

Völgyesi L: [Geofizika](#). Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2002.

Dr. Lajos VÖLGYESI, Department of Geodesy and Surveying, Budapest University of Technology and Economics, H-1521 Budapest, Hungary, Műegyetem rkp. 3.
Web: <http://sci.fgt.bme.hu/volgyesi> E-mail: volgyesi@eik.bme.hu

1.7 A földmágneses tér eredete

A földi mágneses térnek három forrása van.

A földmágneses tér zöme valószínűleg a *Föld külső magjából* származik. Az itt levő anyag plazmához hasonló állapotban van és az áramló plazma a magnetohidrodinamika törvényei szerint önmagát fenntartó mágneses teret hozhat létre. A mágneses teret létrehozó folyamatok vizsgálatával a dinamó elmélet foglalkozik. A dinamó elmélettel többé-kevésbé magyarázható a földi dipólus tér forrása, azonban számos probléma, – mint például a hosszú periódusú változások oka még nincs megnyugtatóan tisztázva.

A mágneses tér térben rövid hullámhosszú és legfeljebb 1000-2000nT nagyságú változásai, azaz a földmágneses anomáliák, a *földkéreg mágneses tulajdonságú kőzeteitől* származnak, részben indukált, részben remanens mágnesezettség formájában. A földkéreg mélyebb rétegeiben és a köpenyben levő kőzetek nem befolyásolják a mágneses teret, mert hőmérsékletük a kritikus Curie-pont felett van.

A földi mágneses tér gyors (perces-napos) időbeli változásainak forrása a *Föld körüli térségben* van. Itt különböző zónákban töltött részecskék vannak, amelyek egymással, a Napból érkező részecskékkel és a földi mágneses térrel kölcsönhatásban állva bonyolult áramrendszereket alkotnak, és a földmágneses tér részben szabályos, részben háborgás jellegű időbeli változásait okozzák.

1.7.1 A Föld belsejéből származó tér magyarázata

A Föld belsejéből származó mágneses tér keletkezését illetően ma még nincs teljesen kiforrott és egyértelműen bizonyított magyarázat. Érdekes röviden áttekinteni néhány ezzel kapcsolatos korábbi elgondolást, amelyekből kitűnik, hogy a Föld mágneses terének magyarázata egyáltalán nem egyszerű dolog.

I. A ferromágneses elmélet szerint a Föld belsejének a sűrűsége csaknem egyenlő a vas sűrűségével. Az elmélet szerint ennek a feltételezett vastömegnek a mágnesezettsége a földmágnesség oka. – Ez az elképzelés azonban figyelmen kívül hagyja, hogy a ferromágneses anyagok a Curie-hőmérséklet felett (vasnál ez 780°C) paramágneses tulajdon-

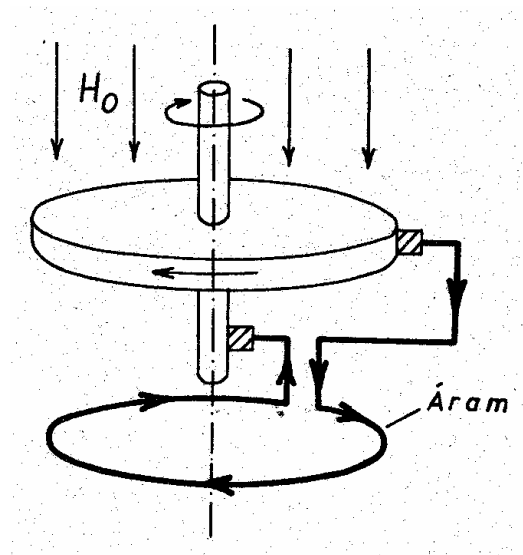
ságokat mutatnak; márpedig a felszíntől számítva néhányszor 10 km-es mélységben már kb. 1000°C a hőmérséklet.

2. Korábban a földmágnességet a földkéregben keletről nyugati irányban folyó elektromos áram mágneses hatásával is magyarázták. – Nem tudták azonban megmagyarázni az áram fenntartásához szükséges elektromotoros erőt, sőt nem sikerült magát az áramot sem kimutatni. További ellentmondást jelentett, hogy az ehhez szükséges hatalmas erősségű áram olyan nagy Joule-hőt termelne, amely megolvasztaná a Föld kérgét.

3. Másik elgondolás szerint a gyorsan forgatott lágyvasrúd forgástengelye irányában felmágnesesődik. – Ha azonban a Földünket ilyen "lágyvasrúdnak" tekintjük és kiszámítjuk az így fellépő mágnesezettséget, akkor a valódi értéknek csupán a 10^{-18} -szeresét kapjuk.

4. Mások a Föld mágneses terét a negatív elektromos töltésével próbálták magyarázni. Feltételezték, hogy ez a negatív töltés a Föld forgása miatt áramot jelent és a mágneses tér ennek az áramnak a következménye. – Ez az elképzelés is súlyos ellentmondást rejt magában, mivel a relativitáselmélet szerint a töltéssel együtt mozgó (tehát a földi megfigyelő) nem észlelheti ennek a "mozgó" töltésnek a mágneses terét.

Számos elmélet közül jelenleg – a már említett – *dinamó elmélet* látszik olyannak, amely a földmágnesség eredetére a leginkább elfogadható magyarázatot szolgáltatja. Már az elmélet elnevezése is utal arra, hogy a Föld mágneses terének keletkezését a közismert öngerjesztésű dinamók működési elve alapján képzelel el, vagyis a mágneses teret mechanikai eredetűnek tekinti.

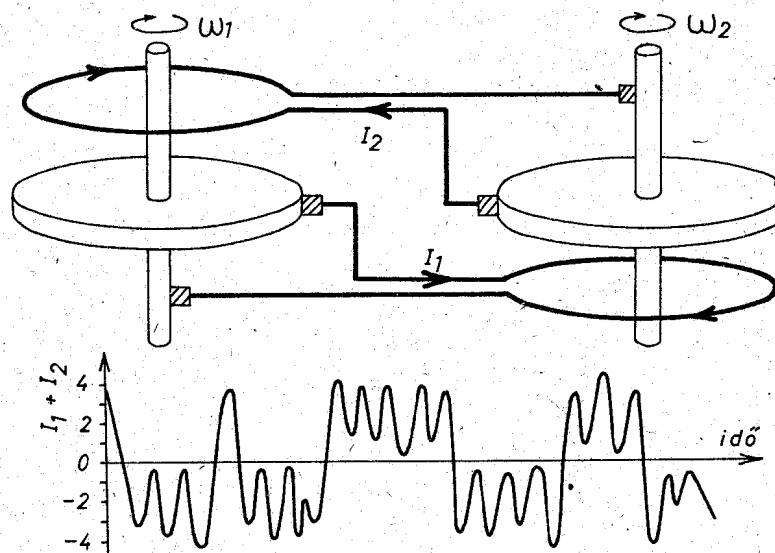


1.21 ábra. A korongdinamó vázlatos működése

A földmágneses dinamó működésének megértése céljából először nézzük meg az 1.21 ábrán látható unipoláris dinamó modelljét. Ha az ábrán látható jól vezető korong a forgástengelyével párhuzamos H_0 erősségű mágneses térben forog, akkor a korong tengelyéhez és a kerületi pontjához csatlakoztatott vezetőkben az indukció miatt áram folyik. Az áram mágneses tere a hurok tekercselési irányától függően az eredeti H_0 térrel egyirányú, vagy ellentétes irányú lesz. Ha a két mágneses tér iránya megegyezik egymással, akkor a tárcsa megfelelően nagy fordulatszámától kezdve a dinamó öngerjesztésűvé válik, tehát a kezdeti H_0 tér elvonása után is folyik a tekercsben áram és fennmarad bizonyos mágneses tér. A mágneses tér iránya az önfenntartó folyamat alatt mindig azonos marad a kezdeti H_0 tér irányával, – azonban anélkül, hogy bármikor is elérné a zérus értéket, periodikusan lüktet. A lüktetés sebessége a forgatási szögsebesség fokozásával növekszik [98].

A felvázolt egyszerű korongdinamó viselkedése csak annyiban van összhangban a Föld mágneses terével, hogy ennek mágneses tere is periodikusan változik. Nem modellezi azonban a paleomágneses kutatások által feltárt pólusváltásokat, hiszen a szolgáltatott tér mindig egyirányú.

A tapasztalatokhoz nagyon közelálló eredményt ad az 1.22 ábrán látható kettős korongdinamó modell, amelynek árama – illetve mágneses tere – hirtelen fordulásokat, a fordulások között pedig kváziperiodikus ingadozásokat mutat. A földi mágneses tér eredetének megértését célzó kutatások többek között abban az irányban haladnak, hogy a Föld magjában a kettős dinamó működési módjával analógiába állítható folyamatokat tárjanak fel.

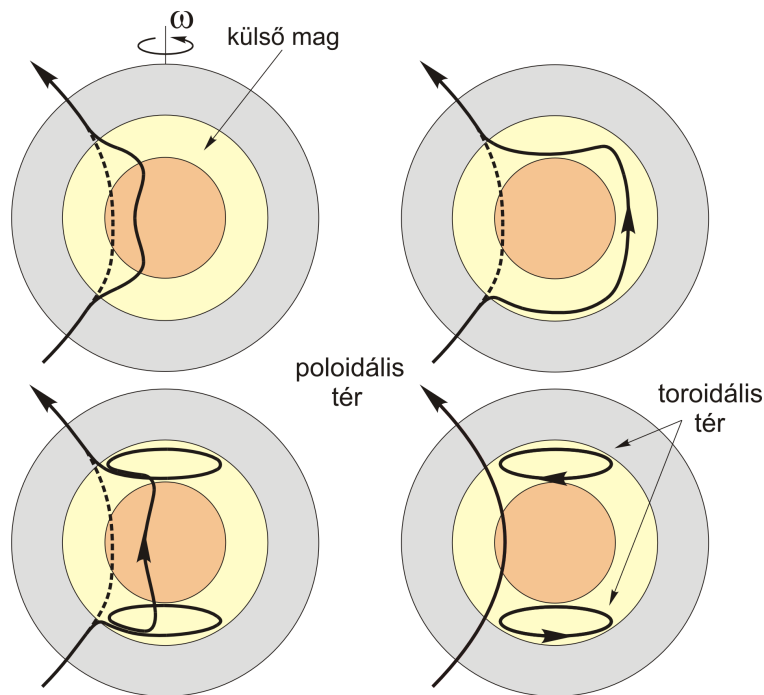


1.22 ábra. A kettős korongdinamó működésének modellje

Ha elektromosan jól vezető gömböt nagy vezetőképességű folyadékba ágyazunk be és a folyadék különböző gömbhéjai a forgástengelyükkel párhuzamos kezdeti mágneses térben közös tengely körül eltérő szögsebességgel forognak, akkor a magnetohidrodinamika törvényei szerint a mágneses térerősség erővonalai az 1.23 ábrán látható módon a folyadékba "befagyva" együtt mozognak a folyadékelemekkel, amely két

gyűrűszerű – ún. toroidális – mágneses tér kialakulásához vezet. Az erővonalak "befagyása" adott esetben a mágneses térerősség növekedését eredményezi, amelynek energiája a folyadékmozgás kinetikus energiájából származik.

A dinamó elmélet feltételezi, hogy első közelítésben hasonló viszonyok uralkodnak az elektromosan jól vezető folyadékszerű külső földmagban is. A szilárd belső mag a szintén szilárd földköpenyhez mechanikailag csak lazán, a folyadékállapotú külső mag közvetítésével csatolódik, ezért a belső mag szögsebessége valamivel kisebb, mint a köpenyé. (Ezt valószínűsíti a korábban említett nyugati irányú drift.) Ennek megfelelően a folyadékszerű külső mag szögsebessége belülről kifelé haladva nő. Ezért a Föld dipóltereinek mágneses erővonalai a külső magban az 1.23 ábrán látható módon két egymással ellentétes sodrásirányú toroidális erővonal-rendszerre "csavarodnak" fel. Ez a toroidális tér csak a földmagra korlátozódik, így a Föld felszínén nem észlelhető. A Föld belsejében működő önfenntartó dinamó folyamatainak a felderítése céljából a külső magban a toroidális teret létrehozó különböző szögsebességű forgás feltételezése mellett olyan további anyagáramlások után is kutatnak, amelyek képesek a dipólter – pontosabban a toroidális tér – kialakítására.



1. 23 ábra. A toroidális mágneses tér kialakulása

További lényeges kérdés, hogy milyen okok, és milyen erőhatások idézik elő a külső magban feltételezett anyag-, illetve plazmaáramlásokat.

Egyes elképzelések szerint a folyadékszerű külső magban levő áramlásokat a belső mag és a köpeny közötti hőmérsékletkülönbség tartja fenn, az anyagnak a hőtágulása miatt bekövetkező sűrűségváltozása révén. A hőmérsékletkülönbség fenntartásához szükséges hőenergia pedig radioaktív bomlásokból származik. – Újabban ezt a lehetőséget egyre inkább kétségbe vonják, mivel a becslések szerint ez az energia nem elegendő a dina-

mómechanizmus működtetéséhez. Ennek megfelelően más energiaforrások figyelembevételére is történtek kísérletek [98].

BARTA professzor elmélete szerint egy ilyen állandó energiaforrás pl. az árapálykeltő erő lehet. *Asszimétrikus belső földmag* feltételezése esetén a Nap-Hold-Föld rendszerben a belső mag nincs egyensúlyban és állandó nyugati irányú vándorlásra kényszerül, – miközben ezzel a külső mag anyagában anyagáramlásokat idéz elő [9]. (A későbbiekben megmutatjuk, hogy ezt a jelenséget a Földünk nehézségi erőterével és alakjával is kapcsolatba lehet hozni!)

A dinamó elmélet alapján megkísérélhetjük a :földmágneses tér *szekuláris és paleoszekuláris változásainak magyarázatát is*. A köpeny és a mag közötti forgási szögsebesség különbség által létrehozott toroidális mágneses tér – a plazmafizikában ismert ún. hurok-instabilitáson keresztül – a kezdeti poloidális teret a forgó tömegek kinetikus energia különbségének rovására erősíti. A mágneses csatolás tehát a két tömegetartomány forgási sebességének kiegyenlítése irányában hat. Bizonyos erősségű toroidális tér esetén a mágneses csatolás a forgási sebességkülönbséget kiegyenlítheti, ezért a folyamatos energia utánpótlás és erősítés megszűnik, a mágneses térerősség csökken. Ezzel azonban a csatolás erőssége is csökken és újból érvényre jut a forgássebesség-különbséget okozó hatás, újból megindul az alapteret erősítő folyamat. Ez a "lüktetés" lehet az okozója a mágneses tér szekuláris változásainak. – Abban az esetben, amikor a forgási szögsebesség-különbség teljesen kiegyenlítődik, az új pillanatnyi alapteret az előzőleg erősített térhez viszonyítva ellentétes irányú is lehet, ami a paleomágneses mérések alapján megismert pólusváltozások jelenségét idézheti elő.

Úgy tűnik, hogy a kozmikus megfigyelések is alátámasztják a dinamóelmélet alkalmazhatóságát. A megfigyelések szerint csak azok az égitestek rendelkeznek számottevő saját mágneses térrel, amelyek viszonylag gyorsan forognak, feltételezhetően plazmatikus magjuk van és körülöttük kellő méretű árapályt-, és ezzel belső forgássebesség-különbséget keltő égitestek keringenek. – Ilyen égitestek a Földünkön kívül pl. a Nap, a Merkúr és a Jupiter. Nincs számottevő mágneses tere viszont a Holdnak, mivel saját forgástengelye körül lassan forog és nincs plazmatikus magja; a Vénusznak, mivel igen lassan forog; és pl. a Marsnak, mivel a Naptól már távol van és két holdjának tömege is kicsi, tehát a külső és a belső tömegei között lényeges forgássebesség-különbség nem valószínű [9].

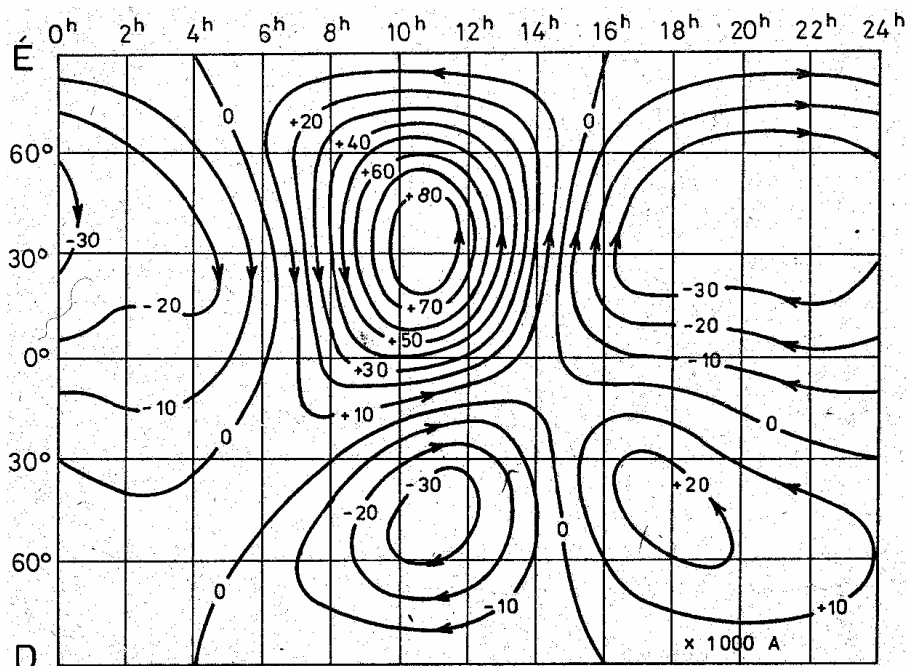
1.7.2 Az ionosféra és a nyugodt napi variációk eredete

A földmágneses erőter nyugodt napi variációi a magaslégkörben folyó elektromos áramokra vezethetők vissza. A Nap elektromágneses sugárzása, valamint a kozmikus sugárzás a Föld légkörének felsőbb részeit ionizálja, azaz elektromos vezetővé teszi. Főként a légkör vízszintes irányú árapályszerű és hőmérsékleti mozgása következtében ez a vezető réteg a Föld állandó mágneses teréhez viszonyítva elmozdul és benne a földmágneses erőter függőleges összetevője elektromos áramokat indukál. Ezek az elektromos áramok okozzák a földmágneses tér napi rövid periódusú változásait. Találó ha-

sonlaltal *légköri dinamóról* beszélhetünk – amelyben a Föld állandó mágneses tere az "álló mágnes", a hőmérsékleti és az árapálykeltő erők hatására elmozduló magaslégkör a "forgó rész" és a magaslégkör ionizált vezető rétege az "áramvezető tekercs".

A magaslégkör elektromosan vezető ionizált rétegeit összefoglalóan *ionoszférának* nevezzük. Az ionoszféra több rétegből áll: kb. 60 és 80 km között van a D-réteg, 80 és 170 km között az E-réteg, 170 és 400 km között az F-réteg és a további magasságokban is feltételeznek még egy G- és egy H-réteget. A légköri dinamó működésének színtere, a legnagyobb vezetőképessége miatt az *ionoszféra E-rétege*. Az ionoszféra-rétegek magasságának és az ionizáció fokának szabályos napi menete van: amint a légkört napsugarak érik, a vezetőrétegek magassága csökken, és az ionizáció foka és ezzel a vezetőképessége is növekszik.

A nyugodt napi variációk területi változása jól leírható az ionoszférában indukált két örvényáram mágneses hatásával. Az örvényáramok a Nap látszólagos mozgásával együtt vándorolnak az ionoszférában úgy, hogy középpontjuk helyi időben 11 óra körül van a 35° északi és déli szélességű helyek fölött. Az *1.24 ábrán* a nyugodt napi variációkat okozó ionoszférikus örvényáramok eloszlása látható napfoltminimum idején az 1902. VI. 22-i napforduló napján. (Az ábrán az áramerősség értékek 1000 amperes egységben értendők.)



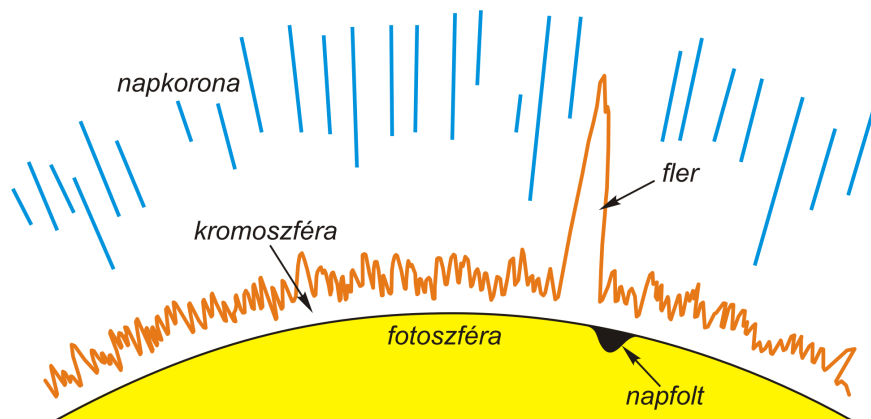
1.24 ábra. Ionoszférikus örvényáramok a nyári napforduló napján

Ezek az örvényáramok okozzák pl., hogy a földmágneses térerősség északi X összetevőjének délelőtt 11 óra tájban az egyenlítő közelében maximuma, a 35. szélességi fokok közelében pedig minimuma van. Az északi félteke mérsékelt övében az X keleti összetevője hullámának reggel maximuma, délután pedig minimuma; a Z függőleges összetevőnek pedig 11 óra tájban minimuma van.

A légköri dinamó tartományában azonban nemcsak az árapály és a hőmérsékleti mozgások, hanem a magnetoszférából a mágneses erővonalak mentén lehatoló elektromos terek is áramokat keltenek. Ilyen okból különösen nagy erősségű elektromos áramok alakulhatnak ki a dinamó-tartomány sarkvidékeket környező zónáiban, amelyek a földmágneses tér gyors időbeli változásainak további típusait idézik elő.

1.7.3 A magnetoszféra és a mágneses háborgások elmélete.

A Föld mágneses terének legmarkánsabb változása a mágneses viharok alkalmával tapasztalható. Már korábban megfigyelték, hogy ezeket általában a Napon kifejlődő "fel-fénylések": az ún. *flerek* megjelenése előzi meg. Bár az elektromágneses sugárzás a Nap és a Föld közötti távolságot percek alatt befutja, mégis a földi mágneses tér zavarai a flerek megjelenését követően csak több órás, esetleg egy-két napos késéssel tapasztalhatók. Ez arra utal, hogy a mágneses viharok a Nap korpuszkuláris sugárzásával, – elsősorban a Nap külső tartományában lejátszódó eseményekkel hozhatók kapcsolatba.



1.25 ábra. A Nap külső tartományának szerkezete

A Nap külső tartományát az 1.25 ábrán látható módon három különálló részre: a fotoszférára, a kromoszférára és a napkoronára lehet felosztani.

A *fotoszféra* a Nap légkörének alsó része, vastagsága a Nap mérete mellett elhanyagolható, mindössze 350 km. A napsugárzás döntő része ebből a tartományból származik. Hőmérséklete 4500-7500 K⁰ között változik. Benne a hidegebb részekben lefelé; a melegebb részekben felfelé irányuló áramlások vannak, – ezek alakítják ki a fotoszféra ún. granulációs szerkezetét. A fotoszféra sűrűsége igen kicsi: 10⁻⁵ – 10⁻⁷ kg / m³ között változik. A fotoszféra igen fontos jelenségei a *napfoltok*, amelyek valószínűleg úgy keletkeznek, hogy a megelőzően fellépő 0.1-1 T nagyságrendű hatalmas mágneses mező megakadályozza a melegebb anyag feláramlását, így a mágneses mező területén a fotoszféra felülete lehűl és sötét foltként látszik. Átmérőjük néha eléri a 200 000 km-t is,

élettartamuk néhány órától több hónapig terjedhet. A napfoltok helyzete és száma kb. 11 éves ciklussal változik.

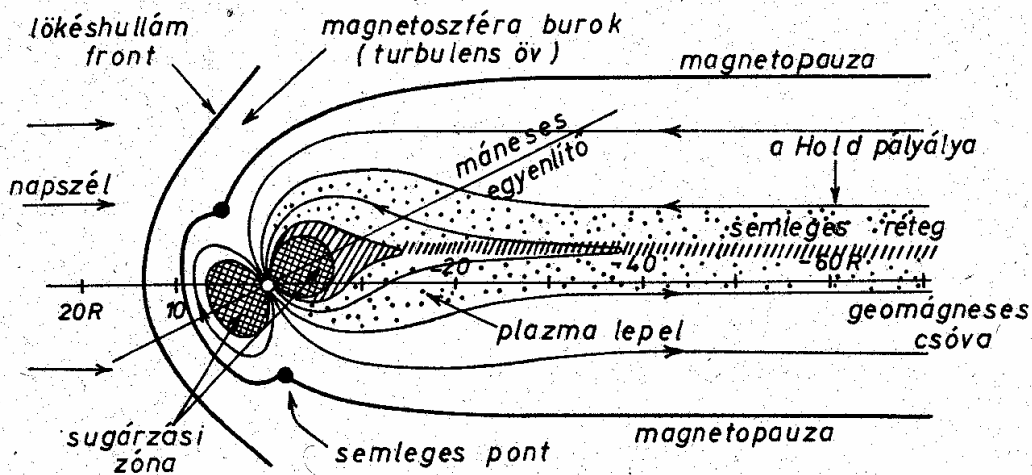
A *kromoszféra* a fotoszféra felett levő, kb. 10000 km vastagságú gágréteg, amely átmenetet képez a napkoronához. Sűrűsége és hőmérséklete – mely 4000 és 20000 K⁰ között változik – erősen inhomogén. A kromoszféra legfontosabb jelenségei a protuberanciák és a kromoszférikus erupciók, vagyis a *flerek*. A flerek élettartama általában 7 - 40 perc, rendszerint a napfoltok közelében, gyakran ezek mágneses terének semleges pontjai felett fénylenek fel és gyakoriságuk is a napfoltokéval párhuzamosan változik. A flerek szinte a teljes elektromágneses spektrumban sugároznak ki energiát; de ezen kívül hatalmas mennyiségű töltött részecskét is kidobnak magukból, amelyet olyan nagy sebességre gyorsítanak fel, hogy ezek nyaláb formájában elhagyják a Napot. A magneto-hidrodinamika törvényei szerint ez a Napból kidobódott plazma a Nap mágneses terének egy részét is magával viszi.

A *napkorona* a naplégkör legkülső része, melynek a határát nem célszerű definiálni, mert fokozatosan megy át a bolygóközi térbe. Sűrűsége igen kicsi, hőmérséklete viszont rendkívül magas: több mint 10⁶ K⁰. A napkorona felső tartományaiban a részecskék energiája olyan nagy, hogy képesek legyőzni a Nap tömegvonzását és így a napkorona tágulni "párologni" kezd. Tágulási sebessége a Földünk távolságában 400 km/sec körüli érték és becslések szerint a Naptól mintegy 12-160 csillagászati egység távolságig juthat el. Ezt a nagy sebességű részecskeáramot is jogosan tekinthetjük sugárzásnak, mégpedig a Nap anyagából származó korpuszkuláris sugárzásnak.

A szoláris "híg" plazmából (elsősorban protonokból, elektronokból és különböző ionokból álló) részecskesugárzást *napszélnek* nevezzük. A napszél állandó komponense a táguló napkorona anyagárama, míg a változó komponensét főként a flerek által kidobott plazmatömegek alkotják.

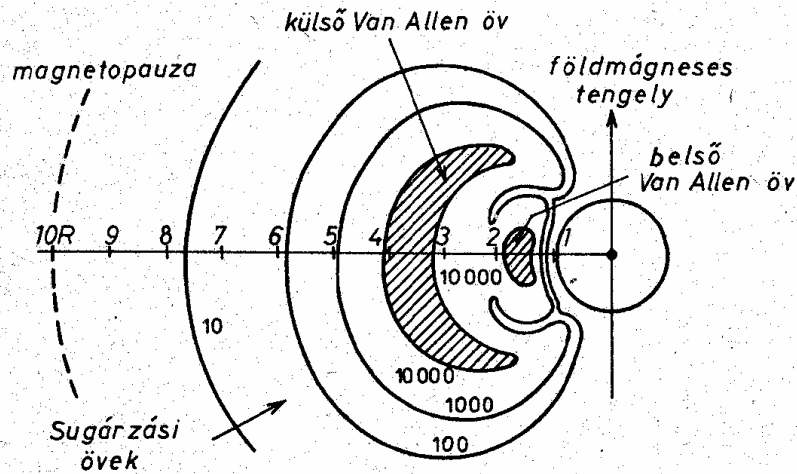
A földi mágneses térnek elvileg nem volna határa, ha minden egyéb fizikai hatástól mentesen létezne. A napszél jelenléte azonban jelentősen befolyásolja a Föld körüli térség szerkezetét. A Föld mágneses tere kölcsönhatásba lép a Napból áramló plazma mágneses terével, ezért az eredetileg dipólusos jellegű tér erővonalai eltorzulnak és a napszél hatására kialakul a földi mágneses teret magába foglaló *magnetoszféra*.

A Föld magnetoszférájának az éjfél-dél meridiánsíkba eső metszetét pontosabban ennek orr-részét) vázlatosan az *1.26 ábrán* láthatjuk. A magnetoszféra lényegében a Föld körüli térnek azon része, ahol a lejátszódó folyamatokat még a Föld mágneses tere jelentősen befolyásolja. A magnetoszféra külső határa, a *magnetopauza* éles és elég vékony átmenetet jelent az interplanetáris térből a földmágneses térbe: A magnetopauza a Föld Nap felőli oldalán átlagosan 10 földszugárnyi távolságig terjed; az átellenes oldalán viszont igen hosszan több 100 földszugárnyi távolságig csóvaszerűen elnyúlik. A magnetopauza ott alakul ki, ahol az interplanetáris térben v sebességgel áramló napszél kinetikus energiájának $\rho v^2 / 2$ sűrűsége éppen egyenlő a földmágneses tér $B^2 / 8\pi$ energiasűrűségével [103]. Mivel a kettő közül az egyik (a napszél energiája) erősen változó, ezért a magnetopauza helyzete sem állandó: általában nagyobb geomágneses zavartság esetén a felszínhez közelebb van, – mivel ilyenkor a napszél sebessége is nagyobb.



1.26 ábra. A földi magnetoszféra szerkezete

A magnetopauza előtt néhány földugárral a szuperszónikus sebességű napszél és a földmágneses tér kölcsönhatása következtében ívesen hajló *lökéshullám front* alakul ki. Itt nyugodt körülmények között a magnetohidrodinamikai zavarok sebességének mintegy hétszeresével érkező napszél jelentősen lefékeződik, és mögötte *turbulens zóna*, a magnetoszféra burok alakul ki. Ebből töltött részecskék a magnetoszférába csak a magnetopauzában levő két szakadásnál (az 1.26 ábrán látható *semleges pontok*nál) juthatnak le, – ahol a máneses térerősség nulla, és amelyek környezetéből az erővonalak a máneses pólusokhoz csatlakoznak.



1.27 ábra. Sugárzási övek a magnetoszférában

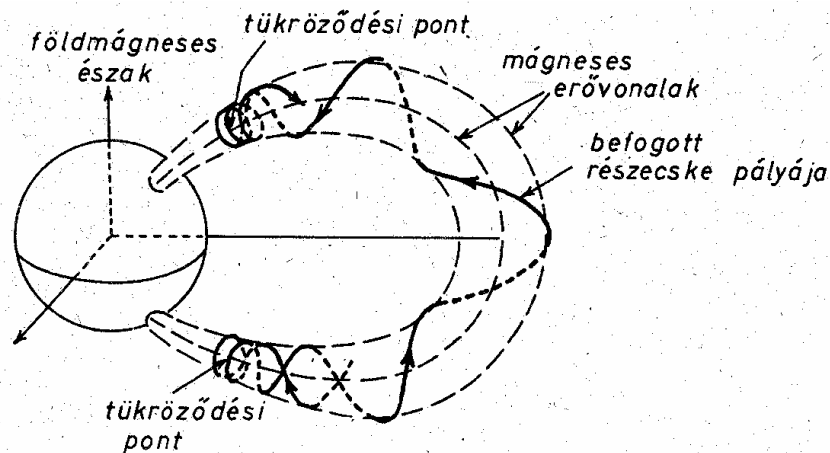
A magnetoszféra jellegzetes része az 1.26 ábrán látható *sugárzási zóna*, amely az 1958-as Nemzetközi Geofizikai Év egyik legjelentősebb felfedezése volt. Ebben a tartományban a Föld máneses tere által befogott töltött részecskék fluxussűrűsége feltűnően nagy; egyes tartományokban 10000-25000 nagyenergiájú részecske is számlálható másodpercenként és cm^3 -ként. Van Allen és csoportja – a sugárzási zóna felfedezői – a sugárzási zónán belül két fontosabb övet különítettek el [64]. Ezek az 1.27 ábrán látható

módon kb. 1.5 illetve 3-4 földszögnyi távolságban vannak a Föld középpontjától. A belső *Van Allen-övben* főképpen nagy energiájú protonok vannak befogva és a részecskeveszteség igen kicsi. A külső Van Allen-övben a sugárzási fluxus elsősorban elektromoktól ered; itt a fluxussűrűség erősen változó, a változás egyetlen nap alatt egy nagyságrendet is elérhet.

Ma már tudjuk, hogy a zárt erővonalak tartománya teljes egészében képes bizonyos energiájú töltött részecskéket hosszabb-rövidebb ideig fogva tartani. Azonban a tartós részecskebefogás csak ott lehetséges, ahol a mágneses tér szerkezete még "elég" dipól-tér jellegű. A befogott részecskék a patkó alakú mágneses erővonalakat körülölelő spirális pályák mentén az 1.28 ábrán látható módon oda-vissza mozognak a mágneses egyenlítő síkjától északra és délre elhelyezkedő mágneses "tükröződési pontjaik" között [97]. Miközben ezt a mozgást végzik a pozitív részecskék nyugatra, a negatívak keletre sodródnak [64]. (Ezt az utóbbit mágneses drift mozgásnak nevezzük.)

Az eddig leírtak elsősorban a magnetoszféra Nap felőli oldalára vonatkoznak. A Nappal ellentétes oldalon a felszíntől a sugárzási zóna külső határáig a magnetohidrodinamikai hullámok szempontjából a helyzet nagyjából hasonló. Viszont a sarki "sapkából" kiinduló erővonalak nem záródnak, hanem az 1.26 ábrán látható módon a magnetoszféra csóváját alkotják.

Ennek kiterjedését még nem ismerjük; lehetséges, hogy a földmágneses erővonalak az, interplanetáris tér erővonalaihoz kapcsolódnak, itt a magnetoszféra nyitott és így ezen az oldalon nincs is magnetopauza. Az ellentétes irányú erővonalak között alakul ki a *semleges réteg*, amelyben a mágneses térerősség zérus.



1. 28 ábra. Részecskebefogás a sugárzási övekben

Amíg a "zárt" erővonalak a kisebb szélességeket hidalják át, addig a geomágneses csóva "nyitott" erővonalrendszere a sarkvidékkel függ össze. Az ionoszférának az a két karimaszerű – a déli és az északi sark környezetében elhelyezkedő – zónája, mely a nyitott és a zárt erővonalak elválási tartományában, illetőleg e tartomány közelében terül el, igen gazdag geofizikai eseményekben. Ezekben az ún. *sarki fény oválokban* jelenik meg leggyakrabban a sarki fény és itt folynak a legerősebb elektromos áramok a magnetoszférából az ionoszférába. Ezek az időnként hirtelen megerősödő áramok a sarkvidéken erős mágneses háborgásokat keltenek. A jelenségek mind azt tanúsítják, hogy a

sarki fény oválok, illetve ezek környezete érzi meg legerősebben az interplanetáris térben, tehát végeredményben a Napon lejátszódó eseményeket.

A sarki szubviharok és a feltehetőleg velük oksági kapcsolatban levő – egész világon érezhető – mágneses viharok szempontjából igen lényeges zónának tűnik a geomágneses csóva semleges rétege és ennek környezete. A csóvának az északi és a déli féltekére horgonyzódó mágneses erővonalai között elhelyezkedő semleges rétegében a napszél növekedésének idején a magnetoszféra összenyomódik és eddig még nem teljesen tisztázott folyamatok indulnak meg. Ezek a folyamatok a plazmalepelben levő ún. termikus plazma kis "csomagjait" felhevítik és a Föld felé sajtolják, amely fokozatosan szétterül a mágneses erővonalak egész tartományában. A nagyobb energiájú plazmatöbbllet nyomása révén kissé "szétfeszíti" a zárt erővonalakat, amit a Föld felszínén – főleg a kis és a közepes szélességeken – a mágneses térerősség csökkenéseként érzünk. Ha a geomágneses csóvának a plazmacsomagokat előállító instabilitási folyamatai leállnak, akkor a zárt mágneses erővonalak tartományába bejutott forró plazma kiürülésével a földfelszíni mágneses térerősség normális szintje fokozatosan helyreáll [98].

Az itt bemutatott kép még korántsem tekinthető problémamentesnek, számos jelenség és folyamat még magyarázatra vár.

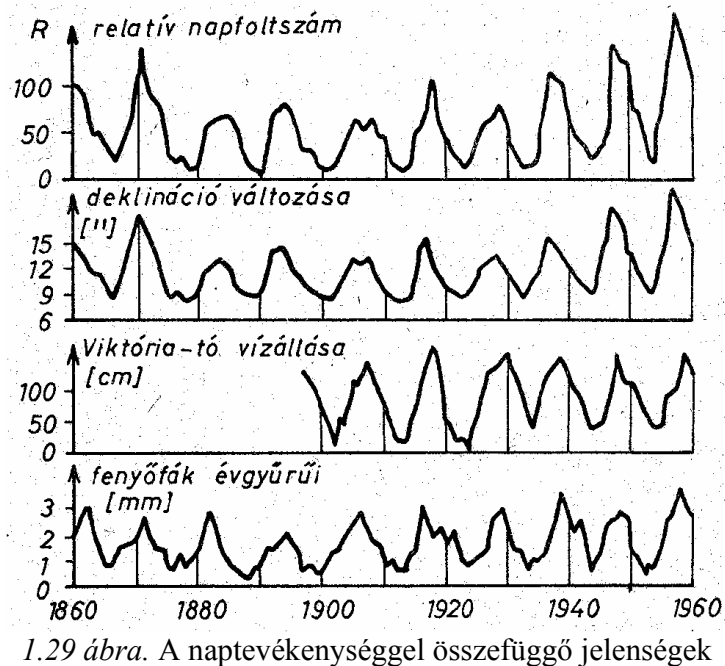
1.8 A földmágnességgel összefüggő jelenségek

A mágneses tér aktivitása, a háborgások fellépésének gyakorisága; a napi menet amplitúdója és sok más jelenség arra mutat, hogy a Nap és a felületén lejátszódó folyamatok szoros kapcsolatban vannak a földmágneses jelenségekkel. Ezekről részben az eddigiekben már szó volt, ezért a továbbiakban nem foglalkozunk velük. Vannak azonban egyéb jelenségek is, amelyek a földmágnességgel kapcsolatba hozhatók.

Régóta ismeretes, hogy a Földben különböző fajta elektromos áramok folynak, amelyek közül a nagy területekre kiterjedő regionális áramokat *tellurikus áramoknak* nevezünk. A tellurikus áramot hosszabb ideig figyelve megállapíthatjuk, hogy az erőssége többé-kevésbé szabályosan változik. A tellurikus áramok és a földmágneses tér időbeli változása közötti kapcsolatot először táviróvonalakon vették észre, – ugyanis a táviróvonalakon az áram visszavezetésére a Földet használták. A mágneses tér nagyobb háborgásai idején bizonyos tellurikus áramok miatt egyes hosszabb táviróvonalak teljesen használhatatlanná váltak. A jelenség magyarázatára Steiner Lajos végzett vizsgálatokat még az 1900-as években és megállapította, hogy a földi áramokat a mágneses tér változásai indukálják. Ezek az áramok mágneses hatásukkal visszahatnak az elsődleges mágneses változásokra. – Olyan területeken, ahol az ipari tevékenység következtében nem kerülnek a talajba ipari "kóboráramok", ott a magnetotellurikus áramok vizsgálatával különféle geológiai szerkezetek kimutatása és nyersanyagkutató is lehetséges.

Bizonyos esetekben kapcsolat található a földmágneses jelenségek és a *földrengések* előfordulása között is. A geofizikusok egyik régi célja, hogy különféle fizikai paraméterek változásainak megfigyelésével – így pl: a földmágneses mérések alapján – előre tudják jelezni a földrengéseket. Sajnos azonban a megfigyelt esetek döntő részében a földrengések megelőzik a mágneses tér megváltozását, így a rengéseket ezen az úton még

nem sikerült előrejelezni. Minden esetre bizonyos esetekben a földrengések és a földmágneses tér megváltozásának kapcsolata kétségtelen. A földmágneses térnek a földrengés utáni megváltozását elsősorban a nagy tömegű és többnyire nagy mágneses szuszceptibilitású kőzettestek elmozdulásával magyarázhatjuk, de a jelenleg rendelkezésre álló mérési anyag még nem elegendő a bonyolult összefüggések tisztázására. Tudományos ismereteink bővülésével elképzelhető bizonyos földrengések és vulkáni kitörések előrejelzése a földmágneses tér változásainak megfigyelése alapján.



1.29 ábra. A naptevékenységgel összefüggő jelenségek

A Nap felületén lejátszódó folyamatokon keresztül bizonyos földmágneses jelenségek az időjárás alakulásával is kapcsolatba hozhatók. Igen érdekes példa látható erre az 1.29 ábrán, ahol a naptevékenységet jellemző R relatív napfoltyszám, a D mágneses elhajlás napi változásának középértékei, a csaknem egész Közép-Afrika csapadékát magába gyűjtő Viktória-tó vízállása és a svéd vörösfenyőknek ugyancsak az időjárással kapcsolatos évgűrű vastagsága között szinte tökéletes korrelációt figyelhetünk meg.