	10900	200	
517 500	szubarktusai "	9700	200	
507 800	antiglaciális "	4900	150	VII.
562 900	szubtrópusi "	11100	145	
491 800	antiglaciális "	3300	100	
488 500	szubarktusai "	7800	339	

II.sz.táblázat folytatása:

480	700	Mindel I. jégmentes	4000	} 601	
476	700	" eljegesedve	6400		
470	300	szubarktusai "	3900	50	
466	400	antiglaciális "	5700	481	
460	700	szubtrópusi "	11700	216	VI.
449	000	antiglaciális "	1400	0	
447	600	szubarktusai "	8800	207	
438	800	Mindel II. "	10300	529	
428	500	szubarktusai "	2300	0	
426	200	antiglaciális "	7000	235	
419	200	szubtrópusi "	7900	200	
411	300	antiglaciális "	5500	214	
405	800	szubarktusai "	1800	0	
404	000	glaciális MR.I."	9400	331	
394	600	szubarktusai "	9900	270	
384	700	glaciális "	2100	0	
382	600	szubtrópusi "	7900	200	
374	700	antiglaciális "	5900	} 405	
370	800	" jégmentes	6100		
364	700	szubtrópusi "	2100	0	
362	600	glaciális MR.II."	7300	300	
355	300	szubarktusai "	8600	100	
346	700	glaciális "	4200	50	
342	500	szubtrópusi "	5000	0	
337	500	antiglaciális "	8800	413	
328	700	szubtrópusi "	2900	0	
325	800				

II.sz.táblázat folytatása.

325	800	glaciális MR.III.jégm.		7500	339	V.
318	300	szubarktusai	"	10300	139	
308	000	glaciális	"	4200	387	
303	800	szubtrópusi	"	5900	200	
297	900	antiglaciális	"	10400	550	
287	500	szubtrópusi	"	3000	0	
284	500	glaciális MR.IV.	"	8300	395	
276	200	szubarktusai	"	12500	150	
263	700	glaciális	"	2100	0	
261	600	szubtrópusi	"	12400	200	
249	200	antiglaciális	"	6000	250	
243	200	szubarktusai	"	5700	60	
237	500	Riss I.	"	5500	676	
232	000	"	eljegesedve	5500		
226	500	szubarktusai	"	5200	170	
221	300	antiglaciális	"	5500	518	
215	800	szubtrópusi	"	12000	344	IV.
203	800	antiglaciális	"	1900	170	
201	900	szubarktusai	"	9100	399	
192	800	Riss II.	"	10800	643	
182	000	szubarktusai	"	2800	0	
179	200	antiglaciális	"	9000	528	
170	200	szubtrópusi	jégmentes	10400	248	
159	800	glaciális	"	1500	0	
158	300	szubarktusai	"	12300	138	

A II.sz. táblázat folytatása.

146	000	glaciális RW. jégmentes		5500	234	III.
140	500	szubtrópusi	"	6700	190	
133	800	antiglaciális	"	11200	529	
122	600	szubarktkusi	"	600	0	
122	000	Würm I.	"	5000	644	
117	000	"	eljegesedve	6400		
110	600	szubarktkusi	"	10200	187	
100	400	antiglaciális	"	700	0	
99	700	szubtrópusi	"	11500	187	II
88	250	antiglaciális	"	5400	468	
82	800	"	jégmentes	2000		
80	800	szubarktkusi	"	3100	0	I.
77	700	Würm II.	"	5000	546	
72	700	"	eljegesedve	6200		
66	500	szubarktkusi	"	9300	109	
57	200	antiglaciális	"	3300	0	
53	900	szubtrópusi	"	13600	107	
40	300	glaciális	"	600	0	
39	700	szubarktkusi	"	12800	46	
22	900	Würm III.	"	9400	456	
17	500	szubarktkusi	"	1200	45	
16	300	antiglaciális	"	5000	428	
11	300	antiglaciális	jégmentes	5600		
5	700	szubtrópusi	"	5700	136	
0						

A típusnaptár táblázatos bemutatása után természetes volna, hogy azt grafikus alakban is mutassuk be, de ettől eltekintünk, mert egy nagyobb méretű ábrához a szükséges papirozt beszerezni nem tudnánk, kisebb méretű ábra pedig nem nyújtana többet, mint amennyit a Földtani Intézet kiadványában megjelent 1944. évi előadásunk /9/ 1.sz. mellékletén /25 old./ láthatunk. /: Az ott közölt eljegesedési görbén csak a Mindel II. jéglepleny tartósságát kell valamelyest megnyujtanunk, de erről a Köppen-féle küszöbérték alábbi tárgyalásánál majd ugyis bővebben kitérek.:/

Nem zárhatom le ezt a fejezetet anélkül, hogy a Penck posztulátumára ne térjek még egyszer vissza. Penck ugyanis a Milankovitch által kiszámított glaciális kilengések amplitudóit, nem tartotta elegendőnek, mert azok a gr.-kal/cm^2 min-ban, vagy kánoni egységekben kiszámított amplitudók $^{\circ}$ -okra átszámítva csak olyan különbségeket adnak, mintha a mai nyári fél éveink 6-10 $^{\circ}$ -kal csökkentek volna, ami szerinte nem elég ahhoz, hogy az Alpokban a mai gleccserkiterjedések száz és ezerszeresen megnövekedjenek. Ha 100-200 m. tengerszintfeletti magasságokra gondolunk, akkor ez a hőcsökkenés tényleg elégtelennek látszik, mert egészen mindegy, hogy 28° vagy 18° hőmérséklet pusztítja-e el az előző tél havát. De ha képzeletben felkapaszkodunk olyan magasra az Alpokban, ahol már csak 6° a nyári hőmérséklet, akkor azonnal elég lesz a 6-10 $^{\circ}$ -os csökkenés, és a mai firnmezők alatt hasonló terjedelemben új firnmezők ~~is~~ keletkeznek.

A következő 1000 évben tehát már két szeresen jut érvényre a nyári hőcsökkenés és így tovább. A mai firnmezőkön, mint azt éppen Penck megállapította, a jégkorszakok alatt sem szaporodott több hótartalék, de hozzá jöttek évről-évre ujabb, alacsonyabban fekvő firnmezők, s az Alpokból egy olyan tökéletes fejtőgép lett, amely az Atlanti-oceán nedves levegőből úgy kifejtte a párát, hogy a stájer hegyeknek már nem is igen jutott belőle.

Skandináviában pedig, ahol közvetlen közelről került a Golf-áramlat párája egy-két ezer méter magasságba, ez a firnmezőgyarapodás még sokkal szaporábban ment végbe, s nem lehet kétséges, hogy a Milankovitch amplitúdói nem csak helyesen vannak kiszámítva, de elegendők is voltak. Ez a vastag jéglepleny volt az igazi "erogenezis" A jég emelte fel a tengerszintfeletti magasságot.

4.

Már említettük, hogy a Pilgrim-féle táblázat a változó pályaelemeknek ε , e és π -nek értékeit a múltban egy millió évre készen adja kezünkbe. Ez a táblázat tehát 400.000 évre belenyúl a pliocénbe. Ennek a táblázatnak szerény kiegészítésével tehát a pliocén végső szakára is kiterjeszthetjük a tipuskalendáriumunkat. Ebbe a táblázatba csak azokat a nem kerek évszámokat kell betoldani, mikor $\varepsilon = 23^{\circ} 17'$ volt, és $e \sin \pi = 0$ volt.

vagyis $\pi = 180^{\circ}$, vagy 360° volt. Az ϵ számára 20, az $e \sin \pi$ számára 38, összesen 58 ilyen betoldás szükséges. Ezeket az interpolációkat lineárisan lehet elvégezni, mert hisz, ahol a $\Delta \epsilon$ vagy $\Delta / e \sin \pi /$ görbéje a tengelyt metszette, ott az 5000 éven belül egyenesnek vehető.

A nagy időtávolságtól sem szabad visszariadni, mert ha némileg torzulnak is a $\Delta \epsilon$ és $\Delta / e \sin \pi /$ jelenség görbéi, mint a két összetvőt egyformán éri a torzulás s a klimatikusok sorrendje nem fog hibát szenvedni, s mint majd meglátjuk az amplitúdók dolgában is más körülmények kerülnek előtérbe s az esetleges kisebb hibák elviselhetők lesznek.

A következő III. sz. táblázatban közöljük a Pilgrim féle kiegészített táblázatot, amiből aztán a típusnaptár is egyszerűen levezethető oly módon, hogy kiemeljük mindazokat az évszámokat, ahol ϵ , vagy $/ e \sin \pi /$ az előjelét változtatta, vagyis az időtengelyt metszette. Ezeknek az évszámoknak kikeresését segíti elő az előjeleknek külön rovata. Így jön létre a IV. táblázat, mely a pliocénvégi típusnaptárt mutatja.

III.sz. táblázat.

A Pilgrim féle tabella a pliocénvégi 400.000 évről,
kiegészítve az E $23^{\circ} 17'$ -hez, és a $\Pi = 180^{\circ}$ és 360° -hoz
tartozó évszámokkal.

Évszám	ξ .		e.	Π	$e \sin \Pi$	
	ξ .	- +			- +	
- 1.000.000	$22^{\circ} 37'$	-	0.0150	145°	-	
998.600	23 03	-	95	180	- +	
995.000		-		248	+	
994.200	23 19	-	84	270	+	
993.400	$23^{\circ} 17'$	- +	0.0059	360	- +	
990.000	23 36	+	59	21	-	
987.200	23 46	+	69	90	-	
985.000	23 53	+	93	145	-	
983.500		+		180	- +	
980.000	$23^{\circ} 55'$	+	156	263	+	
979.600	23 53	+	161	270	+	
975.000	23 30	+	228	358	+	
974.900		+		360	- +	
972.000	$23^{\circ} 17'$	- +			-	
970.000	23 00	-	305	85	-	
969.700	22 59	-	308	90	-	
965.000	22 43	-	377	174	-	
964.700		-		180	- +	
960.000	$22^{\circ} 39'$	-	444	263	+	

III.sz.táblázat folytatása.

Éveszám	Σ.	Σ. - +	e.	π	e.szn. - +
959.600	22° 40'	-	448	270	+
955.000	22 59	-	504	351	+
954.100		-		360	- +
953.000	23° 17'	- +			-
950.000	23 25	+	554	78	-
949.300	23 29	+	559	90	-
945.000	23 49	+	592	162	-
944.900		+		180	- +
940.000	24° 102'	+	617	247	+
938.600	24 01	+	621	270	+
935.000	23 49	+	0.0629	333	+
933.500		+		360	- +
930.000	23 23	+	626	58	-
929.000	23° 17'	- +			-
928.200	23 11	-	619	90	-
925.000	22 50	-	607	145	-
922.200		-		180	- +
920.000	22° 26'	-	572	232	+
917.900	22 27	-	550	270	+
915.000	22 38	-	521	320	+
912.700		-		360	- +
910.000	23 05	-	456	46	-
909.000	23° 17'	- +			-

III.sz.táblázat folytatása.

Évszám	ε.	Σ.		e.	π	e.sinπ	
		-	+			-	+
907.500	23°	24°	+	417	90	-	
905.000	23	41	+	378	131	-	
902.500			+		180	- +	
900.000	24°	07'	+	291	214	+	
896.000	24	03	+	226	270	+	
895.000	23	54	+	196	294	+	
890.700			+		360	- +	
890.000	23	28	+	99	7	-	
888.000	23°	17'	- +			-	
885.000	23	00	-	0.0043	8	-	
880.000	22°	40'	-	127	44	-	
876.900	22	42	-	182	90	-	
875.000	22	49	-	216	117	-	
872.000			-		180	- +	
870.000	23	08	-	321	206	+	
868.000	23°	17'	- +			+	
866.200	23	22	+	387	270	+	
865.000	23	27	+	409	290	+	
861.300			+		360	- +	
860.000	23°	40'	+	486	15	-	
855.600	23	29	+	542	90	-	
855.000	23	38	+	550	100	-	
851.100			+		180	- +	

III.sz.táblázat folytatása.

Évszám	ε.	ε.		e	π	e.sinπ	
		-	+			-	+
850.000	23° 28'		+	600	185		+
847.000	23° 17'		-+				+
845.100	23 11		-	634	270		+
845.000	23 10		-	635	271		+
840.000	22° 57'		-	653	287		+
839.900			-		360		-+
835.000	22 57		-	0.0654	84		-
834.400	22 58		-	653	90		-
830.000	23 06		-	641	170		-
828.100	23° 17'		-+				-
827.900			+		180		-+
825.000	23 28		+	611	257		+
824.300	23 31		+	605	270		+
820.000	23° 46'		+	568	343		+
818.200			+		360		-+
815.000	23 41		+	517	67		-
813.700	23 37		+	501	90		-
810.000	23 25		+	455	152		-
808.300			+		180		-+
806.000	23° 17'		-+				+
805.000	22 58		-	378	238		+
803.200	22 50		-	348	270		+
800.000	22° 38'		-	295	326		+

III.sz. táblázat folytatása.

Évszám	δ.	ε.		e.	π	e. sin π	
		-	+			-	+
750.000	22° 53'	-		376	278		+
747.500	23° 17'	-	+				+
745.400			+		360	-	+
745.000	22 38		+	398	5		-
740.800	23 49		+	409	90		-
740.000	23 49		+	409	93		-
735.000	23° 58'		+	0.0411	179		-
734.900			+		180	-	+
730.000	20 52		+	402	266		+
729.800	23 51		+	402	270		+
725.000	23 22		+	385	354		+
724.900	23 12		+	370	360		-+
724.300	23° 17'		-+				-
720.000	22 50		-	362	83		-
719.700	22 49		-	360	90		-
715.000	22° 37'		-	355	176		:
714.600			-		180	-	+
710.000	22 42		-	306	270		+
705.600			-		360	-	+
705.000	23 09		-	276	6		-
702.000	23° 17'		-+				-
700.700	23 35		+	256	90		-
696.500	23 39		+		180		-
700.000				252	104		-
696.500			+		180		-+

III.sz. táblázat folytatása.

Évszám	δ.	ε.		e.	π	e. sin π	
		-	+			-	+
695.000	23° 49'	+		0.0241	203		+
691.700	23 49	+		242	270		+
690.000	23 47	+		244	303		+
687.000		+			360		- +
685.000	23 25	+		259	41		-
683.000	23° 17'	- +					-
682.500	23 13	-		270	90		-
680.000	23 01	-		281	138		-
677.800		-			180		- +
675.000	22 52	-		312	238		+
673.100	22° 51'	-		322	270		+
670.000	22 54	-		340	327		+
667.800		-			360		- +
665.000	29 19	-		384	59		-
663.900	22 20	-		356	90		-
660.800	23° 17'	- +		361	150		-
675.900		+			180		- +
655.000	23 42	+		0.0363	239		+
653.300	23° 43'	+		362	270		+
650.000	23 39	+		356	328		+
647.900		+			360		- +
645.000	23 18	+		343	57		-
644.900	23° 17'	- +					-

III.sz.táblázat folytatása.

Évszám	ε.	ε.		e.	π	e.sin π	
		-	+			-	+
643.200	23° 10'	-		335	90	-	
640.000	22 55	-		320	148	-	
638.400		-			180	-	+
635.000	22° 47'	-		278	241		+
633.500	22 47	-		263	270		+
630.000	22 52	-		229	337		+
628.600		-			360	-	+
625.000	23 19	-		181	72		-
624.800	23° 17'	-	+				-
624.400	23 22		+	177	90		-
620.900			+		180	-	+
620.000	23 47		+	146	183		+
616.200	23 54		+	0.0134	270		+
615.000	23° 55'		+	135	298		+
612.900			+		360	-	+
610.000	23 48		+	159	51		-
608.100	23 37		+	177	90		-
605.000	23 18		+	208	154		-
604.900	23° 17'	-	+				-
603.200		-			180	-	+
600.000	22 46	-		270	252		+

IV. sz. táblázat.

Pliocénvégi klimatipus-kalendárium.

-1.000.000 évtől - 600.000 évig.

től- ig	Klimatipus	időtartam év
-1.000000	szubarktusai	7000
993.000	szubtrópusi	9500
983.500	antiglaciális	8600
974.900	szubtrópusi	2900
972.000	glaciális	7300
964.700	szubarktusai	10600
954.100	glaciális	1100
953.000	szubtrópusi	8100
944.900	antiglaciális	11400
933.500	szubtrópusi	3900
929.600	glaciális /ottobeureyni/	7500
922.100	szubarktusai	9400
912.700	glaciális	3700
909.000	szubtrópusi	6500
902.500	antiglaciális	11800
890.700	szubtrópusi	2700
888.000	glaciális	15900
872.100	szubarktusai	4100
868.000	glaciális /anti/	6700
861.300	szubtrópusi	10200
851.000	antiglaciális	4100

IV. sz. táblázat folytatása.

től- ig	Klimatípus	Időtartam év
847.000	szubarktusi	7100
839.900	glaciális /staufenbergi/	12000
827.900	antiglaciális	9700
818.200	szubtrópusi	10200
808.000	szubarktusi	9900
798.100	glaciális	6600
791.500	szubtrópusi	3000
788.500	antiglaciális	6200
782.300	szubtrópusi	6300
776.000	antiglaciális	4000
772.000	szubarktusi	6100
765.900	glaciális /dunai I./	10000
755.900	szubarktusi	8400
747.500	antiglaciális	2100
745.400	szubtrópusi	10400
735.000	antiglaciális	10100
724.900	szubtrópusi	600
724.300	glaciális /dunai II./	9700
714.600	szubarktusi	9000
705.600	glaciális	3600
702.000	szubtrópusi	5500
696.500	antiglaciális	9500
687.000	szubtrópusi	4000

IV.sz.tablázat folytatása.

től- ig	Klimatípus	időtartam év
683.000	glaciális	5200
677.800	szubarktusai	10000
667.800	glaciális /dunai III/	7800
660.000	szubtrópusi	2100
657.900	antiglaciális	10000
647.900	szubtrópusi	3000
644.900	glaciális /dunai IV./	6500
638.400	szubarktusai	9800
628.600	glaciális	3800
624.800	szubtrópusi	3900
620.900	antiglaciális	8000
612.900	szubtrópusi	8000
604.900	glaciális	1700
603.200	szubarktusai /töredék/	<u>3200</u>
600 000	Összesen	400.000

~~Ha~~ Ez a mi tipusnaptárunk, ami az időszámítást illeti, teljesen egyezik Milankovitchnek a Math.Klimalekzeben /: 3. 150 old. 16.fej.:/ közölt besugárzási görbéjével, de az amplitudók dolgában vannak némi különbségek. Milankovitch ugyanott az előző lapon /: 3. 149.old./ vallja is, hogy e részt már nem olyan pontosak a számítási eredményei. Én azonban csak Pilgrinre támaszkodhatom s hiszem, hogy az én eredményeim közelebb vannak a valósághoz.

Annél sokkal fontosabb, hogy Milankovitch éles szeme azt is észrevette, hogy amint a Günz-stadiumon túl haladunk a multba, a besugárzási görbe egészen más jelleget vesz fel /: 3.149 old.:/

"Mit dem Fortschreiten über das Günzstadium nimmt die Strahlungskurve ein verändertes ^{o.ise} Ansehen an."

De hogy miben áll ez a nevezetes változás, azt részletesebben nem közli, és sajnos nyilván nem is firtatta tovább, különben ő is már régen rájött volna az új probléma megfejtésére.

5.

Ha először azt vizsgáljuk, hogy a négyféle klimatikus a negyedkor illetve a pliocénvégi időszak alatt milyen kulcs szerint osztozkodott az egész időtartamon, nem találunk semmi különbséget. Itt is, ott is körülbelül egyenlő időtartammal részesedett a négyféle klimatikus.

A negyedkor 85 típusa így oszlott meg:

22	glaciális klimakilengés	összesen	159.400 év időtart.
21	szubtrópusi	"	143.700 " "
20	antiglaciális	"	135.000 " "
<u>22</u>	<u>szubarktsi</u>	"	<u>161.000 " "</u>
85	típus		600.000 év.

A pliocénvégi 58 típus így oszlott meg:

15	glaciális klimakilengés	összesen:	102.400 év időtart.
18	szubtrópusi	"	100.800 " "
13	antiglaciális	"	102.200 " "
<u>12</u>	<u>szubarktsi</u>	"	<u>94.600 " "</u>
58	típus		400.000 év.

A négyféle klimatípusnak megközelítőleg egyforma részese-
sége az egész időtartamban érthető is, mert sem az
E-nak, sem az e sin. II -nek periódusa nem változott,
tehát az előjeleik egyforma ritmussal változtatták egymást.

Ha azonban a glaciális kilengések amplitudóit
hasonlítjuk össze, vagyis hideg nyarak sorozatai után
kutatunk, akkor már nagy különbség mutatkozik a negyed-
kor és a pliocénvégi időszak között.

A negyedkor alatt létrejött 22 glaciális klima-
kilengés közül 9 megütötte a Köppen-féle küszöbértéket,
azaz olyan hatalmas jégleplenyt fejlesztettek Skandinávia-
tól kiindulva Északkeurópában és Szibériában, mely a

beljégzhatás által a periglaciális övön, - ahonnan a negyedkori emlékeinknek javarésze származik - klímarevolúciót okoztak, az egész ezután szárazzá és hideggé alakították, ami az erdőre és az erdei faunára kibírhatatlaná vált. Az egész periglaciális övön száraz-hideg steppe, mezőség keletkezett, melyet csak az északra és a magas hegyekből leszorult törpefenyő és a gyérvízű folyómedrekben lézengő galéria-erdők tarkítottak meg. Ez a klímarevolúció mindaddig tartott, míg egy elég erős antiglaciális kilengés Skandináviából kiindulva a nagy jégleplenyt el nem pusztította. Az antiglaciális jégpusztító hatását egyrészt forró nyaraiból merítette, másrészt hideg teleiből, melyek lehetetlenné tették, hogy a Golf-áramlat meleg vize kihasználódjék a magas északon.

Ezzel szemben a pliocénvégi 15 glaciális klímakilengés közül egyetlenegy sem ütötte meg a Köppen-féle küszöböt, s így beljégzhatás folytán keletkezett klímarevolúció sem fordult elő a periglaciális övön.

Az senkit se hozzon zavarba, hogy az irodalomban az 5 legjobb pliocénvégi alpi eljegesedésnek is a "jégkorszak" nevet szokták adni, - ottobeufeni, staufenbergi, dunai I. dunai II. dunai III. "jégkorszak" - mert ezek valójában nem voltak jégkorszakok, hanem csak alpi eljegesedések, amik nem tudnak egész évre kiterjedő száraz hideget oktrojálni a periglaciális övre, mert a magas északon, a Sarkkör táján nem tudnak 1-2 km. vastag jégleplenyt kifejleszteni, mely-

nek területe ezerszer akkora, mint az alpi jégterületé.

Az Atlanti-oceán felől jövő nedves levegő a negyedkori jégkorszakok alatt a periglaciális övről leszorult a Földközi tenger medencéje fölé, az északkelet felől érkező száraz-hideg levegő pedig okozta azt az éghajlatot, melyet nálunk a magdalén-kori telepeken mindig s a solutréi és aurignaci kulturtelepeken is észlelhetünk.

A negydkor és a pliocénvége közötti nagy különbség abból tűnik ki, hogy a negydkor 600.000 évféből 270.000 év a beljéghatás alá esett, s csak 330.000 éven át volt az Atlanti-oceán nedves levegőjének szabad bejárata a periglaciális övre, - míg a pliocénvégi 400.000 év minden megszorítás nélkül szabadon állt az Atlanti oceanán nedves levegője előtt.

6.

A pliocénvége és a negydkor között mutatkozó eme nagy különbségnek fizikai magyarázata abban áll, hogy a negydkorban a Nap sugárzása által a flóra és fauna számára rendelkezésre álló hőmennyiségnek jelentékeny hányada veszendőbe ment először a skandináv jéghepény sok millió köbkilométerének felépítésére, majd annak elolvasztására. Amíg a nagy északi jéghepény fennállott, a beljéghatását a nehézségi erővel karöltve fejtette ki, s ez a periglaciális övön körülbelül

háromszor olyan erős volt, mint a Nap melege. A glaciális kilengés tízezer éven át nagy területen gyűjtögette össze ezt az erőtartalékot, melyből a beljéghatás kis területen táplálkozott. A nagy jéglepények elpusztításánál aztán a Napsugárzásnak újból tekintélyes hányada veszendőbe ment erre.

A napmelegnek mindefféle elpazarolása a pliocénban ismeretlen volt. Ha a pliocénvégi flórát és faunát összehasonlítjuk a negyedkorival, olyan benyomást kapunk, hogy a pliocénvége melegebb időszak volt. A levegő alsó rétegeire az nyilván helytálló is, csak nem szabad ezért mindjárt olyan következtetést vonni, hogy akkor a soláris állandó - $2 \text{ gr. kal/cm}^2 \text{ min.}$ - magasabb lett volna, mert ez bizonyosan sokkal hosszabb időkre is változatlan mennyiség volt és lesz.

Az enyhébb klíma benyomását a pliocén végén jó részt az teszi, hogy nem lévén beljéghatás a glaciális és szubtrópusi kilengések, különösen, ha egymás mellett keletkeztek, egymást támogatták is. Mind a két típusra nézve jellemző, hogy a nyaruk nem volt túl forró, a telük pedig nem volt túl szigorú. Kettejük között a különbség csak abban áll, hogy a glaciálisnál a nyár hűvössége nagyobb volt, mint a tél enyhése, - a szubtrópusi kilengésnél ellenben a tél enyhése felülmulta a nyár hűvösségét. A glaciális és szubtrópusi típusok összeműködése 20.000 éven át fokozza azt a benyomást, mintha a pliocénvégi klíma általában melegebb lett volna a maiénál.

7.

Mi volt már most az oka annak, hogy a pliocénvégi glaciális kilengések közül egy sem érte el a Köppen-féle küszöbértéket?

Ha erre a kérdésre akarunk választ kapni, mélyen vissza kell nyulnunk a háborgatási számítás alapjai közé.

Miskovics a belgrádi Tudományos Akadémia természetani szakosztályán 1930.V.26-án tartott a negyedkorról előadást. Feltette a kérdést: "Vajjon a bolygók pályasíkjainak egymáshoz képest való fekvése a távoli csillagászati múltban ugyanaz volt-e mint ma?" Feltette a kérdést, de aztán nem felelt rá, mert 650.000 évvel abbahagyta a számításait. Pedig anélkül nem juthatunk tovább, hogy ezt a kérdést így, vagy úgy, meg ne válaszolnánk.

Véleményünk szerint a helyes válasz a következő

A Naprendszer a negyedkor előtt normális állapotban leledzett. A bolygók pályasíkjai egymáshoz képest kevésbé hajlottak el, a felszálló csomópontok nem voltak egy kedvezményes körnegyedbe összezsúfolva. Ennek megfelelően a Föld pályasíkjának ingadozása is kisebb volt a háborgatási erőből több esett a közép-pontkivüliségben előálló változásokra.

A negyedkor kezdetével a Naprendszer abnormális időszakba került. A bolygók pályasíkjainak a Naprendszer

alapsíkhoz képest való elhajlása a felényivel megnöttek, a felszálló csomópontok egy meghatározott kedvezményes negyedbe tömörültek, s minthogy ez a háborgató erőnek nagyobb hányadát vette igénybe, kevesebb jutott belőle a középpontkivüliségük változtatására.

A Naprendszeren belül tapasztalható állapotnak ezért adtuk a normális és abnormális nevet, mert az elsőnek időtartama nyilván sokkal hosszabb volt, mint amilyen a második állapot időtartama lesz, ezenkívül pedig a Föld felszálló csomópontja jelenséggörbéjének a távoli múltbani fogalmához, $\text{tg } \Theta = \frac{p}{q}$, képest tangens-görbe alakja volt, míg a negyedkor kezdete óta ez a jelenséggörbe fűrészvonal alakot öltött, mely egy meghatározott környegedet kedvel s ez által a jégkorszakok Sikerülését biztosítja.

A glaciális kilengések sikere azonban attól függ, hogy azok megütötték-e a Köppen-féle küszöbértéket, tehát most erre a kérdésre kell áttérnünk.

8.

Ha ezt a kérdést helyesen akarjuk elintézni, akkor mindenekelőtt nehézményeznünk kell azt a módszert, ahogyan Milankovitch a "Math. Klimalehre-" /3/ /1930./ című művében ezt a küszöbértéket kiszámította, és azután grafikusán ábrázolta. Milankovitch először gr. kalóriákba számította ki a határértéket, s aztán redukálta azt szélességi körökre. A 65° földrajzi szélességre a Köppen-féle küszöbérték jelenséggörbéje az

az időtengellyel párhuzamosan a 68° szélességen halad, mint egyenes. /Math. Klimalekze 140-141-old./ Ilyen felfogást nem lehet elfogadni.

A Köppen-féle küszöbérték a Penck-féle alap-pillérünk miatt elsősorban attól függ, hogy az illető glaciális kilengés kezdetekor Skandináviában makkora tartalék jéglepény állott, mint "ugródeszka" rendelkezésünkre. Ha akkora jéglepény feküldt ott, amely a klímaforradalom fenntartására már nem volt elegendő, de azt megközelítette, akkor azt gyengébb glaciális interferencia is elég nagyra fejlesztette. Ha meg semmi ilyen tartalék nem létezett, akkor a $\Delta \varepsilon$ és $\Delta /e \sin \pi /$ hullámvölgyeinek jól kellett találkoznia - kulmináció-kulminációval, s magában véve az ε -nak elég jó mm értékkel kellett bírnia, hogy ebből egy új jégkorszak keletkezzék.

A küszöbérték jelenséggörbéje tehát semmiestre sem lehet az időtengelyhez párhuzamosan szaladó egyenes. Soergel úgy számította ki a jégtakaró kiterjedését, hogy azt a jégmentes időszakokra vonatkozólag is nyilvántartotta. Ilyen alapon azt az első feltételt pontosan meg lehetne adni. De sajnos Soergel csak ígérte, hogy majd nyilvánosságra hozza számítási módszerét, de adós maradt vele. /10/ Pedig helyes úton járhatott, mert a leközölt eljegesedési görbéje a Günz-Mindel időszakra, a Riss időszakra és a Würm időszakra véleményem szerint hibátlan. - ellenben nehezen elképzelhető ekből a nagy interglaciális és Riss-Würm interglaciális ra teljesen hibás, és a tartalék-jéglepény nyilvántartásánál nem használható.

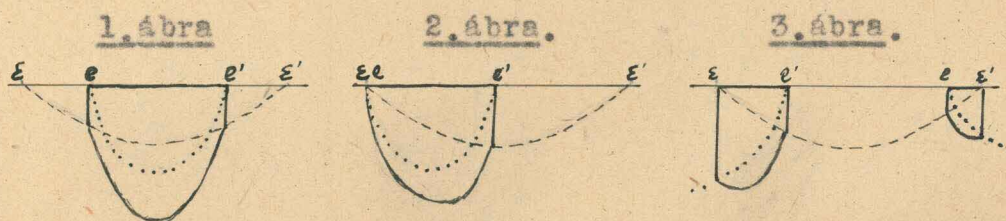
Másodsorban attól függ a Köppen-küszöbérték elérése, hogy milyen jól sikerült időbelileg az interferentia. Az ε hullámszáma, mint láttuk, általában igen szabályosan folyt le. Teljes periódusa 40.000 év, tehát a hullámvölgy hossza 20.000 év volt. Az $e \sin \pi$ periódusa nem volt ilyen egyenletes, de ennek hullámvölgyei is többnyire 10-11.000 évre rugtak.

Ha tehát az $e \sin \pi$ hullámvölgye éppen az ε hullámvölgyének közepére esett, az jó interferentia volt, mind a két összetevő maximális értékeivel érvényesült benne.

Ha ellenben az $e \sin \pi$ hullámvölgye az ε hullámvölgyének szélére esett, akkor az interferentia időtartama ugyanolyan hosszú lett, mint az előbbi esetben, de az ε már csak felénnyel érvényesült, s mivel a magas északon az ε döntő tényező, az ilyen interferentia általában már nem ütötte meg a küszöbértéket, :/ha csak az ugródeszka nem volt igen jelentékeny.:/

Ha pedig az $e \sin \pi$ hullámvölgye csak részben esett az ε völgyébe, akkor már az interferentia időtartama is csökkent, s az összetevők amplitudójának javarésze kárba veszett.

Sematikusan mutatja ezt a háromféle interferenciát az alábbi 1-3. ábra.



Mind a három ábra ugyanolyan erős \mathcal{E} és $e \sin \Pi$ - völgy interferenciáját mutatja. A vonalkázott görbe az \mathcal{E} hullámvölgye, a pontozott görbe az $e \sin \Pi$ hullámvölgye. A két görbe ordinátóinak összege adja a besugárzási görbét, melyet a kihúzott vonal ábrázol.

Az első ábra jó interferenciát mutat, ahol mind a két összetevő teljes amplitudójával érvényesült, időtartama $e-e^{\circ}$ 10.000 év volt. Hogy a küszöbértéket megütötte-e, az attól függ, elég volt-e főleg az \mathcal{E} -nak amplitudója, mert észak-felé ennek a tényezője ΔW_g növekszik. A $\Delta / e \sin \Pi$ / amplitudója kevésbé fontos, mert annak földrajzi tényezője m , észak felé fogy s a skandináv jéglepleny kifejlesztésénél kevésbé hatékony, mint az \mathcal{E} .

A rendelkezésünkre álló 1.000.000 éven belül a legjobb glaciális interferencia - 234.000 évben kulminált \mathcal{N} Riss I. volt, ahol az $\Delta \mathcal{E}$ értéke - $1^{\circ} 315$, az időtartama pedig 11.000 év volt. A pliocénvégeinek legerősebb interferenciája a staufenbergi volt, 840.000-ben kulminált, 12.000 év időtartammal, de mégsem érte el a Köppen-féle küszöbértéket, mert a $\Delta \mathcal{E}$ értéke csak - $0^{\circ} 333$ volt, azonkívül még az is csak félkézzel érvényesült, mert az interferencia olyanféle volt, mint a 2. ábra esete.

Igen gyakori az olyan eset, mint a 3. ábra roesz interferenciája, ahol az \mathcal{E} hullámvölgyén $2 e \sin \Pi$ hullámvölgy osztozkodott s egyik sem sikerülhetett. /

Ilyen volt pl. egymásután 4-szer a Mindel-Riss I., II., III. Winterferentia, amiből a kerekén 180.000 éves nagy interglaciális keletkezett.

Azzal, hogy Milankovitch a ΔW_s -nek és m -nek más és más értéket adott, a jó, közepes és rossz interferentia még nem nyert mérlegelést, mert a fenti 3 esetben ugyanolyan $f\epsilon$ és $e \sin \pi$, mégis szemmel láthatólag jobb, gyengébb és leggyengébb lett az interferentia sikere. Az interferentiáknak a küszöbérték szempontjából való megítélésénél tehát a gyengébb interferentiákat bizonyos százalékkal még külön csökkenteni kell.

Fax

Végül a légkör szennyezettségét is tekintetbe kell venni, amely normális időkben és interglaciálisok után, mikor a beerdősödött földrészek felett ritkábban voltak a magas légrétegek szennyezve, nehezebb volt valamely glaciális interferentiának a Köppen-féle küszöbértéket elérnie, mint a negyedkori jégkorszakok második ikertagozatának, mikor ezeknek a magas periglaciális óv kopaszsága miatt beszennyeződött légrétegek is segítettek.

Mindez azt bizonyítja, hogy a Köppen-féle küszöbérték gr. kalóriákban vagy kánoni egységekben kifejezve esetről-esetre hol magasabban, hol alacsonyabban fekszik s azt esetről-esetre külön kell elbírálni. Általában a skandináv eljegesedések szempontjából a glaciális interferentiának 450-500 kánoni egységre volt szüksége, hogy a küszöböt elérhesse.

9.

A pliocén vége és a negyedkor között abban keresendő a nagy különbség, hogy a Naprendszer viszonyai között a negyedkor beálltával egy olyan abnormalitás állt be, mely korábban nem létezett. Kifejlődött az ugynevezett kedvezményes körnegyed, valamennyi főbolygó felszálló-csomópontja egy körnegyedbe csoportosult, ami a Naprendszer egész megjelenését új színbe öltöztette.

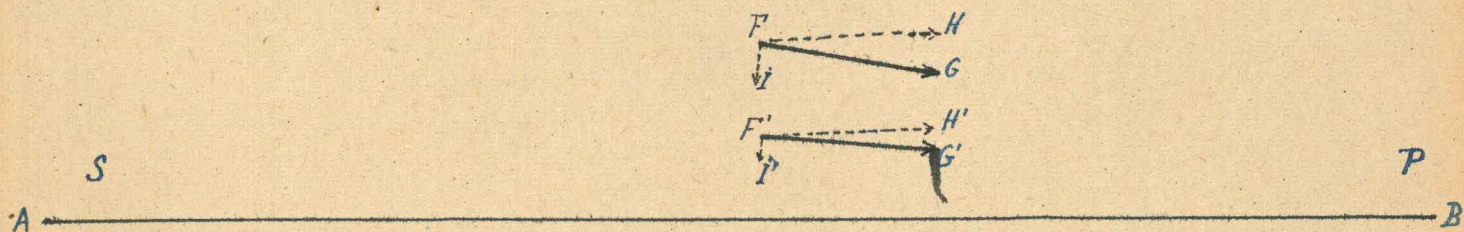
Ha a Naprendszerrel olyan áttekintési táblázatot nézünk, mint amilyen a csillagászati tankönyvekben vagy lexikonokban általában használatos, rögtön feltűnik, hogy a főbolygók felszálló csomópontjai mind egyetlen körnegyedben fekszenek. Ez a körnegyed a tavaszponttól mérve a 45° - 135° hosszúságok közé esik, ami az állatöv csillagképei között a Bika, Ikrek és Rák körnegyedét jelenti.

Ezt a feltűnő tényt a legjobb csillagászati tankönyvek is agyonhallgatják, mintha valami semmitmondó véletlenség volna. Pedig ezzel áll összefüggésben, hogy a negyedkor kezdete óta a főbolygók pályasíkjai ma felényivel nagyobb elhajlásokban fekszenek, egymáshoz képest, mint korábban. Annél fogva aztán a háborgatási erőnek azaz összetevője, mely az ekliptika síkjára merőlegesen hat, nagyobb lett, az az összetevője, mely az ekliptika síkjában hat és a középpont-kivüliség változandóságát okozza, megfogya kkozott.

Ha csak a 8 főbolygót tekintjük, a Naprendszer egy igen lapos alakú képződmény, melyet kicsinyítve egy tortaskatulyába be lehetne csomagolni. Ha ennek a tortaskatulyának a sugarát 20 cm-re vesszük, magasságul elég lenne 1-2 cm, mert a Neptun inklinációja csak $1^{\circ}47'$, s a többi főbolygó középtávolsága a Naptól már annyival kisebb, hogy a háborgatás folytán elérhető legmagasabb inklinációikkal is kényelmesen elférnének benne.

Ha most a Naprendszer alapsíkjára egy merőleges rajzsíkot fektetünk, úgy, hogy az keresztül menjen a Napon és a Földet háborgató többi 7 főbolygó közös súlypontján is, és megvárjuk, míg a Föld évi keringése közben ezt a rajzsíkot metszi, akkor a háborgató erőnek a Föld pályasíkjára gyakorolt hatása felől a következő képet nyerjük:

4. ábra.



Legyen AB az az egyenes, amelyben a mi rajzsíkjunk a Naprendszer alapsíkját metszi. „A” felé nagy távolságban fekszen a Nap S, és B. felé P. a többi 7 főbolygó közös súlypontja.

Akkor a háborgatási erő, amely az F pontban lévő Földre hat, FG lesz. Ezt az FH és FI összetevőkre lehet bontani, mikor is FH , a Föld pályájának excentricitását akarja növelni, FI pedig a Föld pályának eredeti inklinációját fogja megváltoztatni.

A háborgatás folytán egyszer a Föld F' pontba fog kerülni s itt a háborgató erő $F'G'$ lesz, mely az $F'H'$ és $F'I'$ összetevőkre bomlik. Minthogy a $H'F'G'$ szög kisebb, mint a HFG szög, azért az $F'I'$ összetevő kisebb lesz, mint az FI volt. Az $F'H'$ összetevő pedig valamivel több lesz, mint az FH volt.

Ha aztán egyszer a Föld közelebb ér a Naprendszer alapsíkjához, vagyis a mi ábránkon az AB egyeneshez, akkor ez a folyamat ellenkező irányban játszódik le, vagyis az inklinációban való ingadozás nő meg, s az excentricitás változandósága csökken. Éppen ez következett be a pliocén és negyedkor határmezsgyéjén.

~~Ha felrajzoljuk~~ ~~a függelékben csatoljuk~~ az \mathcal{E} és $e \sin \Pi$ jelenség-görbéjét külön a pliocénvégi 400.000 évről, és a negyedkor 600.000 évről, ~~valyekenek~~ összehasonlítása szemléltetést mutatja, hogy az \mathcal{E} játéka a negyedkorban megnőtt, az $e \sin \Pi$ játéka ellenben megfogyott.

10.

Vannak tehát olyan időtájak, mikor a háborgató erőn való első osztozkodásnál kevesebb jut az \mathcal{E} -ra és több az e -re, és vannak más időtájak, hol az első osztozkodásnál \mathcal{E} -ra jut több, és az e -re marad kevesebb. Ezt a különbséget

a III.sz. táblázatunkból a Pilgrim-féle tabellából is igazolni tudjuk.

Az ϵ periódusa mint tudjuk, 40.000 év, tehát a pliocénvégi 400.000 évből 10 maximum és 10 minimum áll rendelkezésünkre. Éppen ugy a negyedkorból 15 maximumunk és 15 minimumunk van, melyek értékét a következő táblázatban hasonlítjuk össze:

V. táblázat.

A ϵ maximális és minimális értékei

	maximum szög		minimum szög		maximum szög		minimum szög	
	fok	perc	fok	perc	fok	perc	fok	perc
	23	55	22	37	24	06	22	34
	24	02	22	39	24	06	22	25
	24	07	22	26	23	53	22	37
	23	40	22	40	24	05	22	38
	23	46	22	57	24	15	22	22
	23	59	22	38	24	16	22	18
	23	58	22	39	24	11	22	18
	23	49	22	37	24	02	22	31
	23	43	22	51	24	28	22	22
	23	55	22	47	24	26	22	00
összesen	238°	54'	226°	51'	24	06	22	23
átlag	23°	59'	22°	41'	24	18	22	24
alapérték	23°	17'	23°	17'	24	18	22	15
játék	0	± 36'	± 0	36'	24	15	22	14
					24	14	22	10

összesen	363°	08'	335°	31'
átlag:	24°	12'	22°	26'
alapérték	23°	17'	23°	17'
játék	0	+55°	-0	-55°

Mint láthatjuk, az ϵ játéka a pliocén végén csak $\pm 36^\circ$ volt, míg a negyedkorban ez a játék $\pm 55^\circ$ -tett ki, vagyis a felényivel több lett.

A középpontkivüliségnek soha sincsen negatív értéke, s itt csak a maximális értékeket tudjuk összehasonlítani. Ilyen a pliocén végéről 4, s a negyedkorból 7 áll rendelkezésünkre, mint azt a következő táblázat mutatja:

VI. táblázat.

A középpontkivüliség	
pliocénvégi maximumai	negyedkori maximumai
	0.0522
	403
	221
0.0629	360
654	462
411	407
363	196
0.2057 átlag: 0.0514	0.2601 átlag 0.0371

Az excentricitás átlagos értéke tehát a pliocénvégi 0.0517-ről a negyedkorban 0.0371-re csökkent.

A Penck új problémájának az az állítása, mintha a Föld pályaelemei mindig egyforma mértékben ingadoztak volna, nem áll. Az δ játéka a pliocén végén kevesebb volt, a negyedkorban felényivel több, az ϵ játéka a pliocénban volt több s a negyedkorban 504:371 arányban lecsökkent, ami éppen azt magyarázza, hogy a Δw_s és m tényezők miatt a pliocénban nehezebb lett volna hogy egy glaciális kilengés a Köppen féle küszöbértéket elérje, a negyedkorban pedig ez könnyebbé vált.

Ha a Penck állítását úgy szövegezzük, hogy a geológiai középkorban és harmadkorban is ugyanolyan sűrűségben kellett glaciális kilengéseknek előfordulniuk, mint a negyedkorban, akkor elfogadható, de akkor nincs is ellentétben a Milankovitch-elmélettel, mert ezek a glaciális kilengések soha sem érték el a Köppen féle küszöbértéket, ártatlan "Alpi" eljegesedések voltak. Természetesen termeltek ezek is Skandináviában jéglepényt, de ennek kiterjedése klímaforradalom előidézéséhez nem volt elegendő.

Amerikától szándékosan nem emlékszem meg, mert ami Európára áll, az érvényes oda is, és ha az eljegesedési görbéje némileg más jelenséggörbét mutat, annak meg van a maga földrajzi oka.

11.

Most áttérhetünk arra a csillagászati aggodalomra, melyet sokan hangostattak a Milankovitch elmélet ellen, főleg a Köppen-Wegener-féle publikáció után, mely a Pilgrim-féle táblázatra van alapítva. Pilgrim a Stockwell amerikai csillagásznak

secular variations

"Memoir on the ~~secular variations~~" /11/ című 1872-ben megjelent művében foglalt állandók és formulák alapján dolgozott, melyeknek epochája 1850. Stockwell a bolygók tömegeit és középtávolságát az 1860. évi tudásunk alapján állította ~~bezd~~ számításba, amelyek mai tudásunk szerint már tényleg sok esetben hibásak. Ezért vette rá Milankovitch a belgrádi csillagda igazgatóját, Miskovitsot /aki Budapes-
ten végezte az egyetemet/, hogy újból vezesse le a Föld változó pályaelemeit a modern bolygótömegek alapulvételével, ami 1927-29-ben meg is történt, s az 1930-ban megjelent Math. Klimalekze már a Miskovits-féle táblázatok segítségével született meg. Hogy a bolygók tömegére vonatkozó ismereteinket áttekinthessük, közöljük a Stockwell, Miskovitch és a Strömgreen-féle tankönyv adatait/reciprok értékek, Nap= 1./

VII. Táblázat.

A főbolygók tömegei.

	Merkur	Vénusz	Föld	Mars
Stockwell	4,865.750	390.000	368.689	2,680.637
Miskovitch	7,500.000	404.000	328.000	3,085.000
Strömgreen	10,000.000	408.000	332.270	3,093.500

	Jupiter	Sturnus	Uranus	Neptunus
Stockwell	1.047	3.501	24.905	18.700

Miskovitch	1047.	3501	22869	19380
Strömgreen	1047	3501	22869	19700

Nem lehet tagadni, hogy a Merkur tömegénél a Stockwell-féle érték, tényleg igen hibásnak látszik. Azonban nem szabad elfelejteni, hogy a merkur keringési ideje 88 nap, s a szinodikus találkozása a földdel is csak 116 nap. Az a hiba tehát, ami ebből keletkezhetik, csak egy 116 ill. 58 napos termulációt jelent, amit tekintettel a Merkur tömegének csekély voltára, bátran elhanyagolhatunk, ha százszor évekkel dolgozunk. A $\Delta \varepsilon$ és $\Delta / e \sin \Pi /$ hullámhegyei és hullámvölgyei is csak egy ilyen 116 ill. 58 napos rithmussal hamisodnak meg föl és le. A háborgatást jelenséggörbén ábrázolva legfeljebb a görbe vonal lesz valamivel vastagabb, de sem periódusa, sem amplitudója nem változik.

A többi bolygónál már távolról sincs ilyen nagy különbség, sőt a legfontosabb Jupiter és Saturnusnál teljes a megegyezés.

Megfontolásra nyújt még okot a Föld tömege, mert ez természetesen sokszorosán érvényesül a saját pályaelemének kiszámításánál. Csakhogy ezzel meg úgy állunk, hogy igen hosszú időre le kellene tenni a tollat, ha azt akar-nánk kivárni, míg a Föld tömegére vonatkozólag teljesen megbízható adatok álljanak rendelkezésünkre. Ez a bizonytalanság ma még 12 %-ig terjed, ami bizony még goromba hiba. Összehasonlításként csatoljuk az 1870. óta használatos értékeket:

VIII. Táblázat:

A Föld tömege viszonyítva a Nap tömegéhez:

I d ő r e n d b e n:

1843.	Leverrier	354 ⁹³⁶	936.
1850.	Stockwell	368 ⁶⁸⁰	680
1891.	Harzer	319 ⁵⁰⁰	500
1904.	Pilgrim	335 ¹⁷²	172
1919.	Bauschinger	329 ³⁵⁰	350
1929.	Spenser, Miskovitch	328 ⁰⁰⁰	000
1933.	Strömgreen	332 ²⁷⁰	270

Csökkenő érték szerint:

1891.	Harzer	319 ⁵⁰⁰	500
1929.	Spenser, Miskovitch	328 ⁰⁰⁰	000
1919.	Bauschinger	329 ³⁵⁰	350
1933.	Strömgreen	332 ²⁷⁰	270
1904.	Pilgrim	335 ¹⁷²	172
1843.	Leverrier	354 ⁹³⁶	936.
1850.	Stockwell	368 ⁶⁸⁰	680

Pilgrim a Stockwell hibás értékét egy aránylag igen jó közepes értékre helyesbítette e azért a táblázata adatai ha nem is tökéletesek, de ma is használhatók. És valami végleges értékre nem várhatunk, mert a Miskovitch 1929.

évi értékét Strömgreen 1933-ban már ismét változtatta. Ha a pliocén végére akarunk áttérni, akkor a Miskovitch táblázatát nem használhatjuk, mert az csak 650.000 évig terjed, s így érthető lesz, hogy ugy a pliocénvégi típusnap-tárt, valamint a $\Delta \varepsilon$ és $\Delta / e \sin \mathcal{J} /$ értékeinek összehasonlítását /IV. és V.VI./a Pilgrim-táblázat alapján szerkesztettük.

De mindezek az összehasonlítások csak azt a tényt bizonyítják, hogy a negyedkorral valami változás állt be a Naprendszerben, ami a háborgatásnak hatását a Földre vonatkozólag megváltoztatta, de a változás okára nem vetnek világosságot. Nehézzé tette ennek a kérdésnek boncolgatását az is, hogy nem tudtuk, melyik évtől fogva számítuk a negyedkor kezdetét. Mi a 600.000 év mellett döntötünk a magunk számára.

Kivülről nézve a negyedkor beköszöntésével a Naprendszerben beállt abnormális változást úgy jellemezhetjük, hogy azt a képzeletbeli lapos skatulyát, amelyet hasonlatképen használtunk, magasabbra kellett volna alakítani, mert nyilván nemcsak a Föld esetében, hanem a többi bolygónál is nagyobb lett az inklinációban való ingadozás, a háborgatás miatt, azoknál is ugyanugy hatott a felszálló csomópontoknak egy körnegyedbe való tömörülése. Erre a csillagászati tankönyvek és szakmunkák nem adnak felvilágosítást. A mi csillagdánk igazgatója, Detre, egyik népszerű művében egyenesen bevallja, hogy annak a különös

ténynek, hogy minden főbolygó felszálló csomópontja egy körnegyedbe tömörül, okát nem tudjuk. Az I. sz. táblázatunk D. rovatából pedig látható, hogy jégkorszak mindig csak akkor keletkezett, ha a felszálló csomópont hossza 45° és 135° között volt.

12.

Ha ennek a negyedkori rendellenességnek fizikai oka főlől akarunk tájékozódást szerzni, akkor legelőször is a precessziót kell kiemelnünk a besugárzási görbe összetevőiből ε -ből és e -ből. Mert a precesszió nem sajátképen való háborgatás, hanem lunisoláris jelenség. Csak a Hold és a Nap okozzák, a háborgató főbolygóknak ebbe alig ezreléknyi beleszóllása van.

Ha Föld alakja mértani gömb volna, nem pedig a sarkaknál behorpadt, az egyenlítőnél kidudorodott forgási ellipszoid, úgy precesszió nem is léteznék, de a háborgatás ugyanúgy folyna.

Az $e \sin \pi$ összetevőnél a precesszió kiemelése nem nehéz, mert $\pi = \tilde{\omega} + \psi'$, ahol $\tilde{\omega}$ az apsisvonal forgását jelenti, ψ' pedig a precesszió. A π periódusát és lefolyását ismerjük a Pilgrim-féle táblából. A ψ' periódusa is ismeretes. Stockwell és Pilgrim szerint 25.694 év, Miskovitch szerint 25.685 év. A 9 év különbség nem számít, e így $\tilde{\omega} = \pi - \psi'$. Vagyis megkaptuk az összetartozó e és $\tilde{\omega}$ jelenséggörbéit.

Egészen más a helyset ε -nál. Ebből a ψ' -t nem lehet egyszerűen kiemelni. ~~# 3/ alatti mellékleten esetöljük~~

Ha ψ jelenség görbáját direkt és retrográd irányban vonal-
kázva felrajzoljuk 25.685 éves periódussal, melléje az ε
jelenség görbáját pontosva és az ε' segédváltozó görbáját
kihuzva, ebből annyit láthatunk, hogy az ε mint az ε'
jelenség görbéi sokszor és hosszú ideig párhuzamosan vagy
közel párhuzamosan szeladnak a ψ görbéjével, de a θ -hoz
tartozó i -nek, vagyis az inclinációnak jelenség görbáját
ebből még nem tudjuk felrajzolni.

Hogy ezt megszerkeszthessük, ahhoz a Lagrange-féle
transzformációkhoz kell folyamodnunk. E szerint a p és q
segédváltozók fogalma:

$$p = tgi \sin \theta$$

$$q = tgi \cos \theta$$

amiből következik, hogy

$$tgi = \sqrt{p^2 + q^2}$$

$$tg\theta = \frac{p}{q}$$

Számunkra még egy kis baj, hogy Stockwell csak 8000 évre
visszafelé számolt, Pilgrim pedig egyáltalán nem közölte,
a p és q segédváltozók táblázatát, s így kénytelenek vagyunk a
Miskovitch féle táblázathoz folyamodni, aki más bolygó-
tömegekkel számolt s így éppen az ε -nél kisebb-nagyobb
eltérések mutatkoznak, Pilgrimmal szemben, akihez nekünk
lehetőleg ragaszkodnunk kell, mert csak az ő táblázata
nyulik bele a pliocénba. Ha tehát az amplitudóknál itt-ott

némi eltérés mutatkozik is, azon nem szabad fönnakadni, mert a földolgot, a kedvezményes körnegyedét a Miskovitch féle táblázat is hiven leadja, mint azt a 6% alatti mellékletből láthatjuk, hol az i és θ jelenséggörbéit közöljük.

Ugyanezen a mellékleten az i és θ görbéit poláris koordináta-rendszer segítségével egyetlen görbévé egyesítettük, hol a θ mutatja az irányt, az i a távolságot az epochális kezdő ponttól. Az i és θ -nak ilyen ábrázolása azért igen tanulságos, mert a poláris jelenséggörbén, mely könnyebb áttekinthetőség végett I-VIII. ábrában van lerajzolva, azonnal észre lehet venni, hogy sem a kedvezményes sem a megvetett körnegyedben magán a megtett úton semmiféle rendellenesség nincsen, hanem csakis az epochális kezdőpont helye abnormalis, nem áll a nagyjából köralakú görbének középpontjában. A θ -nak azok a feltűnő szakaszai, melyek mint "direkt" irányú szakaszok a kedvezményes körnegyedét "létrehozzák" s valójában nem is voltak direkt irányúak, mert az I. ábrán az i értékének nem az XO hossz, hanem az 566-0 hossz felel meg, éppen úgy a II. ábrán az i értéke nem a YO, hanem a 458-0 hosszának felel meg, s ugyanúgy érvényes ez a megállapítás a IV., V. és VIII. ábrára vonatkozólag is.

Az i és θ egyesített jelenséggörbéjét úgy is foghatjuk fel, mint az ekliptika sarkának a háborgatások folytán megtett útját, ahol a presszió mint külön jelenség szerepel.

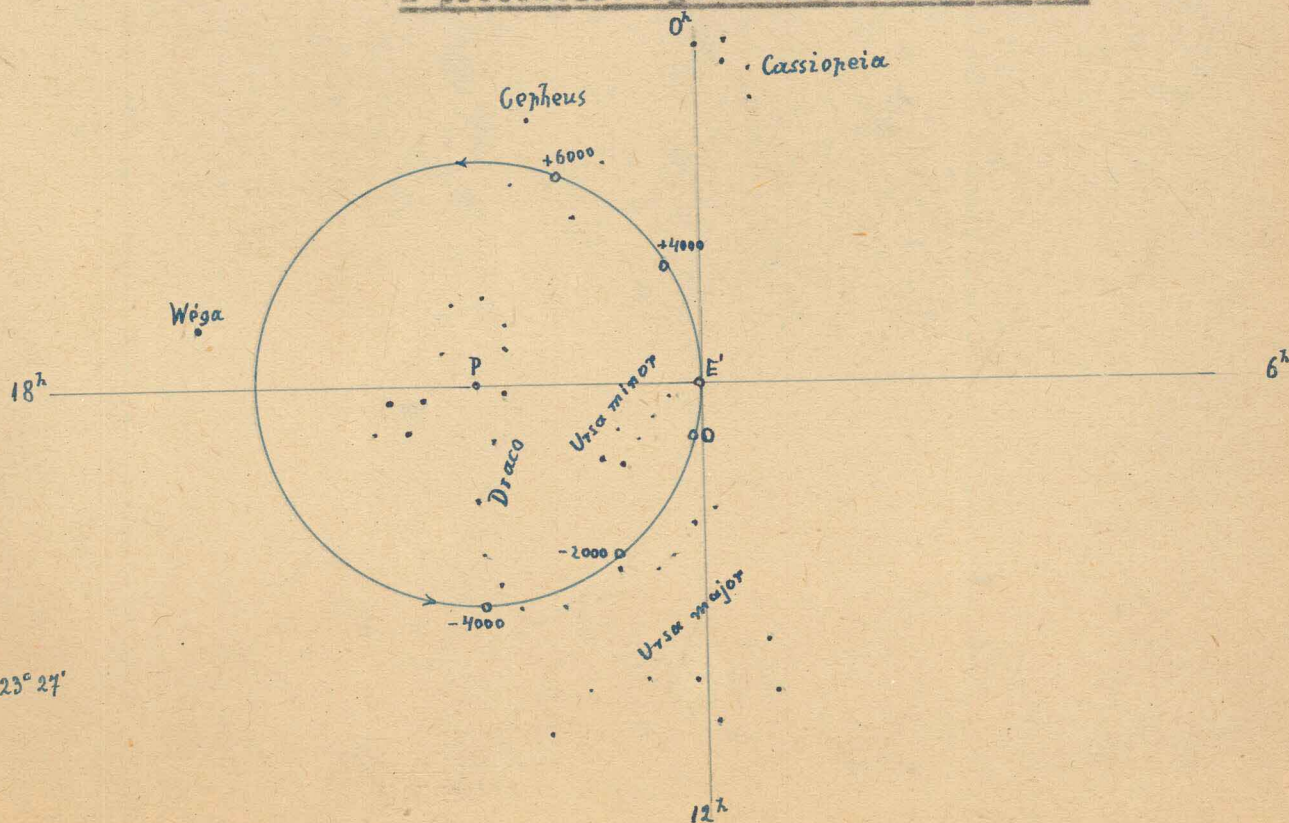
A tavaszpont a precesszió folytán az éggömb legnagyobb körén, az állatövön 25.685 év alatt hátráló irányban ír le egy kört, mely alulról nézve direkt irányúnak látszik. Ennek a legnagyobb körnek a sarka az éggömbön a Sárkány csillagképben fekszik, $29^{\circ}27'$ -re az Északi saroktól 18^h hosszúság irányában /körülbelül a Wéga-felé a Sárkány nagy kanyarulatában./

Ennek ábrázolására célszerű azt a gömbsüveget választani, melynek sarka az ekliptika pólusa s amelynek sugara $23^{\circ}27'$. Ezt a felületet nagyobb torzítás nélkül le lehet vetíteni a saját talpsíkjára.

Az Északi sarok a precesszió folytán éppen ennek a gömbsüvegnek alapkörén fog végigszaladni, mint azt az alábbi 5. ábra mutatja.

5. ábra.

A precesszió égi térképen ábrázolva.



Az Északi sarok helye ezen a térképen a -4000, -2000, 0, + 4000 és + 6000 évre be van rajzolva. Ennek a körnek sugara ma $23^{\circ}27'$, átlagos értéke $23^{\circ}17'$, s a háborgatás folytán a negyedkor 600.000 éve alatt elért szélső értékei $24^{\circ}36'$ illetve $21^{\circ}38'$, a középértékhez képest $\pm 1^{\circ}19'$. Ha erről a körről a sugár mindenkor hosszát abban az irányban lemérjük, amerre a precesszió és magának a csomópontnak mozgása előírják, megkapjuk az ekliptika pólusának helyét a keresett időpontra.

A fenti ábrán az ekliptika pólusát jelző P. pont körül néhány foknyi eltéréssel az ekliptika pólusa 600.000 év alatt $8\frac{1}{2}$ teljes fordulatot végzett mint azt a 6% alatti grafikon mutatja.

Tekintettel arra, hogy az inklináció és θ ingadozását feltüntető táblázat nem közkeletű, azt itt leadjuk.

IX. táblázat.

Az i és θ . értékei Miskovitch szerint: /t= 1000 év./

-t	i.	θ .	-t	i.	θ .
5	0° 38' 21"	10° 30' 22"	205	0° 55' 09"	218° 02' 53"
10	1 20 32	20 8 21	210	0 48 34	273 34 58
15	2 01 42	31 49 40	215	1 08 39	328 17 49
20	2 39 36	44 05 29	220	1 41 26	352 11 41
25	3 12 03	56 37 34	225	2 15 57	13 42 04
30	3 37 01	69 18 49	230	2 47 13	31 42 03
35	3 52 48	82 03 58	235	3 12 11	47 57 49
40	3 58 08	94 47 41	240	3 28 42	63 11 52
45	3 52 19	107 22 59	245	3 35 18	77 41 44
50	3 35 21	119 38 52	250	3 37 16	91 32 21
55	3 07 58	131 15 22	255	3 16 36	104 39 19
60	2 32 43	141 29 14	260	2 52 07	116 45 51

IX. táblázat folytatása

-t	i	o	-t	i	o
65	1 49 13	148 23 43	265	2 19 21	127 09 13
70	1 05 55	144 49 22	270	1 40 56	133 49 91
75	0 42 18	105 35 44	275	1 02 10	129 40 22
80	1 08 38	69 49 14	280	0 41 38	92 31 07
85	1 51 15	67 37 19	285	1 04 39	58 10 18
90	2 31 59	44 51 02	290	1 43 13	54 49 08
95	3 06 03	85 07 53	295	2 20 58	60 55 05
100	3 31 16	96 41 34	300	2 53 11	70 04 04
105	3 46 27	108 52 34	305	3 18 34	80 25 24
110	3 51 13	121 23 18	310	3 35 00	91 17 33
115	3 46 52	134 05 25	315	3 43 03	102 21 46
120	3 31 13	146 55 34	320	3 42 27	113 28 27
125	3 08 31	159 54 26	325	3 33 35	124 32 07
130	2 39 20	173 07 45	330	3 17 05	135 28 36
135	2 05 27	186 51 11	335	2 53 49	146 12 54
140	1 28 45	201 48 29	340	2 24 46	156 35 07
145	0 51 23	220 46 47	345	1 51 09	166 10 07
150	0 13 15	267 09 15	350	1 14 26	173 36 23
155	0 27 27	19 19 16	355	0 37 06	171 50 57
160	0 57 38	48 07 24	360	0 17 49	98 47 31
165	1 24 22	65 18 50	365	0 47 59	62 57 52
170	1 45 26	80 15 59	370	1 22 03	66 58 11
175	1 59 42	94 41 19	375	1 51 57	46 37 30
180	2 06 22	109 13 58	380	2 15 28	88 11 16
185	2 05 00	124 21 34	385	2 31 01	100 46 35
190	1 55 38	140 39 09	390	2 37 33	114 07 19
195	1 38 57	159 11 59	395	2 34 30	128 11 37
200	1 16 58	182 37 36	400	2 21 56	143 09 07

IX. táblázat folytatása:

-t	i	o
405	2 ⁰⁰ 40 ⁰⁰	159 ²⁹ 68 ⁰⁰
410	1 32 21	148 33 51
415	1 00 21	154 55 05
420	0 35 23	270 09 46
425	0 45 55	331 06 27
430	1 18 26	6 57 02
435	1 51 51	28 44 24
440	2 20 27	46 10 29
445	2 41 36	61 42 15
450	2 53 49	76 07 40
455	2 56 22	89 42 31
460	2 49 14	102 28 28
465	2 33 07	114 15 17
470	2 09 21	137 34 24
475	1 39 55	132 13 04
480	1 08 02	133 32 41
485	0 41 27	115 42 19
490	0 42 02	72 10 27

IX. táblázat folytatása.

-t	i	θ
495	1 08 31	55 02 32
500	1 39 35	55 39 02
505	2 08 29	61 46 24
510	2 32 54	69 57 56
515	2 51 40	79 04 24
520	3 04 00	88 37 25
525	3 09 25	98 23 09
530	3 07 38	108 12 42
535	2 58 29	117 57 08
540	2 42 09	127 22 47
545	2 19 09	136 03 03
550	1 50 32	142 56 35
555	1 18 28	145 11 07
560	0 48 55	132 51 58
565	0 42 12	91 39 13
570	1 07 40	68 39 21
575	1 41 36	68 03 23
580	2 13 41	74 50 00
585	2 40 04	84 28 00
590	2 58 27	95 27 03
595	3 07 25	107 08 18
600	3 06 12	119 10 12

Amit ebből a táblázatból nehezebb kivenni, pusztá szemmel kivehetjük a 6% alatti mellékletünkben. Ugy az i, mint a θ. jelenséggörbéin belül nagy darab egyenesek vannak, ami arra vall, hogy aháborgató erőn való első osztózódásnál az ekliptika síkjára merőlegesen ható összetevőn az i és θ között újabb osztózódás következett be s ennél a második osztózódásnál hol az i-re, hol az θ-ra semmi sem jutott, mert csak az olyan test mozog egyenletes sebességgel, amire semmi erő sem hat, hanem csupán saját tehetetlenségénél fogva mozog. Különösen a csomóvonal forgásánál feltehető, hogy a kedvezményes körnegyeden belül néha 40-50000

éven át egyenletesen forgott, mint egy jó óramutató. A csomóvonal azonban olyan óramutató, melynek tömege nincsen, egy eszmei egyenes a Nap és felszálló csomópont között. Ez a jelenség tehát csak úgy érthető, ha a Földet saját pályája mentén elszórva képzeljük el, s a Föld tömegének tehetetlensége fordítja el a csomóvonalat.

A Θ rövidebb egyenes utszakasza 10-15000 éven át "direkt" irányban mindig akkor álltak be, mikor a tgi a hullámvölgyével kulminált, s a háborgató erőt ugyeszlván egészen maga számára foglalta el. A Θ hosszabb egyenes utszakasza pedig mindig akkor következtek be, ha a tgi felső kulminációt foglalták le a háborgató erőt.

De azt is láthatjuk a 6y. alapján, hogy azok a ritka esetek, mikor Θ a megvetett körnegyedét felkereste / - 420.000. - 210.000 és - 150.000 év/ az i mindig igen kicsiny volt, ami nyilván pliocénkori reminiscencia. Ilyenkor a Θ jelenséggörbéje felvette az érintőnial alakját, minthogy fogalmából kifolyólag $t_{gi} = \frac{p}{q}$ jelenség görbéjének állandóan ilyen alaknak kellett volna lennie. Az abnormalitás jele, hogy nyolc eset közül ötször megcsufolta Θ saját mivoltát.

13.

Az abnormalitás jellemzésére szolgáljanak a következő statisztikai táblázatok is.

A 6y. mellékleten a Θ jelenséggörbéje a descarteskoordináta-rendszerben csak 3 1/4 teljes körfordulatot mutat.

Fretográd irányban

míg a poláris koordináta-rendszerben $8 \frac{1}{2}$ körfordulata volt. Ennek a látszólagos ellentmondásnak elsimitására szolgáljon a következő táblázat:

X. tábla.

Ezer év től ig	Az Θ retrográd szakai a kedvezményes negyedben	tartama ezer év
-600 -572	retrográd szakasz	28
509 496	" "	13
442 370	" "	72
298 288	" "	10
237 83	" "	154
27 0	" "	27
600.000 év ebből retrográd		304.000 év.

X. tábla./folytatás/

Ezer év től ig	A látszólagos direkt szakaszok és azok kiegészítése teljes körre	tartama ezer év
-572 -553	1. direkt szakasz	19
553 509	annak kiegészítése	44 63
496 477	"	19
477 442	"	35 54
370 352	"	18 72
352 298	"	54
288 272	"	16 51
272 237	"	35
87 67	"	16 56
67 27	"	40

Összesen látszólag direkt és annak kiegészítése 296 000 év

Ha ezt a X. táblát átszámítjuk szögfokra, úgy a következő XI. táblát kapjuk, amelyből látható, hogy a negyedkor alatt a csomópont összesen 2999° fordulatot tett meg, melyből 1199° esett a kedvezményes körnegyedben retrográd irányban, és 1800° a látszólagos direkt szakaszra és azoknak teljes körré való kiegyenesítésére esett.

XI. tábla.

Ezer év től ig	A.O. kedv. körnegyedei	szög- fok	szögfok től ig	l. direkt szakaszok és azok kiegyesíté- se.	szög-
-600 572	119° - 66°	53°			
572 509			66° - 66°	teljes kör	360°
509 496	66 52	14	52 - 52	" "	360
496 442					
442 370	52 66	346	66 - 66	" "	360
370 298					
298 288	66 54	12	54 - 54	" "	360
288 237					
237 83	54 66	708	66 - 66		360
83 27					
27 0	66 360	66			
600.000 év		1199°		öt teljes kör	1800°
	átmozet:	1800°			
	összesen:	2999°			

Továbbá, ha ezt a XII. táblát úgy átalakítjuk, hogy abból kivehessük, hogy a négy körnegyed külön-külön mennyi ideig volt a felszálló csomópont által megszállva és hol feküdt a csomópont a 9 jégkorszak kulminációs időpontjában, úgy a következő képet nyerjük:

XII. táblázat.

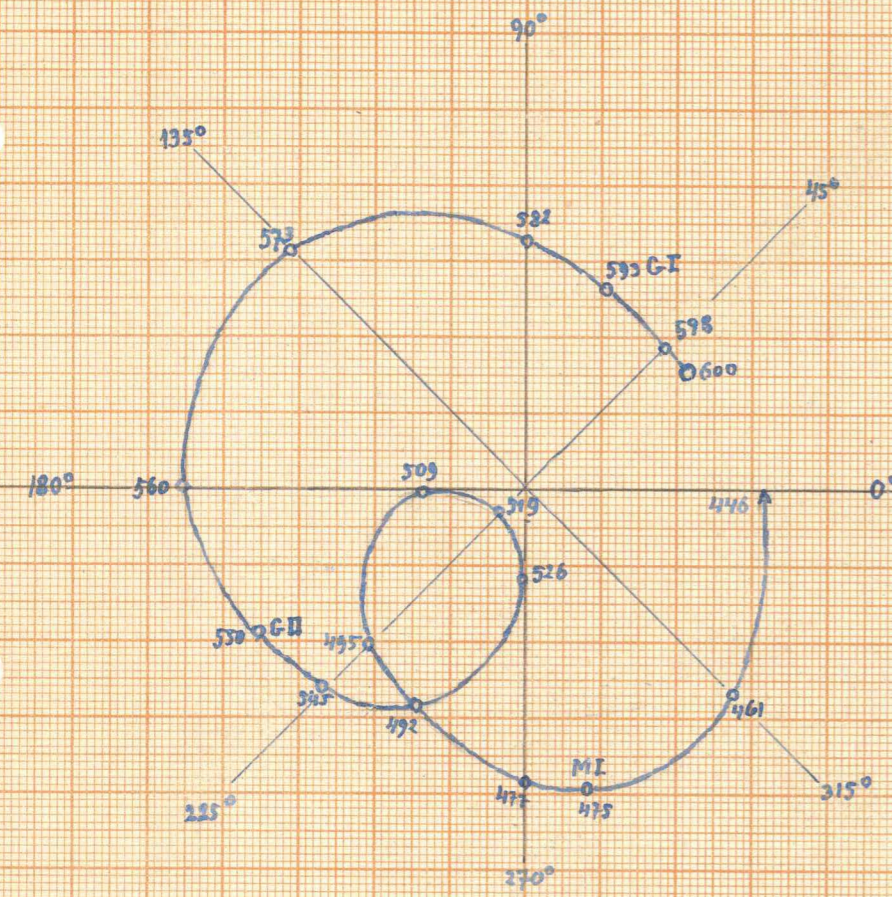
A 0 év- ezredei től ig	I. II. III. IV.				A felszálló	A kedvezményes		
	kedv. körne- gyed 45°	közöm- bős kör- negyed 135°	negve- tett k.n. 225°	közöm- bős k. 315°	csomópont hossza az kulminációjkor	ezer év	45°	90°
560 560	40				GURZ I.	595	90	
560 543		17			" II.	543		135
543 439	104				Mindel I.	477		135
439 424				15	" IQ.	439	45	
424 417			7					
417 397		20						
397 347	50							
347 336		11						
336 234	102				Riss I.	234	45	
234 214				20				
214 206			8		Riss II.	188		135
206 188		18						
188 159	29							
159 152				7				
152 146			6					
146 116		30						
116 72	44				Wirm I.	116		135
72 57		15			" II.	71		135
57 22	35				" III.	25	45	
22 0				22				

600.000 év = 404 + 111 + 21 + 64

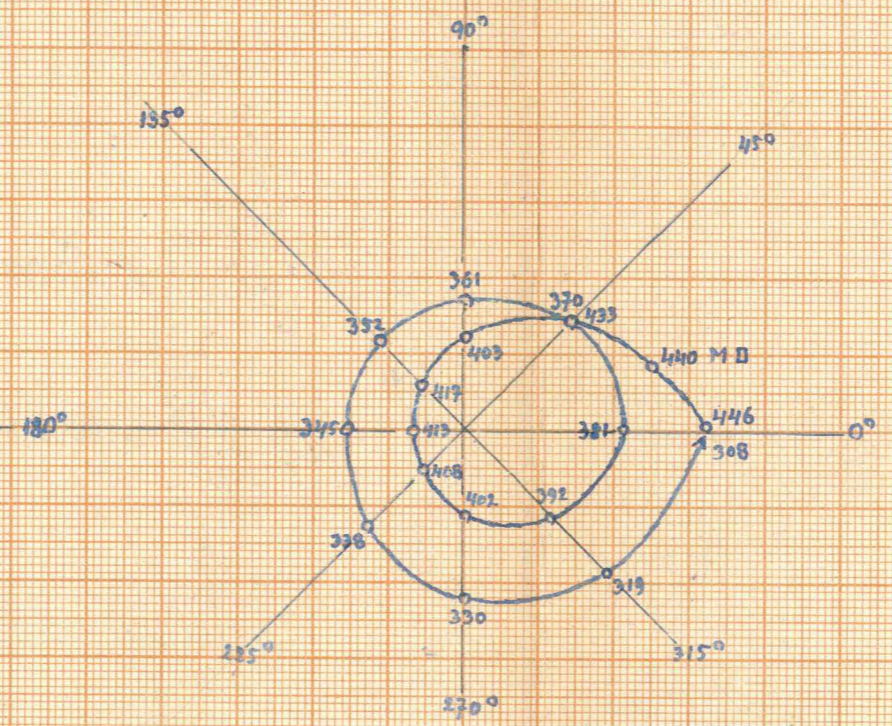
9 = 3 + 1 + 5

A Földpálya excentricitása és a perihélium iránya az utolsó 600000 év m

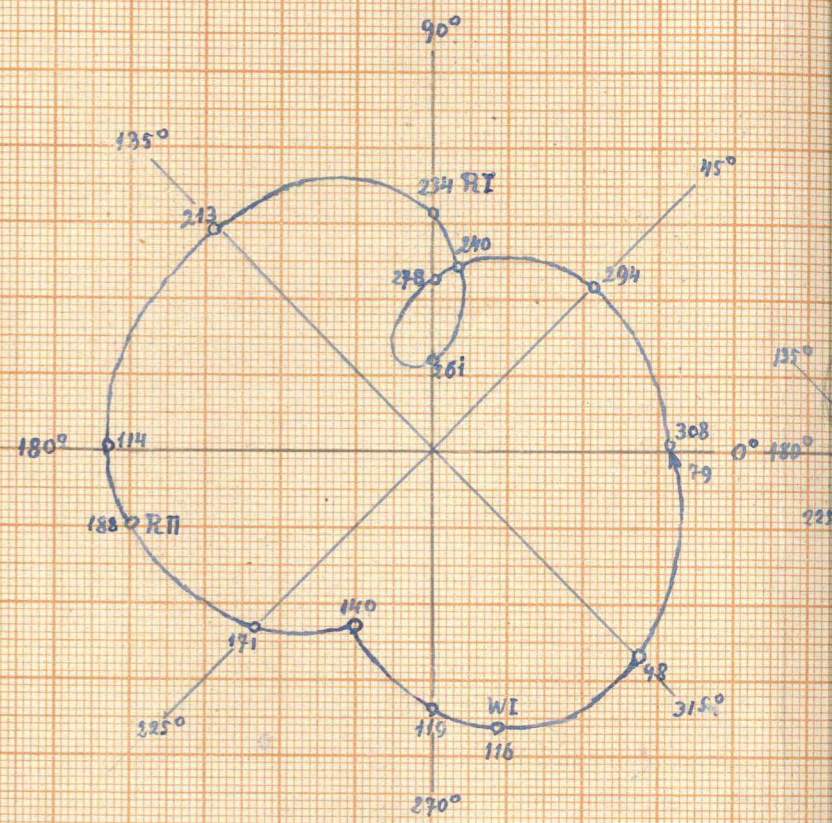
I.
600 - 446
154 ezer év



II.
446 - 308
138 ezer év



III.
308 - 79
229 ezer év



Összesítés

- I. 154 000 év
- II. 138 000 "
- III. 229 000 "
- IV. 79 000 "
- 600 000 év

5. ábra, kék körben
p. ábra

Hogy ez az abnormalitás még élesebben kidomborodjék, az 7% alatti mellékleten bemutatjuk az e és $\tilde{\omega}$ jelenséggörbéit, ahol nincs kedvezményes körnegyed.

14.

Annak magyarázatához, hogy miért keletkezett a negyedkor beálltával a most tárgyalt rendellenesség a Naprendszeren belül, a p és q Lagrange féle segédváltozók felé kell figyelmünket fordítani:

Fogalmunk szerint:

$$p = tgi \sin \theta$$

$$q = tgi \cos \theta$$

amiből következik, hogy

$$tgi = \sqrt{p^2 + q^2}$$

$$tg\theta = \frac{p}{q}$$

A 6% alatti poláris rendszerben ábrázolt görbéhez a p-hoz tartozik a 180°-360°-os tengely, mely alá a p mindössze 3-szor került a -420.000, -210.000 és -150000 nevezetes időtájakban, és akkor is mindösszesen 42.000 év tartamára. Ez tette lehetővé a θ számára, hogy összesen 21.000 évre meglátogathatta a megvetett körnegyedet. A p segédváltozónak ebből az aszimmetrikus fekvéséből keletkezett a negyedkor abnormalis klimája.

A q segédváltozóhoz tartozik a 6%-ábra 90°-270°-os időtengelye, s mivel a q a p-nek első derivátuma, annál nem jut kifejezésre ma az abnormalitás, a q jelenséggörbéje elég részarányosan fekszik az időtengelyhez képest a jégkorszakokban is.

F. J. J. J.

Mint hogy a p és q-nak ~~akk~~ igen hosszú periódusa van, mind-
enek előtt az a benyomásunk keletkezik, hogy a kedvezmé-
nyes körnegyed még geológiai értelemben is hosszú életű
lesz. Annak lehetősége, hogy időnként a geológiai jövőben
még további jégkorszakok fognak következni, még sokáig
fennmarad. Mi sem volna tévesebb felfogás, mint azt gon-
dolni, hogy a Würm III-al vége szakadt a negyedkornak.
A háborgató erőn való első osztzkodásnál még igen sokáig
a $\Delta \varepsilon$ lesz előnyben a $\Delta(e \sin \eta)$ -vel szemben.

Attól azonban nem kell tartani, hogy a közeljövőben,
mondjuk 100.000 éven belül, újabb jégkorszak keletkezik,
mert a saját felszálló csomópontunk, a tavaszpont máris
45°-al kiszabadult a kedvezményes körnegyedből, s mint hogy
a periódusa 750.000 év körül van, még sokáig fog tartani,
míg a megvetett körnegyeden keresztül hátulról a 135°-nál
eléri a kedvezményes körnegyedet. Az az interglaciális,
amelynek elején mi élünk, egy hosszú interglaciális lesz,
és pedig beljég hatás mentes interglaciális, hol az egymást
váltogató típusok mind érvényesülni fognak. Ami glaciális
még itt előfordul, az nálunk a periglaciális övön kellemes
éghajlat lesz, hűvös nyarakkal, enyhe telekkel, rendszeres
csapadékmennyiséggel.

15.

Az abnormalitás élettartamára bizonyos megközelítéssel
becslést adhatunk le, amiből a normális idők nagyság-
rendben való hosszára is következtetést lehet vonni.
Vegyük először a p segédváltozó összetételét vizsgálat
alá:

A háborgatási elmélet szerint:

$p = p_0 + p_1 + p_2 + \dots + p_6$ vagyis 7 összetevőből áll,
ahol bármelyik tag

$$p_n = \text{tgi}_n \sin \theta_n = N_n \sin /g_n^t + \beta_n /$$

Az N , g és β állandókról közöljük Milankovitch táblázatát.

XIII. táblázat.

A háborgatási állandókról.

az e összetevője		$\tilde{\omega}$ értéke egy évre	fázisa 1800.0-ra β
N_0	0.000 441	g_0 2° 27 076	β_0 124° 52' 29''
N_1	0.016 279	g_1 3 66 746	β_1 27 50 50
N_2	0.002 343	g_2 22 35 486	β_2 126 54 33
N_3	0.0005 122	g_3 5 44 801	β_3 86 03 55
N_4	- 0.014 090	g_4 7 34 618	β_4 19 47 01
N_5	0.010 565	g_5 17 31 308	β_5 331 55 49
N_6	- 0.015 016	g_6 17 98 361	β_6 314 58 20
e max.	0.063 865	együtt 76° 38 392	

a tgi összetevője		g értéke egy évre		A g fázisa 1800.0-ra	
N_0	0.027 660	g_0	- 0'' 00 000	β'_0	103° 22' 53''
N_1	0.001 722	g_1	- 2 46 388	β'_1	126 33 08
N_2	0.002 785	g_2	-25 81 905	β'_2	126 05 50
N_3	0.010 501	g_3	- 5 11 444	β'_3	20 12 15
N_4	0.006 397	g_4	- 6 64 128	β'_4	301 29 56
N_5	0.004 367	g_5	-17 61 019	β'_5	295 33 59
N_6	0.024 595	g_6	-18 73 458	β'_6	73 59 16
tgi max. 0.078 027		együtt		76° 38 342	

Mint a táblázatból is látható az

N_n a tgi-nak részletértéke,

g_n a csomóvonal elfordulásának egy évi részlete, azért n kell azt az évek számával t -vel szorozni.

β'_n pedig a g_n -nek fázisát jelenti az 1800.0 évi epochális időpontra vonatkozólag, vagy úgy is mondhatjuk, hogy ez a β'_n azt határozza meg, hogy a 7 alkotó sinus-görbét illetve azok koordinátáit milyen fázissal kell egymás alá rajzolni és összeadni.

Ha most a XIII. táblázatot végig vizsgáljuk, fel tűnik, hogy g_0 állandó értéke a másodperc törtrészét tízedesekben fejezve ki, a ötödik tízedesig zérus. A g_0 értéke tehát nem fog változni, akármilyen nagy értéket adunk is a t -nak. Ez az érték független marad az időtől, ami ellentétben áll a saját fogalmával /egy évi elfordulás/.

Ezt a bajt még növeli, hogy a hozzátartozó $\beta'_0 =$

103° 22' 55''.

aminek sinusa megközelíti az egységet, annyi mint 0.98762. A hozzátartozó N_0° érték pedig a legnagyobb a saját rovatában 0.027660. Háromféle mennyiség fatális találkozása!

Az $N_0^\circ \sin /g_0^\circ t + \beta_0'/$ tehát az időtől függetlenül mindig $0.027660 \times 0.98762 \approx 0.027317$ marad. A p_0 jelenség-görbéje az időtengely felett azzal párhuzamosan 0.027317 magasságban szaladó egyenes lesz.

A többi összetevőnek $p_1 \dots p_6$ -nak jelenség-görbéi sin-görbék 50.000-500.000 évi periódusokkal. Összegük és sinoida, mely/élég hosszú időt néve, részarányosan fekszik az időtengelyben képest. Ha most ehhez a 6 összetevőből alkotott részletösszeghez hozzáadjuk a 7-ik összetevőt p_7 -t akkor a 6 összetevőből alkotott sinoida, anélkül, hogy alakját változtatná, az időtengelyhez képest 0.027317 magasságba emelkedik s a p jelenség görbéje a tengelyhez képest aszimmetrikus helyzetbe kerül s ez hozza létre a negyedkor abnormalitását.

De hogyan van akkor, hogy a pliocénvégi 400.000 év alatt nem tapasztalhattunk abnormalitást ?

Est nem lehet másképen megmagyarázni, mint azzal, hogy a $g_0^\circ = 0.000000$ érték-megállapítás hamis, ellentmond a saját fogalmának. Lehet, hogy több tizedesre számítva s ezt a helyes értéket elég nagy -t értékkel szorozva, már szimmetrikus helyzetbe kerülne a $\sin /g_0^\circ t + \beta_0'/$ jelenség-görbéje, természetesen igen hosszú periódussal.

És ugyancsak csökkentené az abnormalitást, ha a β_0' értéke egy más epochára vonatkozólag, más lenne, nem állna olyan közel 90° -hoz, s a sinusa kisebb lenne.

Mindenesetre különös az, hogy a XIII. táblázat szerint a $\sum_{\epsilon} g$ és $\sum_{\epsilon} g'$ nem egyenlő az előjeltől eltekintve, mert hisz a perihelium pontját a tavaszponttól mérjük, ami maga is fel szálló csomópont. A XIII. tábla szerint

$$\sum_{\epsilon} g = 76.38.392$$

$$\sum_{\epsilon} g' = -76.38.342$$

a különbség: - 0.00050.

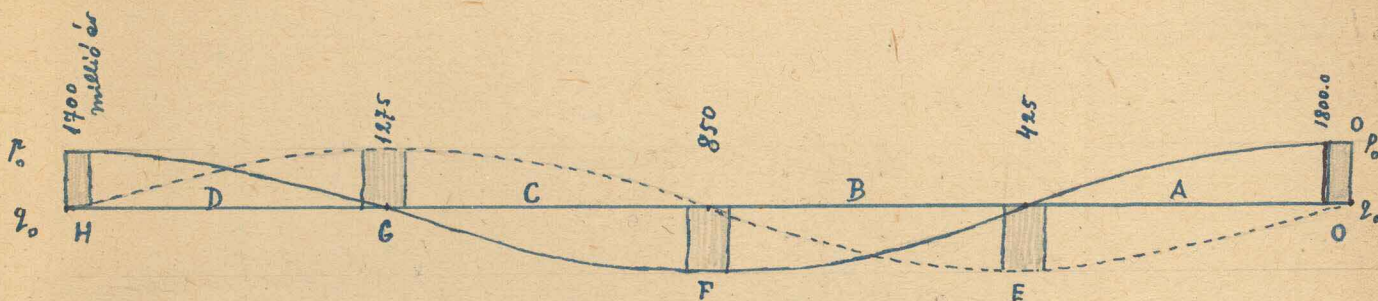
Közelfekvő lenne, hogy a g_0 értékéül 0.00000 helyett - 0.00050-et vegyünk fel. Ez azonban olyan hosszú periódust adna /2595 millió évet/, mi nem volna összhangba hozható azokkal a geológiai megfigyelésekkel, melyeket ősrégi geológiai koru végnorénákban lelt radioaktív ásványok félideje alapján állapítottak meg.

Azonban az sem lehetetlen, hogy a 0.00050 hiba két más hibának az egyenlege, s már sokkal jobb csatlakozást nyernék a radioaktív ásványoknak félidejére alapított geológiai kormeghatározásokhoz, ha a minket érdeklő hiba részletét 0.00076-ra vennék fel.

A p_0 periódusa ilyen számítás szerint 1700 millió év lenne, mely teljes periódus a p_0 és q_0 hullámhegyeinek és hullámvölgyeinek hatása alatt négy egyforma hosszú $\frac{1}{4}$ 4.250.000 éves időszakra tagozódnék, mint azt a következő ábra mutatja.

6. ábra.

A p és q. összetevők jelenséggörbéi.
1700 millió éves periódussal.



Ezen az ábrán a negyedkor hossza 1 mm. volna, ott, ahol 1800.0 van beírva. Az O, E, F, G, H. időtájakban kulminált a két görbe valamelyike, s ott a fekvésük az időtengelyhez képest részaránytalaná vált. Ez okozta a θ látszólagos direkt periódusait s az i értékének megnövekedését. Így jött létre a kedvezményes körnegyed az állatövív hol egyik, hol másik részén, ahol a főbolygók fölszálló csomópontjai összetömörültek, minek folytán azután a glaciális interferenciák a másik összetevővel a Köppen-féle küszöböt megütötték és a periglaciális övön klímafurdalmakat, röviden jégkorszakokat okoztak.

Ezek a O, E, F, G, H. időtájak periódusai sokkal rövidebbek mint az A, B, C, D. periódusok, mely utóbbiak a normális időszakok tartamát szabták meg. Ha helyes a $G_0 = 0.000076$ feltevés, akkor a normális időszakok

hossza 400 millió év, s az abnormalis időszakok hossza 25 millió évet tenne ki.

Milankovitch az ő teljes tagolását a negyedkor abnormalis időszakára számította ki, ebből tehát olyan normális időszakokra, mint a mi 6. ábránkon az A-val jelölt szakasz volt, ami magában foglalná a geológiai permet, középkort és harmadkort, együttvéve 400 millió évet, nem lehet az eljegesedések dolgában semmiféle következtetést levonni. Keletkeztek ilyen normális időkben is glaciális interferenciák, alacsonyabb földrajzi szélességben, pl. az Alpokban eljegesedésükkel éppen olyan morénákat, terraszokat hoztak létre, de klimarevolúciót okozó multtal együtt elveszték szemünk előtt. Maradtak az Ottbeureni, Staufenbergi, Dunai-triplett s ezeknél régebbi nyomok is. Eberl levélbeli értesítése szerint talált a Svábföldön olyan morénákat is, amelyek korát a geológusok egy része pliocénelejének, más része miocénkorúnak becsülte. A magasabb földrajzi szélességeken visszahagyott nyomaikat a negyedkori jégkorszakok gleccserei a felismerhetetlenségig lekészörülték.

Normális időkben az e és ω került fölénybe a hűborgatási erőn való első osztozkodásnál az i és θ -val szemben, de ezeknek segédváltozóinál, a k és l -nél nincsenek a XIII. táblában olyan veszedelmes összetevők, mint a g_0^1 . Az e és ω -hoz tartozó állandók sorában $N_0 = 0.000441$ alacsony érték, de a hozzátartozó $g_0 = 2^{\circ}27'076$, így már lehet a β_0 bármilyen értékű, ebből már abnormalitás nem származhatik.

Jégkorszakokat nem kellett létrehozni. Szóval nyitjuk a kávé!

A 6. ábrával illusztrált hipotézis csak nagyságrendben való igazolásra számíthat, s így elég jól vág az ausztráliai prae-Kambrium morénák radioaktív kőzetanyaga alapján számított 1500-1700 millió éves kormeghatározásokkal, nem kevésbé a délafrikai karbonperm mesgyéről származó radioaktív féldős kormeghatározásokkal. Az pedig senkit se ~~xixxxxxxxxx~~ riasszon vissza, hogy a fenti ábrán F-nél 850. és G-nél 1270 millió év tájánál mutatkozó abnormalis időkből eddig még semmi efféle radioaktív féldős kormeghatározásunk nincsen, mert ennek oka az lesz, hogy akkor a földrajzi adottságok hiányoztak. Ha a periglaciális öv helyén körös-körül mély tenger van, mint ma a déli féltekén, akkor onnét jégkorszaki emlékeket ne is várjunk. Milankovitch egyenesen azzal kezdi a Math. Klimalektüre 42 §-át, hogy jégkorszak csak akkor keletkezhetik, ha az interferentián kívül a földrajzi adottságok is megvannak.

16.

Kérdés tárgyává kell még tennünk, hogy szabad-e vizsgálatainkkal egyáltalában ilyen távoli múltba elkalandozni? De ennek a kérdésnek felvetésénél ne feledjük el, hogy mi csak azt a tapasztalati tényt akarjuk extrapolálni, hogy úgy mint ma, kedvezményes környed létezett-e máskor is, illetve normális állapot, mint azt a pliocén végén tapasztalhattuk, létezett-e korábban is, és milyen tartós volt? A fárol lehullott almával észlelhető tömegvonzást is ki lehetett terjeszteni mindjárt a Holdra.

hát nekünk is ez irányban kell tapogatódnunk. S ezt megtehetjük, mert a csillagászati táblázatoknak a múltba való meghosszabbítása megadja a módját, hogy elgondolásnak helyes vagy téves voltát kiszámítással ellenőrizhessük.

Jeffreys amerikai geológus már régóta sürgeti a csillagászokat, /Natur. Vol. 130-1932./ hogy a Föld pályaelemeinek változásait Stockwell állandóinak segítségével 10.000.000 évre a múltba számítsák ki. S ha a modern állandókat jobbnak itélik, számítsanak ilyen alapon. A hibás állandókból előálló torzulás sokszor automatikusan elsimul, ha interferenciákról van szó, mint a mi esetünkben. A ΔE amplitudói dolgában a Pilgrim és Miskovitch számításai között is elég nagy eltérő eredmények akadnak, de nem nőnek az idővel arányosan, s már a típusok sorrendjében semmiféle különbség nincs a kétféle alapon számított típusnaptárak között. Tartam és amplitudó dolgában vannak eltérések, de azok elviselhetők.

A Föld pályaelemeinek kiszámítását 10.000.000 évre a múltba és a jövőbe mindenképen meg kellene közközzé tenni, ami által 20.000.000 éves talajt éreznénk lábaink alatt, s bátrabban beszélhetnénk. Ha kiderülne, hogy a múltba számítva 10.000.000 évig ugyanugy nem voltak sikerült jégkorszakok, mint a pliocén végén, tapasztaltuk, a jövő 10.000.000 éve pedig egyre-másra hozná a jól sikerült glaciális interferenciákat, akkor azt hiszem, már senki sem riadna vissza attól, hogy a

Milankovitch elméletből levont következtetéseket az egész geológiai középkorra és harmadkorra is kiterjesszük.

Ha pedig mást mutatna a — 10.000.000 évre való kiszámítás, akkor is megérné a fáradságot, mert legalább biztosan tudnánk, hogy más irányban kell az új probléma megoldását keresnünk.

A nagy oszillogászati intézetek ma már elektro-magnetikus számoló gépekkel rendelkeznek, amellyekkel talán néhány hét alatt el lehetne végezni a kész képletek alapján a numerikus számításokat, amivel logaritmuskönyvvel évtizedekig sem készülnénk el. A bolygók tömegeinek ismereténél mutatkozó bizonytalanság nem lehet "kibuvóz" ilyen számítás halogatására, mert azokat a tömegeket újabb és újabb módszerekkel még száz év múlva is helyesbíteni fogják. Ha szabad az asztrofizikában 10.000.000 fényévekkel is számolni, akkor a pályaelemeink táblázatát is ki lehet számolni 10.000.000 évre különös veszély nélkül.

Tárgymutató.

1. A Milankovitch elmélet alapjai. Penck, Pilgrim, Eberl. Köppen. A teljes tagolás.
2. Milankovitch alapképlete. A 15 ϵ hullám völgy kapcsolata a jégkorszakokkal. I. táblázat.
3. A klimatikusok bevezetése. II. táblázat. Tipusnaptár. Eljegesedés.
4. A Pilgrim tábla pliocénvégi 400.000 éve III. táblázat és a pliocénvégi tipusnaptár. IV. táblázat.
5. Összehasonlítás a pliocénvégi 400.000 év és a negyedkori 600.000 év közt.
6. A különbség a pliocénvégi 400.000 év és a negyedkori 600.000 év között.
7. Miskovitch kérdése, hogy megváltozhatik-e a Naprendszer a háborgatások következtében, és arra válasz.
8. A Köppen-féle küszöbérték. 1-3. ábra.
9. A negyedkori abnormalitás. ~~1/2/3~~ 4/ ábra az inklinációról.
10. Szembeszökő különbség a pliocénvége és a negyedkor között. ~~7. táblázattal ábrázolva V. és VI. táblák~~
11. Csillagászati aggályok Stockwell és Pilgrim ellen. VII. tábla a főbolygók tömegeiről és VIII. táblázat a Föld tömegéről.
12. A precessio kiemelése, ~~8/~~ a precessió hatása a ϵ -ra, ^{6/11} az i és θ jelenség görbéi. 5. ábra a precessio égi térképen. IX. tábla i és θ Miskovitch szerint.
13. Az abnormalitás statisztikai adatai X. tábla a kedvezményes körnegyed. XI. Ugyanaz szögfokokkal adva. XII. mind a 4 körnegyed megszállása θ által. ~~7/~~ Az e és ω jelenség görbéi.
14. A p és q segédváltozók. A p abnormalitása mint ok.
15. Az abnormalitás időtartama. XIII. tábla. A háborgatási állandók. 8. ábra. A p_0 periódusa.
16. Jeffreys követelése a Stockwell tabellák meghosszabbítására nézve, hogy eredményeinket extrapolálhassuk.

Forrásmunkák.

1. Milankovitch: Théorie mathématique des phénomènes thermiques. Paris 1920.
2. Köppen-Wegener: Die Klimate der geol. Verzeit. Berlin 1924. /Benne Milankovitch publikációja./
- 3./ Milankovitch: Math. Klimalehre und astr. Theorie der Klimaschwankungen. Berlin 1930.
4. Milankovitch: Astronomische Mittel. Berlin 1938.
5. Milankovitch: Kanon der Erdbestellung Belgrad 1940.
6. Penck-Brückner: Die Alpen im Eisestalter. Leipzig 1901-1909.
7. Pilgrim: Versuch einer rechnerischen Behandlung des Eiszeitenproblems. Gannstatt 1904.
8. Bacsák: A skandináv eljegesedés. Budapest 1942.
9. Bacsák: Az utolsó 600.000 év földtörténete. Budapest 1944.
10. Soergel: Die Vereisungs-Kurve. Berlin 1937.
11. Stockwell: Memoir on the secular variations. Smithsonian Institution Cleveland 1872.
12. Milankovitch: Jelentés a Föld pályameleinek változandóságáról. Belgrad 1931. /szerb nyelven./
13. Leverrier: Inegalités seculaires. Paris Annales 1856.
14. Jeffreys: Natur Vol. 130-1922. Holmes Budaörf 1600 millió év. /Naturwissenschaften 1932. 38. füzet. 703. old./