

## EINE INTERESSANTE MAGNETISCHE UND IONOSFERISCHE STÖRUNG IN UNGARN

GY. BARTA—E. FLÓRIÁN

Es wird eine „Sfe“ Störung beschrieben, die am 16. April 1957. in Ungarn sowohl im Gange der magnetischen Elemente, wie auch im Zustande der Ionosphäre beobachtet wurde. Die Störung beschränkte sich im Observatorium Tihany fast ausschließlich auf die Vertikalkomponente und der Störungsvektor besaß keine horizontale Projektion. Dies wird darauf zurückgeführt, daß Ungarn infolge ihrer zeitlichen (lokaler Mittag) sowie Breitenlage im Mittelpunkt des ionosphärischen Stromwirbels zu liegen kam.

Die gleichzeitig einsetzende Ionosferenstörung konnte an einigen europäischen Stellen simultan, an einigen afrikanischen Observatorien eine Stunde früher beobachtet werden. Der Mögel-Dellinger-Effekt wies eine grosse Intensität auf, alle Schichten wurden auf einmal abgedeckt, später kam allmählich zuerst die  $F_2$ -Schicht zum Vorschein, dann die niedrigere Schichten sind wieder erschienen. Der Zeitpunkt der plötzlichen Abdeckung stimmt mit dem des in Berlin bei 9400 MHz beobachteten Solarausbruches zusammen.

### I. ÉRDEKES MÁGNESES HÁBORGÁS A TIHANYI OBSZERVATÓRIUMBAN

BARTA GYÖRGY

Az elmúlt napfoltmaximum folyamán 1957. április 16-án a tihanyi obszervatóriumban különös alakú sfe-t (solar flare effect-et) regisztráltunk. A jelenség érdekessége volt, hogy a mágneses háborgás szinte kizárólag a függőleges összetevőre korlátozódott, a változásvektornak a vízszintes sikon nem volt vetülete. A jelenséget úgy magyarázhatjuk, hogy a megfigyelő hely, vagyis a tihanyi obszervatórium az ionoszférikus áramörvény középpontjában feküdt. Ilyen esetben ui. (ha az örvény átlagos földfelszíntől számított magassága állandó) az elektromágneses áramrendszernek csak függőleges mágneses összetevője van. Az 1. ábrán bemutatjuk az 1957. április 16-án 10<sup>18</sup> GMT időben (12<sup>00</sup> tihanyi helyi közép, ill. 12<sup>15</sup> valódi helyi időben) kezdődött mágneses háborgás magnetogramját a tihanyi és a niemecki *Adolf Schmidt* obszervatóriumok regisztrálásai alapján.

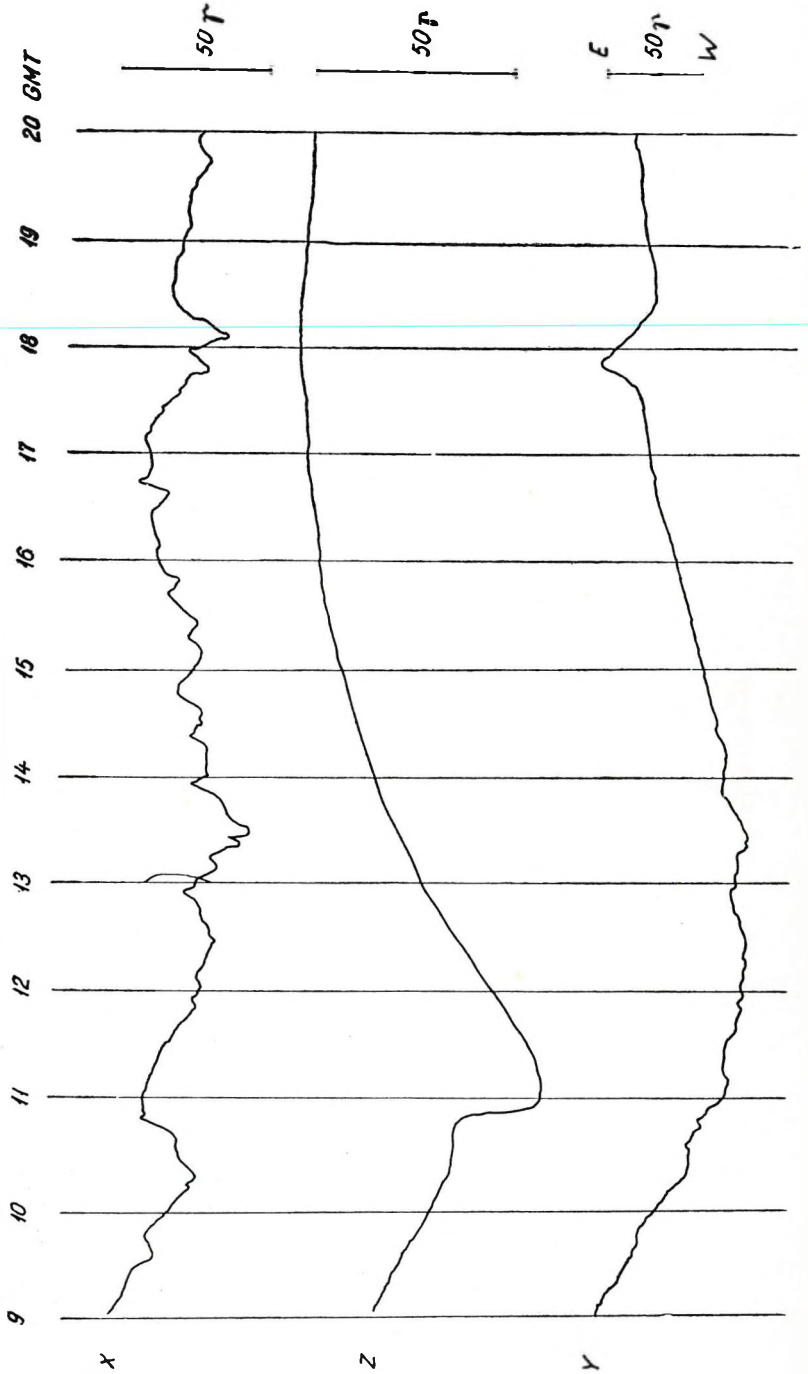
A két regisztrátum összehasonlításából azonnal látható, hogy a háborgás alaki lefutása a földrajzi helytől erősen függ. Niemegekben például

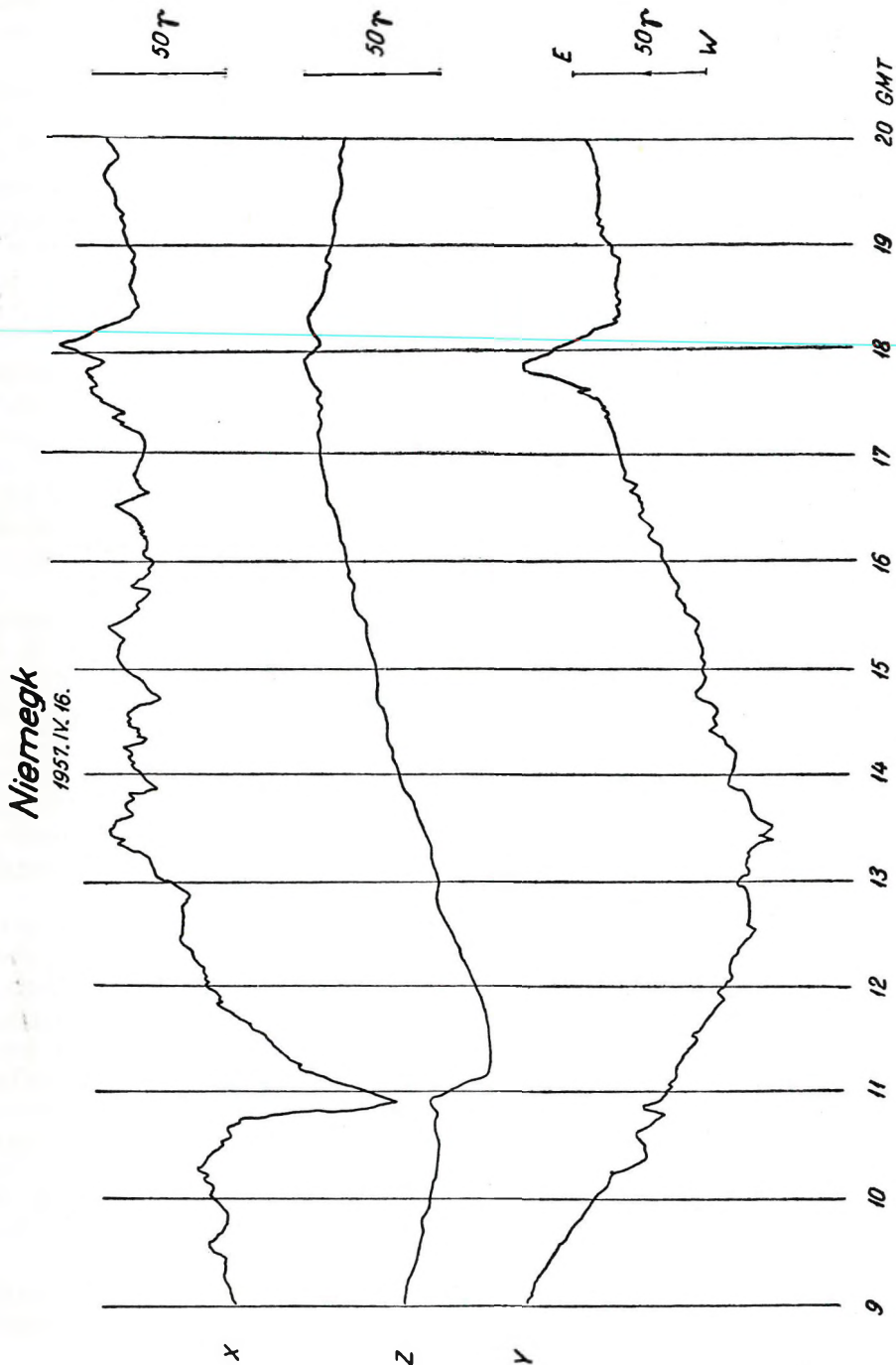
A kézirat 1959. november 5-én érkezett.

## Tihany

1957. IV. 16.

Ábra





I. ábra. A földmágneses tér sűrűségének változása 1957. április 16-án, Tihanyban és Niemegkben

a  $H$ , illetve  $X$  háborgása túlnyomó a függőleges összetevő háborgása mellett. A függőleges összetevő tihanyi változásában nincs meg az a kezdeti néhány gammás növekedés, ami Niemegekben határozottan megelőzi a később bekövetkező erőteljes süllyedést. Az  $Y$ -, ill. a neki megfelelő  $D$ -összetevő a két obszervatóriumban elég jól felismerhetően, párhuzamosan változik. A viszonylag csekély földrajzi távolság tehát a háborgás képében lényeges torzulásokat okoz.

A tihanyi regisztrátumot tovább vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a különböző sebességű töltésrajokból álló korpuszkuláris természetű sugarak ilyen szabályos háborgást nem okozhatnak. Valószínű tehát, hogy a háborgást az ionoszféra hirtelen megnövekedett vezetőképessége okozta. Az ionoszféra vezetőképességét pedig csak a Nap ultraibolya sugárzásának intenzitásnövekedése növelheti egyenletesen. Ez a gondolatmenet lehetővé teszi, hogy az egyébként mágneses úton, más mágneses háborgásoktól nehezen elválasztható sfe-eket csak a mágneses regisztrátumokból is felismerhessük.

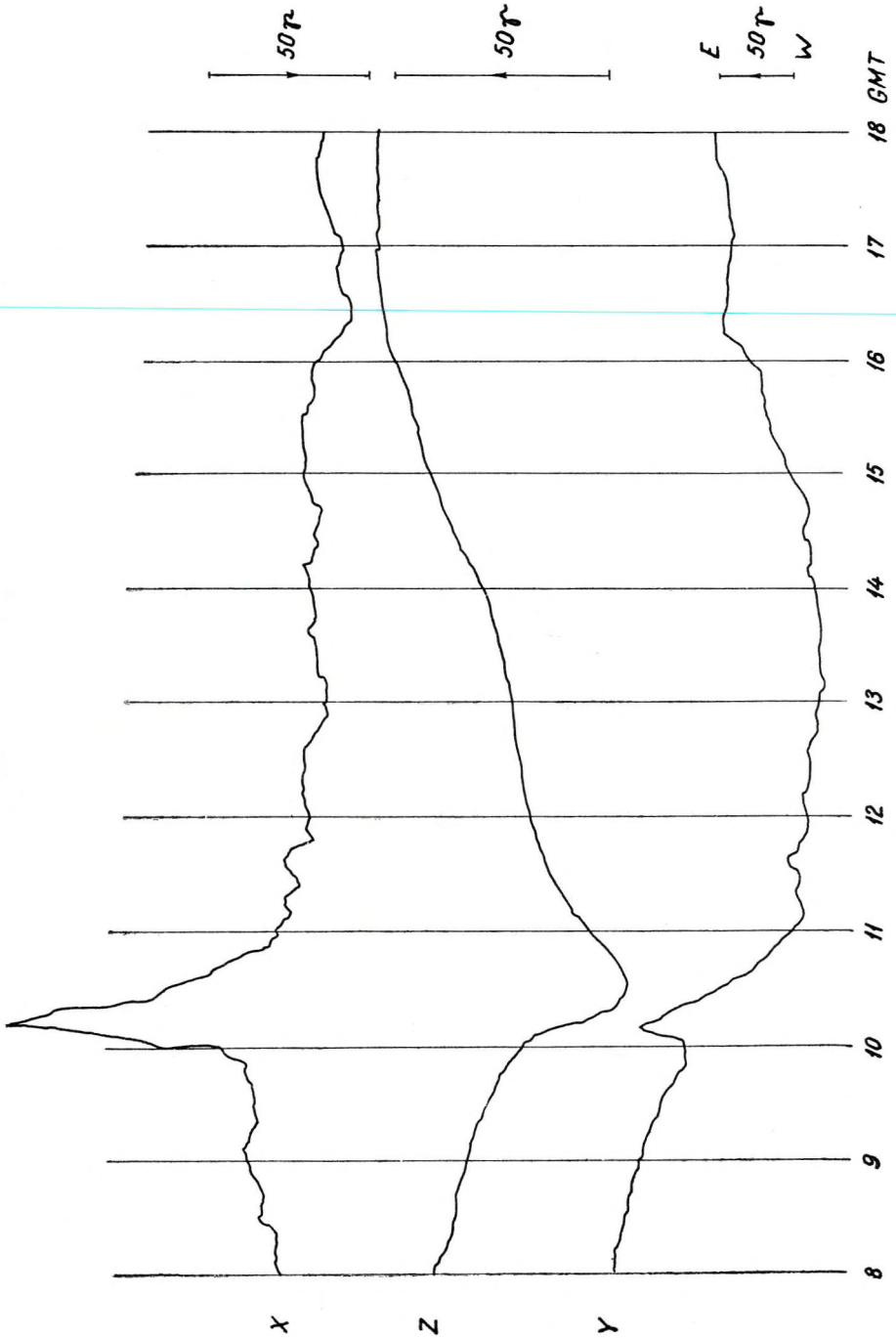
Érdekes megfigyelni a függőleges háborgási összetevő változásának jellegét. A helyi közép időben  $12^{00}$ -kor kezdődő háborgás során a függőleges összetevő viszonylag gyorsan, kb. 20—25 perc alatt érte el a 23 gammás minimumot, majd nagyon szabályos, lassú menettel, néhány óra alatt,  $16$ — $17^h$ -kor érte el a normális értéket. A jelenségben, éppen egyszerűsége miatt, könnyű a természeti folyamatot felismerni, és a háborgás alakját nagyon könnyű a lejátszódó természeti folyamattal magyarázni.

A naperupció következtében  $12^{00}$ -kor hirtelen megnőtt a Nap ultraibolya sugárzásának intenzitása és ionizálóképessége. Ennek nyomán az ionoszféra vezetőképessége és a benne folyó áram intenzitása is megnőtt. Az ionizáló ultraibolya sugarak beérkezésének időpontja élesen jelentkezik a  $Z$ -összetevő hirtelen változásában. A teljes áramörvény kialakulásához azonban bizonyos idő szükséges. A  $Z$ -komponens szélsőértéke ezért csak néhány perccel később következik be. Ezután a háborgás órákig tartó lecsengő része annak a következménye, hogy az ionizáló hatás megszűntével az ionrekombináció miatt az ionoszféra különleges vezetőképessége csökken, és idővel elenyészik.

Az sfe-háborgás alakjának az észlelési hely földrajzi fekvésétől függő erős változása felveti a kérdést, hogy ez az alak mitől függhet. Egy-egy ponton a mágneses háborgás képe nyilván attól függ, hogy a pont helyzete milyen az ionoszférikus áramörvényhez képest. Ezeket az adatokat az ultraibolyasugárzás érkezésének időpontja és a megfigyelő állomás földrajzi szélessége határozza meg. Kisebb mértékben valószínűleg függ még az örvény középpontjának helyzete a mágneses szélességtől és hosszúságtól, valamint a napmagasságtól is, mert ezek a tényezők kevésbé ugyan, de befolyásolják a normális ionoszférikus örvény alakját, vagyis a mágneses napi menetet. Ismert szabály ui., hogy az sfe-jellegű mágneses háborgások általában erősebb napi menetként jelentkeznek.

A 2. ábrán egy másik, hasonló jellegű mágneses háborgást mutatok be. A háborgás 1958. március 23-án  $9^{52}$  GMT időben kezdődött, vagyis

**Tihany**  
1958. III. 23.



2. ábra. A földmágneses tér sfe-háborgása 1958. március 23-án, Tihanyban

csaknem egy órával hamarabb, mint az előző példában. Ezért a tihanyi obszervatórium nem feküdt az örvény szimmetriapontjában, és a háborgási vektornak a vízszintes síkon is volt vetülete. Mint az ábrából látható, a háborgási vektor vízszintes vetülete  $DK$ -i irányú. A vertikális vektor háborgása nem kezdődött olyan hirtelen, mint az első esetben és a 30 gammás minimummélységet is hosszabb idő (kb. 30–35 perc) alatt érte el. A függőleges erőösszetevő normális értéke az előző példához hasonlóan  $16-17^h$  tájban következett be. A jelenség kétszeri előfordulása arra mutat, hogy a tihanyi obszervatórium földrajzi fekvése olyan, hogy sokszor kerülhet az sfe-örvények középpontjának közelébe, és így regisztrátumai alapján gyakran dönthető el egy-egy háborgás sfe-jellege. Érdeemes volna megvizsgálni, hogy ezen a szélességen telepített obszervatóriumok regisztrálásainak segítségével meg lehetne-e oldani ilyen háborgásosztályozó kérdéseket.

A mágneses jelenséget okozó naperupciót csillagászati úton is kimutatták. 1957. április 16-án a Nap középmeridiánján  $10^{40}-13^{00}$  GMT időben 3-as erősségű naperupció volt. 1958. március 23-án  $9^{40}-14^{20}$  GMT időben 3 + erősségű (ez a legerősebb fokozat) naperupció volt. Az első jelenséget 10, a másodikat 11 csillagvizsgáló észlelte. Feltűnő, hogy a mágneses változás mindkét esetben a napkitörés után kb. 10 perccel jelentkezett. Úgy látszik tehát ennyi idő szükséges ahhoz, hogy az ionizáló sugárzás hatására kialakuljon a mágneses háborgást okozó elektromos áramrendszer.

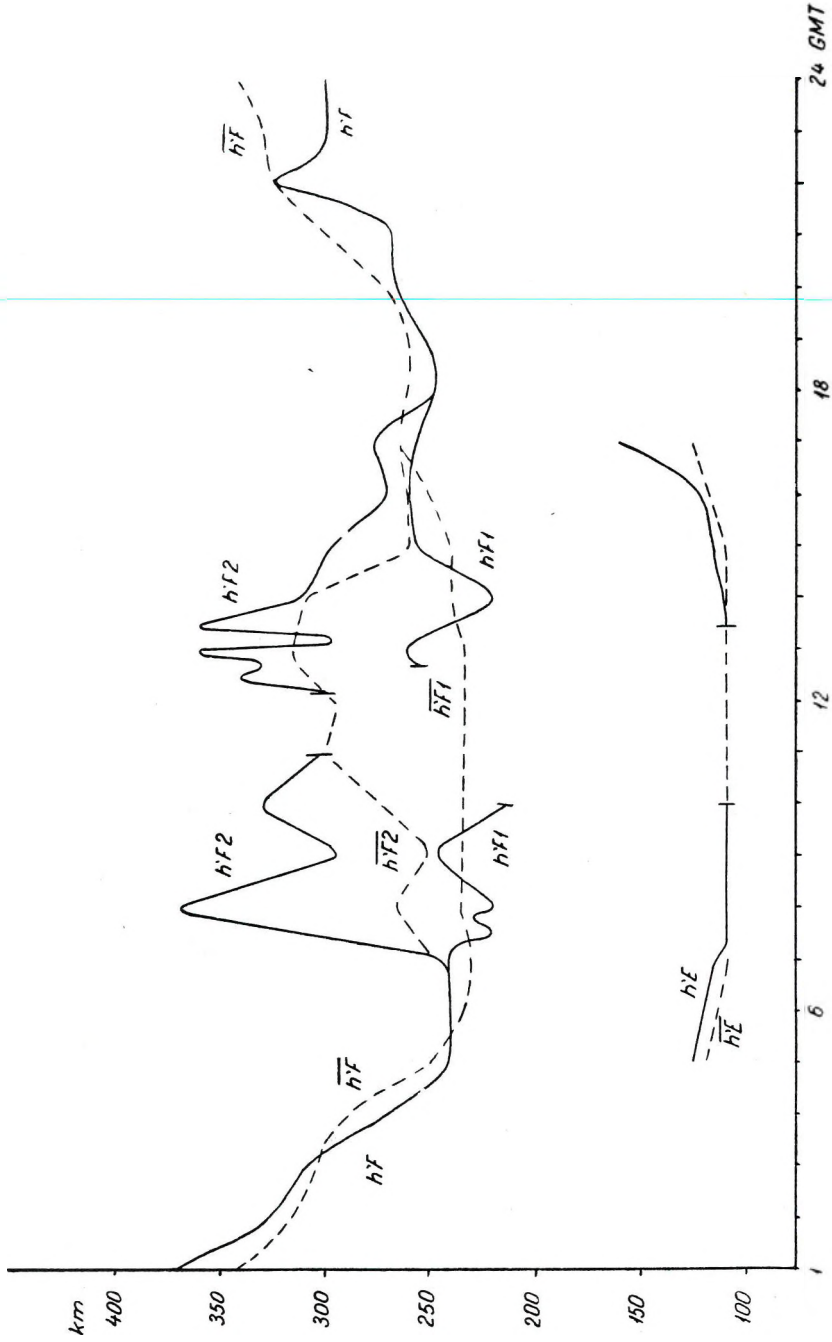
## II. A MÁGNESES HÁBORGÁSSAL EGYIDEJŰ IONOSZFÉRAHÁBORGÁS

FLÓRIÁN ENDRE

Az Országos Meteorológiai Intézet *Marczell György* Obszervatóriumában működő ionoszférakutató állomást 1957. április 16-án délelőtt több rádióállomás arról értesítette, hogy vételi lehetőségeik teljesen megromlottak. Ettől az időponttól kezdve hosszabb ideig negyedóránként végeztünk ionoszféraméréseket, rádióvevőkészülékkel pedig ellenőriztük a fellépő néma-zóna frekvenciaterjedelmét. GMT-ben  $11^{00}$ -tól  $11^{45}$ -ig az ionoszféra közvetítette rövid rádióhullámokat csak 20 MHz fölött tudtuk venni. Nyilvánvaló volt tehát, hogy nagy intenzitású *Mögel-Dellinger* ( $M-D$ ) effektusról, ill. ultraibolya napkitörésről van szó. Méréseink csak arra szorítkozhattak, hogy megállapítsuk, mekkora frekvenciáig és mennyi ideig takarja el a megsűrösödött  $D$ -réteg a felsőbbeket, a kitörés elmúltával pedig a magasabb rétegekben okozott zavarokat is meghatározhattuk.

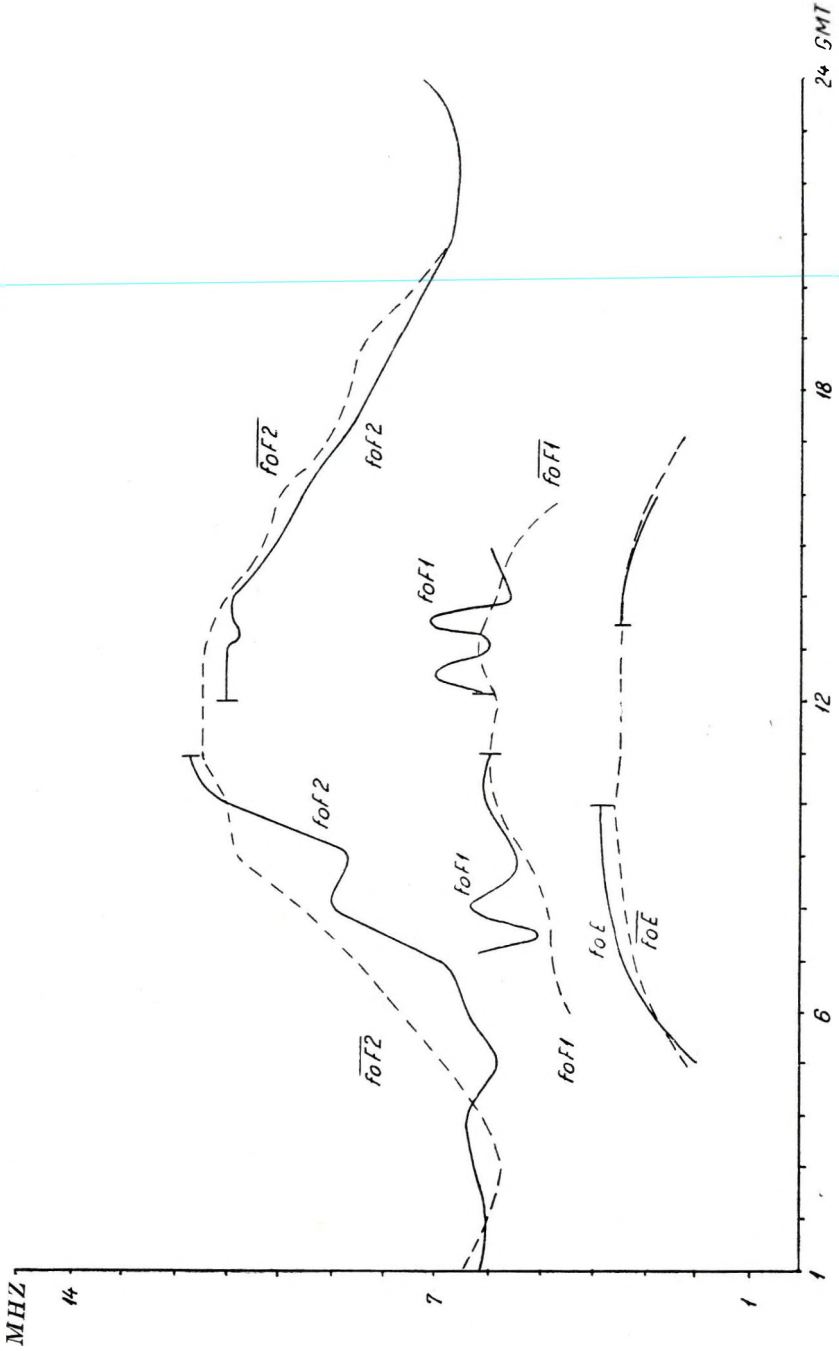
A 3–4. ábra mutatja az első vizsgált nap fontosabb ionoszféradatait. A reggel  $7^h$ -kor  $F1$  és  $F2$ -re hasadó  $F$ -réteg (vastag vonal)

3. ábra



3. ábra. Az E, F1 és F2 rétegek virtuális magasságai és havi átlagai 1957. április 16-án, Budapest felett

4. ábra



4. ábra. Az E, F1 és F2 rétegek határfrekvenciáinak óraértékei és havi átlagai 1957. április 16-án, Budapest felett



már  $8^h$ -kor rendellenességet mutat, mert az  $F2$  magasságában ( $h'F2$ ) hirtelen kb. 100 km-es emelkedést láthatunk, amely lényegesen meghaladja az e havi átlagos magasságot, ebben az órában ( $h'F2$ , szaggatott vonal). A réteg emelkedése tulajdonképpen azt jelenti, hogy alsó szintjében erőteljesebb rekombináció, tehát ritkulás következik be. Ez a jelenség nem egyezik a normális napi menettel, annál is inkább, mert a 4. ábrán az  $foF2$  görbéje ugyanebben az órában sűrűsödést jelez (vastag vonal), de nem éri el az átlagos értéket, az  $foF2$  szaggatott vonalat. Hasonlóképpen rendellenességet látunk a havi átlagokhoz képest a 3. ábrán az  $F1$  réteg magasságában ( $h'F1$ ) és a 4. ábrán a határfrekvenciájában ( $foF1$ ).

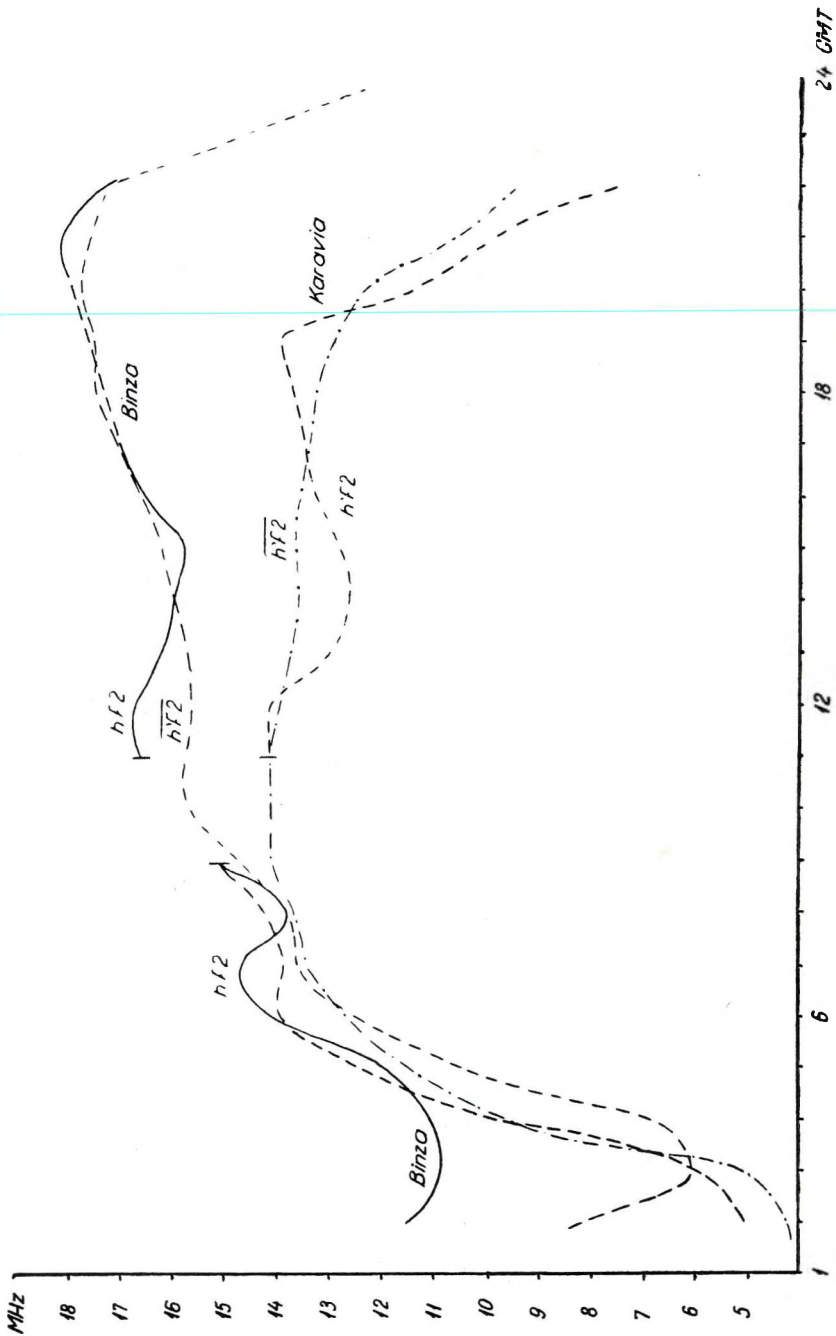
A rétegek felhasadása idején az értékekben mindig észlelhető kisebb hullámzás. (10–20 km, ill. néhány tized MHz.) Jelen esetben azonban ezeknél nagyobb eltéréseket láthatunk. Mint az ábrák mutatják, az ionoszféra  $F$  rétegében tehát már reggel  $7^h$ -kor kisebb vihar kezdődött, mely csak kb.  $10^h$ -kor szűnt meg.

Ilyen előzmények után következett be  $10^h$  GMT után az ultraibolya napkitörés, mely a  $D$ -réteg abszorpcióját megnövelve használhatatlanná tette berendezésünk függőleges irányba küldött impulzusait. A méréseket általában mindenütt csak óránként végzik és így a  $10^h$  után bekövetkező effektus pontos kezdeti idejét ionoszférikus mérésekből nem tudjuk meghatározni. Negyedóránkénti méréseket csak  $11^h$  után végeztünk. Ezekből tudjuk, hogy a  $D$ -réteg ritkulása már  $12^h$ -kor megkezdődött, mert az  $F2$ -réteget mérő 11 MHz-es rádiófrekvenciánk már e rétegen keresztül jutott és vissza is verődött. Ennél kisebb frekvenciákat azonban csak  $12^h 15^m$ -kor engedett át a  $D$ -réteg, amikor 6 MHz-cel már az  $F1$  rétegről kaptunk visszaverődést. Ezután a  $D$ -réteg rekombinációja lassabban folytatódott, mert az  $E$ -rétegről csak  $13^h 30^m$ -kor kaphattunk echót 3,5 MHz frekvenciával. Az effektus menetéből tehát hirtelen emelkedő és fokozatosan gyengülő ionizációra következtethetünk.

Az a körülmény, hogy mind az  $F1$ , mind a  $F2$  magassági és sűrűségi görbéje közvetlenül a napkitörés előtt már rendes napi menetű, arra mutat, hogy a reggeli vihar elmúlt. Azok a változások tehát, amelyeket különösen a  $h'F2$  és az  $foF1$  délutáni meneteiben láthatunk, valószínűleg már az ultraibolyakitörés eredményei. Erre mutat a rögzösebbé váló  $F2$ -réteg (hirtelen 25–50 km-es magasságváltozások: ionoszféraszél) és az ingadozó sűrűségű  $F1$ -réteg (egy MHz sűrűségváltozás!). Mint általában, az  $E$ -réteg most sem mutat semmi különös változást, csupán az elfedése szűnik meg  $13^h 30^m$  GMT-kor.

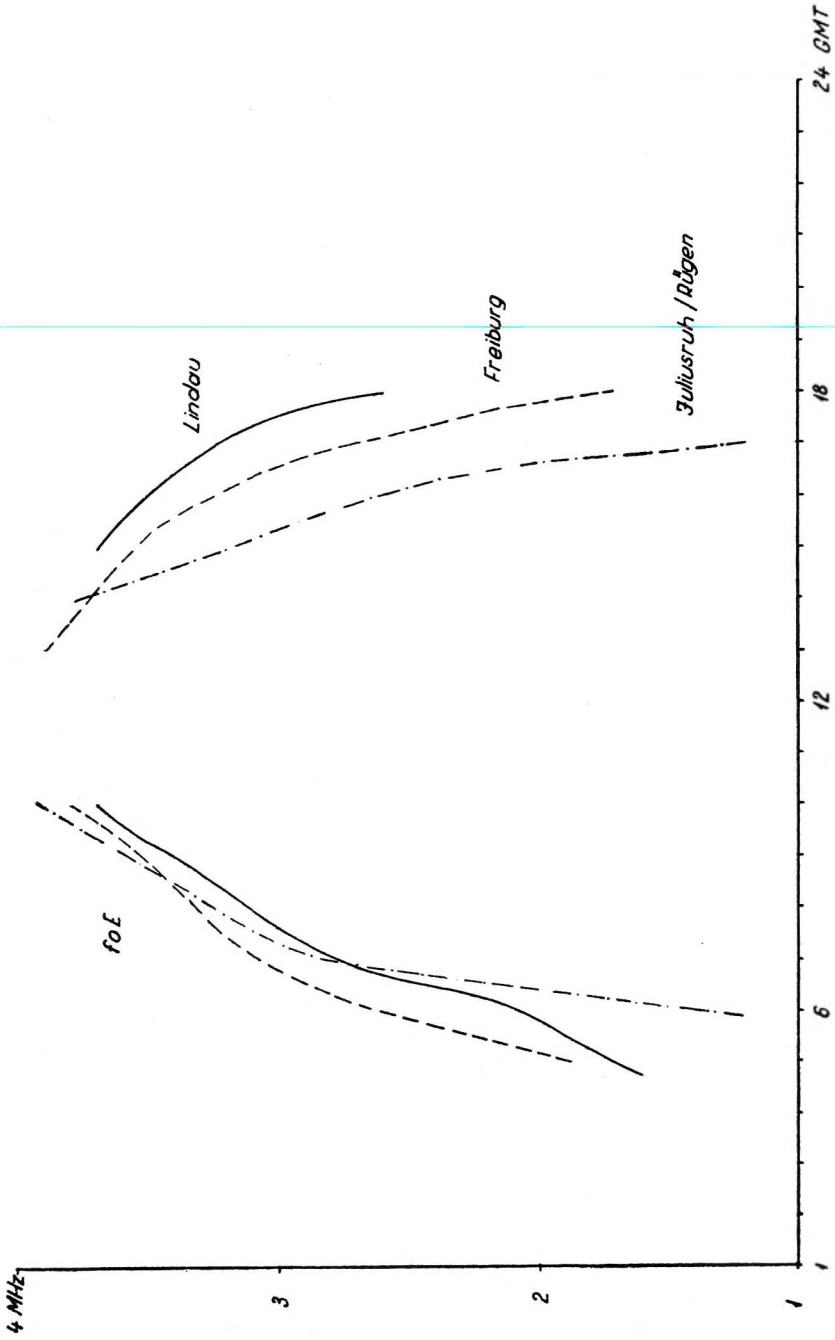
Megvizsgáltuk az ionoszféra viselkedését a Föld más pontjain is. Ebből az időből csak ausztráliai, dél- és észak-amerikai, továbbá közép-afrikai és néhány európai állomás adatai állanak rendelkezésünkre. Az ausztráliai és amerikai állomások a nagy földrajzi távolság miatt ezeknek a zavaroknak semmi jelét sem mutatják. Néhány egyenlítőmenti afrikai állomás (Binza,  $4^\circ 22' S$ ;  $15^\circ 15' E$  és Karavia  $11^\circ 39' S$ ;  $27^\circ 28' E$ )  $foF2$  napi menetében (5. ábra) azonban azt látjuk, hogy a hatás kb.

5. ábra



5. ábra. Az F2 réteg magasságváltozása és eltakarási időtartama Közép-Afrika vidékén, 1957. április 16-án

6. ábra



6. ábra. Az E-réteg határfrekvenciájának óraértékei Lindau, Freiburg és Juliusruh felett, 1957. április 16-án

egy órával előbb jelentkezett (az óránkénti észlelések miatt ebben bizonytalanság van.) Ezeknek az állomásoknak csak az  $foF2$  adatai állnak rendelkezésünkre (vastag vonalak), a többi paraméterben sok a bizonytalan érték. Az  $foF2$  menetekből megállapíthatjuk, hogy a havi átlagos adatokhoz viszonyítva (szaggatott vonalak) a kitörés nem okozott jelentős változásokat, viharokat.

Az európai állomásokon (Juliusruh/Rügenben  $54^{\circ} 38' N$ ;  $13^{\circ} 23' E$ , Freiburgban  $48^{\circ} 04' N$ ;  $7^{\circ} 47' E$  és Lindauban  $51^{\circ} 39' N$ ;  $10^{\circ} 08' E$ ) ugyanúgy  $10^h$ -kor kaptak utoljára visszaverődést az  $E$ -rétegről, mint Budapesten (6. ábra). A jelenség tehát nálunk és náluk egy időben következett be.

Ugyanebben az időben Neustrelitzben ( $53^{\circ} 17' N$ ;  $13^{\circ} 05' E$ ) és Kühlungsbornban ( $54^{\circ} 07' N$ ;  $11^{\circ} 46' E$ ) működő rádióvételezőregisztráló készülékek mind jelezték a megfelelő  $SID$  és  $SEA$  jelenségeket. A berlini rádióhullám intenzitás változásán alapuló napsugárzás-regisztráló berendezések is erős kitöréseket jeleztek. A  $9400$  MHz-es hullámon az átlagosnál kb.  $250$ -szer erősebb sugárzást mértek, mely egyszerre nagy erővel jelentkezett  $10^h 38^m$ -kor (GMT).

Hasonló jelenséget észleltünk  $1958$ . március  $23$ -án is. Készülékünk bizonytalan értékei miatt azonban az adatokat nem közölhetjük. Érdekes, hogy e napkitörés idejében több európai és afrikai állomás jelzi berendezése elromlását. Juliusruh-Rügen, Lindau és Róma állomások  $foE$  adataiban észlelni lehet a takarást. Rómában az effektus korábban jelentkezett, még akkor is, ha az óránkénti észlelésekből származó bizonytalanságot figyelembe vesszük.

Ugyanebben az időben a moszkvai ionoszféraállomás is erős abszorpciót jelzett, melyet különösen az  $f_{min}$ , vagyis a még visszavert legkisebb rádiófrekvencia erős emelkedése mutat a legszembetűnőbben. Hasonló adatokat láthatunk a brüsszeli és néhány afrikai állomás havi jelentésében is.

Napkitöréskor a Napból kiinduló ultraviola sugárzás a Földet valószínűleg egyenletesen éri, hiszen ekkora távolságból a Föld pontszerűnek tekinthető. Nem gondolhatunk tehát arra, hogy ez a sugárzás a földfelületen, ill. a légkörben, földrajzilag eltérő helyeken jelentékenyen különböző intenzitású földmágneses zavarokat, ill. ionizációt okozzon. Az ionoszféramérésekből nem is látunk lényeges ionizációs különbséget a különböző állomások között. Ennek azonban az is oka lehet, hogy kevés az ionoszféravizsgáló állomás, azok csak óránként mérnek, és ezek a mérések sem ilyen hatások megállapítása érdekében folynak. A földmágneségi regisztrátumok ellenben arra mutatnak, hogy a földfelületen a sugárzás okozta hatásnak valamilyen súlypontja van, ill. a megnövekedett ionizáció okozta áramok valamilyen meghatározott irányba folynak.

Elképzelésünk szerint ennek az oka az, hogy a sugárzás a Föld és a légkör gömb alakja miatt különböző erősséggel éri a magas légkört. A leg-erősebben besugárzott és ionizált pontokon a legnagyobb az ionizáció és a rekombináció, ennél fogva a felmelegedés is. A felmelegedés a légkörben ciklonokat okoz. A ciklonban forgó levegő magával viszi az

ionizált részecskéket, és így a magas légkörben nagyjából kör alakban futó elektromos áramnak kell kialakulnia. Ennek a köráramnak hatása a különböző helyeken észlelt mágneses zavar és éppen a köráram miatt jelentkezik a zavar másutt más alakban.

Ha elegendő regisztrátumunk volna, valószínűleg ki lehetne mutatni a köráram erősségét, irányát és középpontját is.

