

UDK 550.38:537.611.2:523.9(091)
Pregledni znanstveni članak

Povijesni pregled širenja znanja o geomagnetizmu i njegovim promjenama

Miljenko SOLARIĆ¹, Nikola SOLARIĆ¹ – Zagreb

SAŽETAK. U članku je dan povijesni pregled širenja znanja o magnetizmu, geomagnetizmu i njegovim promjenama. Naveden je utjecaj Sunca na magnetsko polje Zemlje: Sunčeve pjege, Sunčevi ciklusi, Sunčev vjetar te je dano tumačenje zašto se javljaju dnevne i godišnje promjene magnetskih deklinacija i inklinacija.

Članak je napisan iako se danas u geodeziji više ne koristi izmjera s pomoću magnetskih busolnih vlakova. Naime, danas se uz satelitsku navigaciju u automobilima ugrađuju elektronički kompasi da bi zajedno s brojačem okreta kotača automobila (tj. duljinom prijeđenog puta) nadopunili GPS-navigaciju u trenucima zaklonskog horizonta iznad GPS-antene. Osim toga geodete zanima zašto dolazi do smetnji u prijemu radiosignala s GPS-satelita i u slučaju slobodnog horizonta iznad GPS-antene.

Ključne riječi: magnetizam, geomagnetizam, magnetska deklinacija i inklinacija, pomicanje Zemljinih magnetskih polova, Sunce, Sunčevi ciklusi, Sunčeve pjege, Sunčev vjetar, geomagnetske promjene: sekularne, dnevne i godišnje.

1. Uvod

Poticaj za pisanje ovog članka dali su nam neki napisi na internetu da se elektroničkim kompasima ne dobiju točni podaci, već da su oni znatno promjenljivi, čak na istome mjestu. Ti su korisnici zaključili da više neće mjeriti magnetske azimute; oni nisu znali što sve utječe na promjene Zemljina magnetskog polja i kakve sve varijacije postoje. Zato smo odlučili da u ovom preglednom radu dademo povijesni pregled širenja znanja o magnetizmu, geomagnetizmu i njegovim promjenama.

¹ Prof. dr. sc. Miljenko Solarić, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, 10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: miljenko.solaric@geof.hr,

prof. emeritus dr. sc. Nikola Solarić, Geodetski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, 10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: nikola.solaric@geof.hr.

Istina je da geodeti već podavno ne mjere magnetske azimute u busolnim vlakovima za izmjeru zemljišta u šumama i ekstravilanu (Macarol 1977). Međutim, danas se uz satelitsku GPS-navigaciju u automobile ugrađuju elektronički kompas da bi zajedno s brojačem okreta kotača automobila (odometrom) (tj. duljinom prijeđenog puta) nadomjestili nedostatak satelitske GPS-navigacije kada nije slobodan horizont iznad GPS-antene: u tunelima, visokim usjecima i uskim gradskim ulicama. Upravo zato je potrebno znati kakvi sve utjecaji utječu na magnetsku iglu i u kako dugim vremenskim razmacima mogu se koristiti podaci elektroničkoga kompasa između dvaju GPS-određivanja položaja.

Osim toga geodetima je sigurno interesantno znati kako, zbog poremećaja u magnetskom polju Zemlje, dolazi do smetnji u prijemu radiosignala odaslanih s GPS-satelita, odnosno kako dolazi do cycle slipsa pri olujnoj ionosferi izazvanoj poremećajima u Zemljinu magnetskom polju.

Danas se u geoinformacijama za skupljanje podataka na terenu koriste GPS-prijamnici u kombinaciji s magnetskom iglom i ručnim elektroničkim daljinomjerima ili u kombinaciji s inercijalnim mjerenim jedinicama, što povećava efikasnost terenskih radova.

Također, danas se elektronički kompas ugrađuju i u elektroničke ručne satove, ali prema podacima s interneta neki korisnici traže točnost koja se ne može ostvariti zbog varijacija Zemljina magnetskog polja.

Osim toga može se spomenuti da se predviđa i uporaba magnetskih kompasa u nekim novim konstrukcijama geodetskih pomagala, kao na primjer, u štapu s prizmom koji ne mora biti strogo vertikalna za vrijeme snimanja.

2. Magnetizam

Magnetizam je skup pojava vezanih uz svojstvo nekih tijela da privlače feromagnetične tvari, odnosno da oko sebe stvaraju magnetsko polje. To svojstvo magnetu uočeno je već u staroj Kini i staroj Grčkoj prije rođenja Krista.

Riječ magnet, prema jednom izvoru, dolazi od imena grada *Magnezija* u Maloj Aziji, u kojem je u staro doba bilo nalazište magnetita. Prema drugoj verziji riječ dolazi od pastira *Magnusa* s otoka Krete, koji je imao okovane cipele s kojima je zastao na nekom kamenu privučen magnetskom rudom.

Znanstveno pojašnjenje te pojave počelo se proučavati tek nakon početka 17. stoljeća, što se vidi iz priložene kratke kronologije.

Kratka kronologija proširenja znanja o magnetizmu:

- između 7. i 6. stoljeća prije Krista Tales, slavni grčki mudrac, zapazio je da magnet privlači željezne predmete (O. encikl. 1979, sv. 5, str. 245)
- 221.–206. godine prije Krista Kinezi su pronašli kompas (URL 27), što prema drugim izvorima nije identično
- 1600. godine William Gilbert (1540. – 1603.) otkriva magnetizam Zemlje; u djelu *De Magnete, magneticque corporibus* (izašlo u Londonu 1635.) objavio je da je Zemlja veliki magnet (URL 7)

- 1785. Charles de Coulomb pronalazi zakon o privlačenju i odbijanju magnetskih polova
- 1820. Hans Christian Ørsted dolazi do saznanja da električna struja djeluje na magnetsku iglu
- 1825. André Ampère otkrio je zakon o silama među vodičima kroz koje teče struja
- 1830-ih Michael Faraday, Joseph Henry i Heinrich Lenz otkrivaju elektromagnetsku indukciju
- 1873. James Clerk Maxwell sjedinjuje spoznaje Ørsteda i Faradaya u zaokruženu cjelinu (O. encikl.1977, sv. 5, str. 244)
- 1879. Edwin Herbert Hall otkrio je efekt da se zbog utjecaja Zemljina magnet-skog polja u vodiču ili poluvodiču kojim teče struja pojavljuje napon (URL 28).

Postavljanje znanstvenih hipoteza s pomoću kojih su se mogle djelomično pojasniti magnetske pojave omogućili su:

- Predodžba da se magnet sastoji od mnoštva sitnih elementarnih magneta, jer koliko ga god dijelimo, nastali dijelovi imat će sjeverni i južni magnetski pol.
- Otkriće da se pri gibanju električnog naboja stvara magnetsko polje i da se okomito na električno polje javlja magnetsko polje i obrnuto, te tako nastaje elektromagnetsko polje.
Pritom će se električki nabijena čestica:
 - u električnom polju ubrzati ili usporiti, a
 - u magnetskom polju njezina će se putanja svijati prema kružnici, tj. u spiralu.
- Otkriće magnetskog momenta atoma, molekula i elementarnih čestica.

Međutim, treba naglasiti da identificiranje elementarnih magneta s atomima nisu mogle protumačiti sve pojave feromagnetizma (O. encikl. 1979, sv. 5, str. 244).

3. Geomagnetizam – Zemljin magnetizam

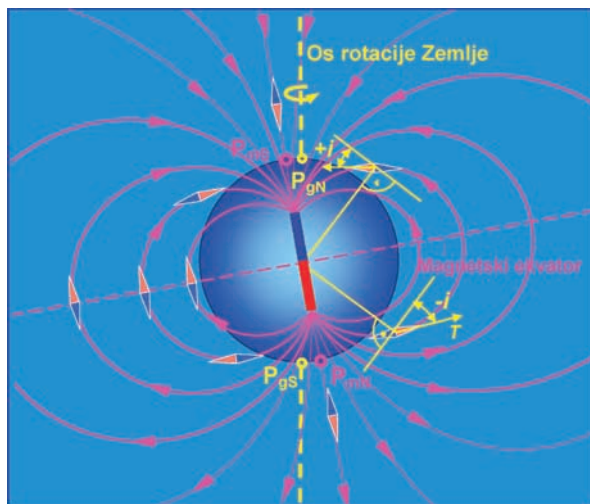
3.1 Općenito o geomagnetizmu

Zemljino magnetsko polje mjereno na površini Zemlje ili iznad nje sadrži doprinose više izvora:

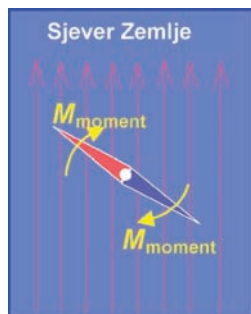
- 1) *glavnog polja*, koje čini više od 95% ukupnog polja, a za koje se smatra da ga uzrokuju električne struje u Zemljinoj unutrašnjosti, najvjerojatnije u vanjskom dijelu tekuće jezgre;
- 2) *polja kore i gornjeg plašta*, uzrokovanog magnetičnim stijenama i električnim strujama u Zemljinoj kori;
- 3) *vanjskog polja*, koje potječe od električnih struja u atmosferi. (Danas se pod atmosferom podrazumijeva prostor oko Zemlje što ga zatvaraju silnice Zemljina magnetskog polja pod utjecajem tzv. Sunčeva vjetra.)

Ta se polja superponiraju i indukcijom djeluju jedna na druga i tako nastaje Zemljin magnetizam (Brkić i dr. 2003a).

Zemlja kao svaki drugi magnet ima svoje magnetske polove i izoklinu s vrijednosti 0° , koja se naziva magnetski ekvator. Slobodno obješena magnetska igla postavit će se u smjeru tangente na prostorno zakrivljenu magnetsku silnicu u promatra- noj točki koje povezuju Zemljine magnetske polove (slika 1). Naime, na magnet- sku iglu djelovat će Zemljino magnetsko polje stvarajući zakretni moment, koji nastoji zakrenuti njen sjeverni vrh (crveni – N) u ravninu meridijana tako da nje- zin vrh gleda približno prema sjevernom geografskom polu (P_{gN}), gdje je u stvar- nosti smješten južni magnetski pol (P_{mS}) (slika 2). To proizlazi iz poznatog svoj- stva magneta da se različiti polovi privlače, a istoimeni odbijaju. Smjer tih silnica na bilo kojoj točki na Zemlji pokazuje smjer *magnetskog meridijana*. U navigaciji obično je vrh sjevernog pola magnetske igle označen crvenom bojom ili slovom N.



Slika 1. Zemljino magnetsko polje i njegove magnetske silnice te postavljanje magnet- ske igle u magnetskom polju. (P_{gN} – sjeverni geografski pol, P_{gS} – južni geografski pol, P_{mS} – južni magnetski pol i P_{mN} – sjeverni magnetski pol).



Slika 2. Nastanak zakretnog momenta, koji nastoji magnetsku iglu zakrenuti u ravninu magnetskog meridijana, tj. njezin sjeverni magnetski pol zakrenuti prema Zemljinu magnetskom polu na sjeveru Zemlje, a to je stvarno južni magnetski pol Zemlje magneta Zemlje.

Zemlja je fizikalno tijelo nepravilna oblika, a njezina referentna nivo-ploha polja ubrzanja sile teže koja služi za izmjeru i opis Zemlje je *geoid*. Geoid se:

- izdiže iznad prihvaćenog referentnoga rotacijskog elipsoida približno najviše 70 m u Tihom oceanu, sjeveroistočno od Australije, a
- najveće udubljenje geoida od približno 100 m nalazi se u Indijskom oceanu.

Međutim, u geodeziji, geografiji i kartografiji Zemlja se aproksimira nekim referentnim elipsoidom, tj. u grubljem približenju kuglom. Tako se može reći da je Zemlja podijeljena meridijanima, kao elipsama ili u većem približenju velikim kružnicama i paralelama kao malim kružnicama.

Zemljino magnetsko polje znatno je nepravilnije od gravitacijskog polja Zemlje i njezina fizičkog tijela (geoida), pa tako ni magnetski polovi sjeverni i južni nisu udaljeni jedan od drugog na razlikama geografskih širina od 180° , a ne leže ni na istom geografskom meridijanu. (Razlika geografskih dužina između magnetskog pola na sjeveru i na jugu Zemlje u 2000. godini bila je čak oko 110° , odnosno 250° , a ne 180° .)

Magnetski pol u stvarnosti nije točka, već središte šireg područja kružnog oblika radijusa $r = 150 \text{ M}$ (međunarodnih milja), tj. $r = 277,8 \text{ km}$ (Benković i dr. 1986). Budući da se geografski (pravi) polovi i magnetski polovi ne poklapaju, magnetski meridijani nisu pravilne elipse (u grubljoj aproksimaciji velike kružnice), već sasvim nepravilne krivulje.

Sila s kojom Zemljino magnetsko polje djeluje na jedinični magnetski pol naziva se *jakost Zemljina magnetskog polja* u promatranoj točki (O. encikl. 1977. sv. 5, str. 244). Vektor jačine Zemljina magnetskog polja predstavlja totalni intenzitet toga polja u nekoj točki polja. On je orijentiran u određenom azimutu u odnosu na geografski meridijan u toj točki i ima smjer koji pokazuje sjeverni kraj magnetske igle. Danas je jedinica za magnetsku indukciju (gustoću magnetskog toka) u SI sustavu Tesla (T), odnosno nanotesla (nT).

Vektor jačine totalnog intenziteta T Zemljina magnetskog polja određen je elementima:

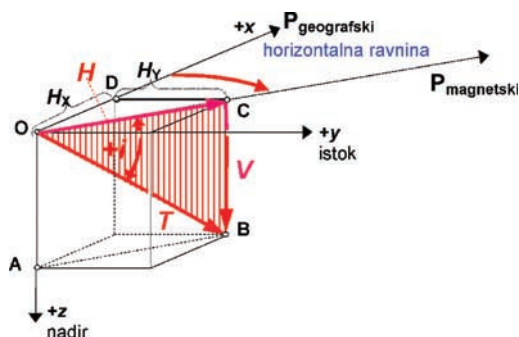
- horizontalnom komponentom H i vertikalnom komponentom V ,
- njezinim kutnim otklonom od horizontalne ravnine, koji se naziva *inklinacija* “ i ” i
- kutnim otklonom horizontalne komponente H totalnog intenziteta jačine magnetskog polja od ravnine meridijana mjerenim u ravnini horizonta, koji se naziva *magnetska deklinacija* “ δ ”.

Te veličine mogu se izračunati po sljedećim formulama:

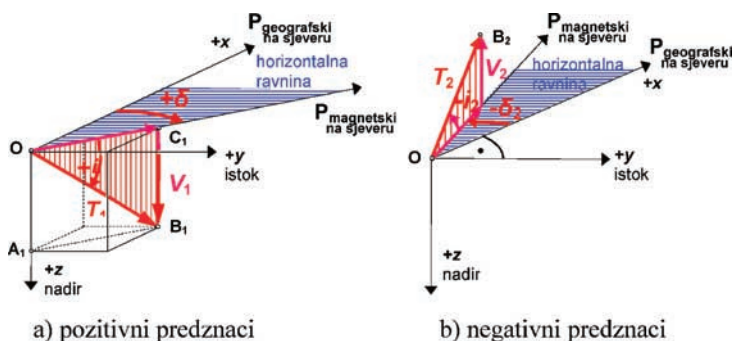
iz $\triangle OBC$ (slika 3) slijedi da je: $H = T \cdot \cos(i)$, $V = T \cdot \sin(i)$, $i = \arctan\left(\frac{V}{H}\right)$,

a iz $\triangle OCD$ proizlazi da je: $H_x = H \cdot \cos(\delta)$, $H_y = H \cdot \sin(\delta)$, $\delta = \arctan\left(\frac{H_y}{H_x}\right)$.

Ovdje su H_x i H_y projekcije horizontalne komponente H totalnog intenziteta jačine Zemljina magnetskog polja na koordinatne osi x i y .



Slika 3. Prostorni prikaz totalnoga magnetskog intenziteta T , njegove horizontalne komponente H , vertikalne komponente V , kuta deklinacije δ i kuta inklinacije i .



Slika 4. Prostorni prikaz predznaka magnetske deklinacije i inklinacije.

Deklinacija može biti:

- *istočna* (označava se u engleskom jezičnom nazivlju slovom E (East) ili predznakom +) kada je sjeverni pol magnetske igle otklonjen prema istoku od geografskog meridijana i
- *zapadna* (označava se u engleskom jezičnom nazivlju slovom W (West) ili predznakom -) kada je sjeverni pol magnetske igle otklonjen prema zapadu (slika 4).

Predznak inklinacije može biti:

- *pozitivan* kada je sjeverni pol magnetske igle usmjeren ispod horizonta i
- *negativan* kada je sjeverni pol magnetske igle usmjeren iznad horizonta (slika 4), što će biti uglavnom na južnoj Zemljinoj magnetskoj hemisferi.

3.2 Sunce i njegovo djelovanje na Zemljino magnetsko polje

Sunce je središnja zvijezda našega Sunčeva planetarnog sustava. Ono je neposredni ili posredni izvor svih vrsta energije na Zemlji, osim nuklearne. Također, ono je i uzročnik i bitan činitelj velikog broja geofizičkih pojava u Sunčevu planetarnom sustavu, pa tako i promjena u Zemljinu magnetskom polju. Os rotacije Sunca na-

gnuta je za $7,2^\circ$ prema okomici na ravninu ekliptike (gdje Zemlja kruži oko Sunca). Masa Sunca je $1,99 \cdot 10^{30}$ kg, što odgovara masi od čak 333 000 masa Zemlje. Sunce se uglavnom sastoji od vodika i helija, točnije od $3/4$ vodika i $1/4$ helija u samom središtu (URL 8).

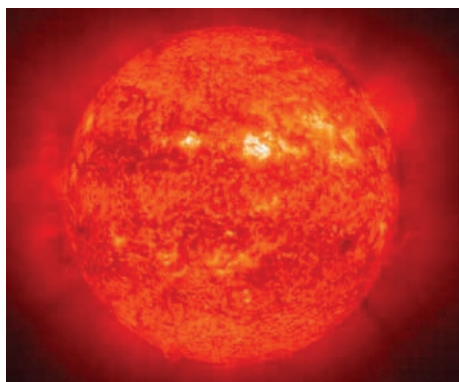
Sunce nema čvrstu površinu (slika 5), pa se kao granica na kojoj počinje njegova atmosfera uzima najviši sloj koji je još uvijek optički neproziran. Zbog ekstremno visokih temperatura Sunčeva je materija u obliku plazme², što neki nazivaju četvrto stanje materije (kruto, tekuće, plinovito i plazme). To je razlog zbog čega različiti dijelovi Sunca imaju različite kutne brzine rotacije.

Pritom, za jedan obilazak oko Sunčeve osi potrebno je dijelovima:

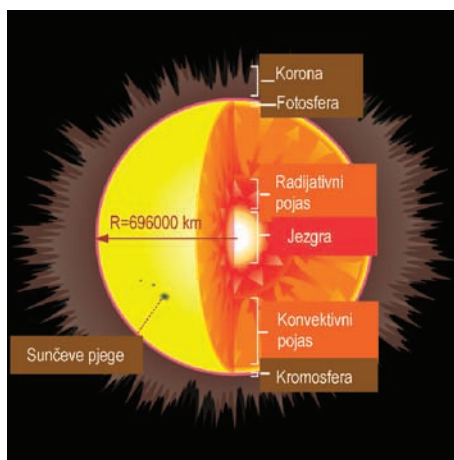
- u području Sunčeva ekvatora 25,05 dana, a
- u područjima oko Sunčevih polova 34,3 dana (URL 8).

Tako dolazi do iskrivljenja silnica Sunčeva magnetskog polja.

Sunce se sastoji od nekoliko dijelova: jezgre (pojasa nuklearnih reakcija), radijativnog pojasa, konvektivnog pojasa, fotosfere, kromosfere i korone (slika 6).



Slika 5. Površina Sunca (URL 10).



Slika 6. Ilustracija unutarnje građe Sunca i njegovi slojevi (URL 8).

Jezgra (pojas nuklearnih reakcija) nalazi se u središtu Sunca i prostire se do 0,2 polujera Sunca. Gustoća materije u jezgri je 150 puta veća od gustoće vode na Zemlji, a temperatura je u jezgri 15,6 milijuna K (stupnjeva Kelvina³) i tlak 10^{16} Pa. Zato su u plazmi atomi veoma zbijeni i jezgre odvojene od elektrona. U takvim uvjetima odvija se fuzija vodika i helija. Spajanjem 4 protona (jezgre atoma vodika) nastaje jedna jezgra helija (2 protona i 2 neutrona), pri čem se oslobađaju subatomske čestice i energija u obliku gama-zračenja.

² Plazma – stanje materije kada je ona potpuno ionizirana, često se to naziva četvrtim agregatnim stanjem (O. encikl. 1986, sv. 6, str. 456).

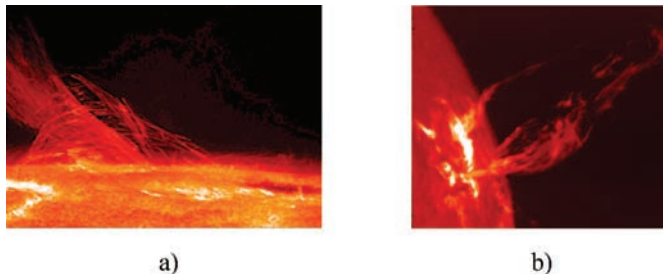
³ Kelvin – jedinica apsolutne temperature, čija se nula nalazi na -273°C (Celzijusa).

Radijativni pojas prostire se od 0,2 do 0,7 Sunčeva radijusa. U tom pojasu Sunčeva materija je vruća i dovoljno gusta da intenzivno prenosi van toplinu jezgre. U toj zoni nema termalne konvekcije. Proizvedena toplinska energija prenosi se do vidljivog sloja fotosfere.

Konvektivni pojas prostire se na 0,3 Sunčeva radijusa. U njemu se miješaju Sunčeve mase. Topliji volumen plina (plazme) se podiže, prenosi toplinu na okolinu i tako se hladi. Zatim se ohlađen spušta. U tom konvektivskom pojasu postoji i zračenje, ali ono ima manji utjecaj na prijenos energije.

Fotosfera je vanjski dio Sunčeve atmosfere, tj. prividna površina koja je intenzivno sjajna. Debela je oko 200 do 400 km, a temperatura joj je 5750 K. Vrući plin izvire iz unutrašnjosti na površinu, zbog čega nam se čini da površina ima granulastu (zrnatu) strukturu. Granule su promjera oko 1000 km, u stalnom su pokretu, kao voda koja vrije, a traju u prosjeku samo nekoliko minuta. One su 400–500 K toplije od tamnoga međugranulastog prostora.

Kromosfera je sloj Sunčeve atmosfere nepravilnog oblika, koji se proteže iznad fotosfere do visine oko 10 000 km. Kromosfera se može vidjeti samo za potpune pomrčine Sunca. Porastom visine gustoća atmosfere opada, ali se povećava temperatura. U kromosferi dolazi do izboja plina stvaranjem *prominencije* (*protuberance*) (slika 7a) i *baklje* (slika 7b). *Prominencije* su oblaci ili mlazovi usijanog plina izbačenog u visinu čak i 150 000 km iznad fotosfere i dostižu temperaturu 20 000 K. Na sličan način nastaju i *baklje* kao mlazovi koji se brzo podižu i padaju natrag na Sunce.



Slika 7. U Sunčevoj kromosferi: a) prominencije (URL 8) i b) baklja ili bljesak (URL 10).

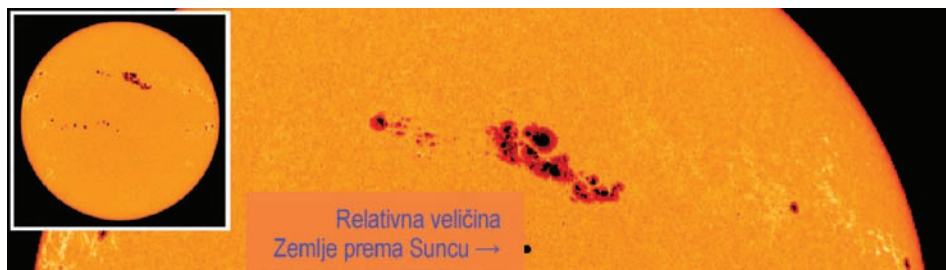
Korona je viši sloj Sunčeve atmosfere izrazito male gustoće, gdje temperatura raste do 1 milijun kelvina. Za sada nije objašnjeno zbog čega se događa taj porast temperature. Pretpostavka je da ga stvaraju strujanja plina pod djelovanjem Sunčeva magnetskog polja. Vanjski dijelovi korone stalno gube masu u obliku Sunčeva vjetra.

Sunčeve pjege prvi su registrirali kineski astronomi 28. godine prije Krista (Hanšu, 27). To su vjerojatno bile velike skupine Sunčevih pjega, kada su pritom puhali jaki vjetrovi u azijskim pustinjama. Tako je zrak bio pun pijeska, koji je ujedno poslužio kao filtar pri pogledu na Sunce.

Kada je otkriven durbin mnogi su počeli opažati pjege na Suncu: Thomas Harriot, Johannes i David Fabricius, Galileo Galilei, Christoph Scheiner i dr. (URL 9). Gali-

leo Galilei je nakon tih opažanja pjega na Suncu ošteti vid i oslijepio, jer nije koristio odgovarajuće filtre. Znanstveno istraživanje Sunca počelo je s Galilejem.

Sunčeve pjege u širem smislu ubrajaju se u protuberance, a to su područja niže temperature vidljiva kao tamni dijelovi na fotografijama Sunčeve površine. Pojedina pjega traje u prosjeku nekoliko dana, a maksimalno nekoliko mjeseci. Pojavljuju se u povećanom broju u ciklusima od 11,2 godine, a uzrokovane su pojavom lokalnih magnetskih polja Sunca.



Slika 8. Sunčeve pjege; za predodžbu o njihovim veličinama na dnu slike prikazana je veličina Zemlje u mjerilu slike Sunca (URL 9).

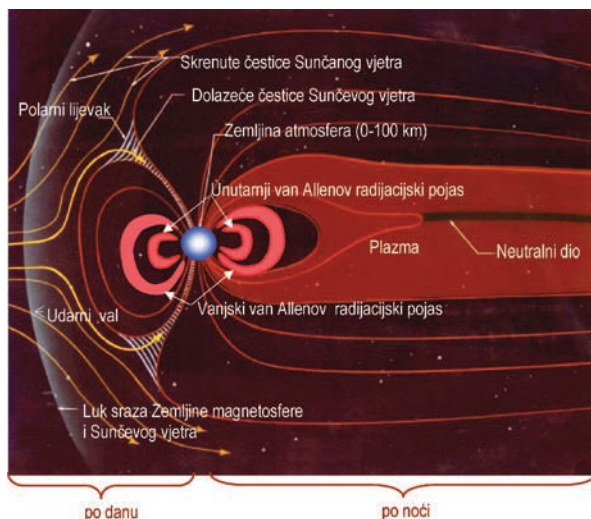
Sunčevo zračenje sadrži široko područje frekvencija, u kojem je uz vidljivo, infracrveno i ultraljubičasto područje zastupano i kratkovalno radiozračenje, te emisija subatomske čestice.

Sunčev vjetar čini tok ioniziranih i subatomske čestice izbačenih iz gornjih slojeva Sunčeve atmosfere. Naime, može se slobodnije reći kao da Sunce isparava. Kada te čestice polete u svemir, dobije se Sunčev vjetar. Plazma se uspijeva otrgnuti od Sunca u područjima gdje se Sunčeve silnice magnetskog polja šire u svemir, a ne gdje se u obliku luka vraćaju na površinu Sunca. Sunčev vjetar doseže veliku brzinu od 750 km/s (URL 17). Otkrio ga je američki umjetni Zemljin satelit *Mariner 2* 1962. godine.

Sunčev vjetar većim dijelom zaobilazi Zemlju (slika 9) jer ga skreće Zemljino magnetsko polje. Pritom Sunčev vjetar formira oblik Zemljine magnetosfere tako da ju spljoštava na strani okrenutoj Suncu, stvarajući udarni val, tj. luk sraza Zemljine magnetosfere i Sunčeva vjetra, a na suprotnoj ju izdužuje. Upravo tako nesimetrično formiranje Zemljine magnetosfere pod djelovanjem Sunčeva vjetra pokazuje da će Sunce djelovati različito po danu, kada je njezin dio okrenut prema Suncu, a drugačije kada je noć. To u potpunosti može pojasniti zašto je Zemljino magnetsko polje nemirnije po danu, kada je Sunce iznad horizonta, a mirnije po noći.

Samo manji broj čestica Sunčeva vjetra koje uđu u našu atmosferu, kroz polarne lijevke, uzrokuju polarnu svjetlost i geomagnetske oluje. Tako geomagnetske oluje izazivaju nepravilnosti u radu magnetskih igala, kao i smetnje u telekomunikacijama, pa i smetnje u prijemu radiosignala s GPS-satelita. (Npr. ako se pojave cycle slipsi na svim signalima GPS-satelita, oni su najvjerojatnije uzrok djelovanja ionosfere, odnosno Sunčeva vjetra.)

S pomoću Sunčeva vjetra može se objasniti i skretanje repa komete u suprotnu stranu od Sunca.



Slika 9. Prikaz Zemljine magnetosfere, van Allenovih radijacijskih pojava i nastanak polarne svjetlosti (prema URL 29).

Polarna svjetlost je sjaj na noćnom nebu na visokim geografskim širinama (slika 10). Norvežanin *Kristian Birkland* je 1901. godine izveo eksperiment sa snopom elektrona usmjerenim u magnetiziranu sferu u zrakopraznom prostoru. To je učinio kako bi dokazao da polarna aurora nastaje od snopa električki nabijenih čestica prispjelih sa Sunca (URL 7). Tako se zna da polarnu svjetlost uzrokuje Sunčev vjetar. U normalnim uvjetima, čestice Sunčeva vjetra dolaze do Zemlje brzinom od oko 300 do 700 km/s, a to je brzina 50 do 100 puta veća od brzine pušcanog metka. Za vrijeme magnetskih oluja tok Sunčeva vjetra može biti nekoliko puta jači. Sunčev vjetar usmjeren prema Zemlji nailazi na Zemljinu magnetosferu. Magnetosfera zakreće putanje električki nabijene čestice, jer kako je rečeno:

putanja električki nabijene čestice svija se pri ulasku čestice u magnetsko polje.

Tako silnice Zemljine magnetosfere zakreću veći dio Sunčeva vjetra pokraj Zemlje, a manji dio prema Zemljinim magnetskim polovima (slika 9) (URL 11). Pritom samo kroz polarne lijevke uđe manja količina Sunčeva vjetra. Polarna svjetlost nastaje kada se elektroni Sunčeva vjetra na visini 80 do 150 km od površine Zemlje sudaraju s atomima gornjeg sloja atmosfere. Prevladavaju emisije atoma kisika, koji daju zelenu i crvenu boju svjetlosti (slika 10).

Za snažnih magnetskih oluja polarna svjetlost može se vidjeti i bliže ekvatoru, a one su najčešće u vrijeme vrhunca 11-godišnjeg ciklusa Sunčevih pjega.



Slika 10. Polarna svijetlost – *Aurora borealis* (URL 29).

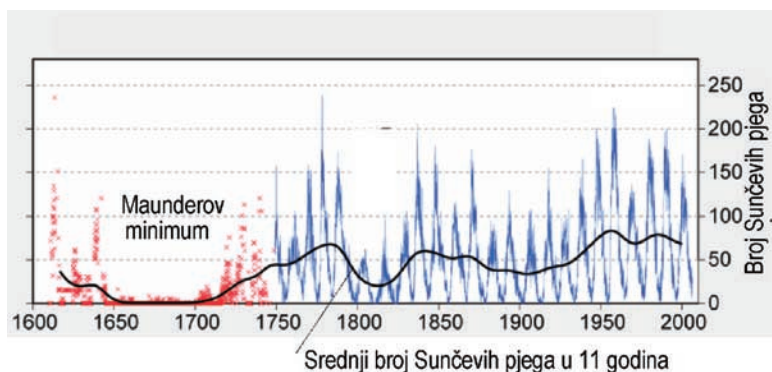
Sunčeve cikluse otkrio je njemački astronom (amater) Samuel Heinrich Schwabe (1789. – 1875.) kada je pokušao pronaći novi planet unutar Merkurove orbite, kojemu je bio radni naziv “Vulkan”. Kako je taj planet trebao biti blizu Sunca, Schwabe je vjerovao da ga je moguće detektirati kao crnu mrlju kad prolazi ispred Sunca. Opažajući Sunce svaki vedri dan od 1826. do 1843. godine u nadi da će pronaći novi planet, zapazio je pravilne promjene u broju Sunčevih pjega, što je objavio u kratkom članku “*Solar Observation during 1843*”. U njemu je sugerirao da postoji vjerojatno desetogodišnji period povećanja Sunčevih pjega. Uz Newtonov zakon gravitacije (URL 21), to je jedno od najvažnijih otkrića u astronomiji.

Irski astronom Edward Sabine (1788. – 1883.) pronašao je 1852. godine iz zapisanih podataka u Torontu (Kanada) da se magnetske promjene mogu podijeliti u *redovite* dnevne cikluse i *nepravilne* dijelove. Nepravilni dijelovi odgovaraju promjenama broja Sunčevih pjega čiju je cikličnost najavio H. Schwabe 1843. godine. Sabine je 6.4.1852. godine izjavio da 11-godišnji ciklus Sunčevih pjega “apsolutno odgovara” Zemljinu 11-godišnjem geomagnetskom ciklusu (URL 20).

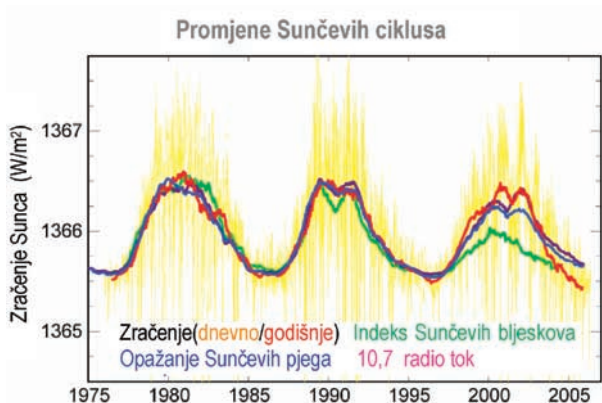
Pokušao je pronaći i korelaciju magnetskog polja Zemlje s *Mjesecom* pretpostavljajući da ostala nebeska tijela također imaju utjecaj na Zemljinu magnetsko polje. Zaključio je da Mjesec mora imati značajno svoje magnetsko polje.

Međutim, pogriješio je: efekt koji je on otkrio bio je uistinu rezultat plime i oseke Zemljine ionosfere prouzrokovane gravitacijom Mjeseca, a ne njegovim magnetskim poljem (URL 20). Svakako da su sile magnetskog polja i gravitacijskog polja međusobno povezane i da ih se mora zajednički promatrati, kad istovremeno djeluju u nekom prostoru.

Rad Schwabea dao je poticaj mnogim astronomima. Tako je i švicarski astronom Johann Rudolf Wolf (1816. – 1893.) skupio sve moguće podatke aktivnosti Sunčevih pjega čak od 1610. godine i izračunao da je period ciklusa Sunčevih pjega *11,1 godina*. Tako je taj period Sunčevih pjega nazvan *Wolfovim brojem*. U stvarnosti maksimumi Sunčevih pjega događaju se u razmaku između 7 i čak 17 godina. Wolf je bio 1852. godine jedan od četiriju znanstvenika toga doba koji su otkrili vezu između Sunčevih pjega i magnetskih promjena na Zemlji (URL 19). Na slici 11 grafički je prikazana cikličnost Sunčevih pjega tijekom 400 godina, a na slici 12



Slika 11. Grafički prikaz broja Sunčevih pjega od 1610. do 2005. godine i krivulja srednjeg broja Sunčevih pjega (URL 9).



Slika 12. Grafički prikaz promjena Sunčevih ciklusa u posljednjih 30 godina: a) zračenja (dnevnog i godišnjeg), b) opažanja Sunčevih pjega, c) indeksa Sunčevih bljeskova i d) 10,7 radio tok (URL 8).

detaljnije su prikazane promjene Sunčevih ciklusa tijekom posljednjih 30 godina. Iz grafikona na slici 11 vidi se da se visina maksimuma Sunčevih pjega izmjenjuje i da su one bile najveće oko 1780., 1840. i 1960. godine, pa se tako govori o 100-godišnjem periodu.

Za sve te pravilnosti u promjenama Zemljina magnetskog polja, utvrđene empirijskim načinom, nije nađeno tumačenje. Osim toga ni statističko pojavljivanje pjega na Suncu unutar ciklusa nije rastumačeno fizičkim mehanizmom. Nije nađen ni razlog zašto se pjege uopće pojavljuju (Vujnović 1994, str. 55).

Zemljino magnetsko polje podvrgnuto je i slučajnim, ne periodičkim, *magnetskim olujama*. One su obično povezane sa smetnjama u telegrafskim, telefonskim i radiovezama, ali često i s pojavom polarne svijetlosti u polarnim krajevima.

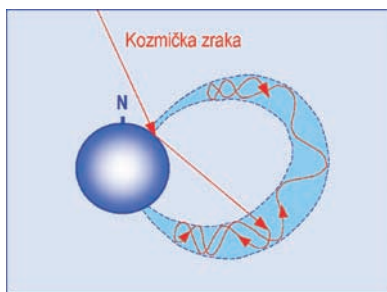
Van Allenovi radijacijski pojasi

Postojanje radijacijskog pojasa oko Zemlje predvidio je znanstvenik Nicholas Christofilis (URL 23), a pronašao ga je američki znanstvenik dr. James van Allen nakon izbacivanja prvih umjetnih satelita u orbitu oko Zemlje.

Unutarnji van Allenov radijacijski pojas pronašao je van Allen analizom skupljenih podataka na prvom američkom umjetnom Zemljinu satelitu Explorer I (lansiranom 31.1.1958. godine) i na satelitu Explorer III. To je pojas koji se širi kao torus oko Zemlje, a udaljen je od površine Zemlje na ekvatoru 1000 do 5000 km (URL 24) (slika 9).

Vanjski van Allenov radijacijski pojas pronađen je na temelju skupljenih podataka na američkim svemirskim sondama Pioneer III i IV (lansiranim 6.12.1958. i početkom 1959. godine), a nalazi se iznad unutarnjeg van Allenova radijacijskog pojasa na visini 15 000 do 25 000 km od površine Zemlje na ekvatoru (URL 24).

Pojasi su ispunjeni česticama, kao u nekoj stupici. Staze nabijenih čestica reflektiraju se u područja magnetskog polja, tj. gdje se silnice magnetskog polja stišću. Unutar van Allenova pojasa čestica se može dugo gibati odbijajući se od njegovih stisnutih krajeva (slika 13).



Slika 13. *Orbita protona u unutarnjem van Allenovu radijacijskom pojasu (prema URL 25).*

U pojasi se protoni i elektroni gibaju s vrlo velikim energijama. U jednoj sekundi prođe kroz 1 cm² i milijun čestica. Zbog toga je boravak ljudi u van Allenovim pojasi opasan po život, pa i astronauta bez posebne zaštite, slično kao i pod utjecajem radioaktivnog zračenja.

U unutarnjem pojasu prevladavaju protoni s energijama većim od milijun elektrovolti, a u vanjskom protoni manjih energija (Vujnović 1994, str. 69).

Van Allenovih radijacijskih pojasa nema u polarnim krajevima. U vanjskom su pojasi čestice brojnije i pojas se širi pri jačoj Sunčevoj aktivnosti. Ispunjavaju ga čestice koje pristižu Sunčevim vjetrom, dok je unutarnji pojas posljedica dotoka kozmičkih zraka.

Iz svega prethodno izloženog može se ustvrditi da:

Zemljino magnetsko polje zaštićuje Zemlju od neželjene radijacije koja dolazi sa Sunca i bez Zemljina magnetskog polja ne bi bio moguć život na Zemlji.

3.3 Zemljino magnetsko polje i njegove promjene

Zemljino magnetsko polje mijenja se prostorno i vremenski. Nanesu li se vrijednosti pojedinih geomagnetskih elemenata T , H , V , δ i “ i ” svedene na isti trenutak na geografske karte, pa se mjesta s jednakim vrijednostima jednog elementa spoje linijama, dobit će se karte izolinija.

Tako se dobivaju *karte za određeni trenutak*:

- *izogona*, tj. linija koje na površini Zemlje spajaju mjesta s jednakim vrijednostima magnetskih deklinacija,
- *izoklina*, tj. linija koje na površini Zemlje spajaju mjesta s jednakim vrijednostima magnetskih inklinacija,
- *izodina*, tj. linija koje na površini Zemlje spajaju mjesta s jednakim vrijednostima magnetskog intenziteta, itd.

Prvo poznato određivanje magnetske deklinacije bilo je u Kini 720. godine. U Europi pojam deklinacija bio je poznat u ranim 1400-tim godinama, ali prva precizna mjerenja deklinacije učinjena su 1510. godine, kada je Georg Hartman odredio magnetsku deklinaciju u Rimu (URL 5). On je 1544. godine otkrio također magnetsku inklinaciju (Gregl 2000).

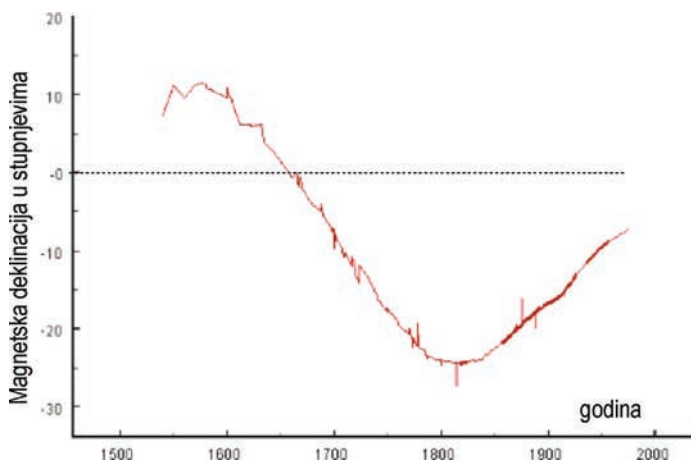
Joao de Castro je 1544. godine na putovanju u Istočnu Indiju odredio magnetske deklinacije na 43 točke (URL 7).

William Borough (1536. – 1599.) odredio je 1580. godine vrijednost promjena magnetskih deklinacija (varijacija) u svojem mjestu (Benković 1986, str. 36), napisao je raspravu o promjenama magnetskoga kompasa te sastavio nekoliko pomorskih karata (URL 13).

Edmund Gunter (1581. – 1626.) istraživao je 1622. godine promjene magnetske deklinacije kraj Limehouse pokraj Londona. Na temelju tih rezultata sumnjao je u rezultate Williama Borougha, dobivene prije više od 40 godina (URL 16). On je pretpostavio pogrešku u Boroughovim mjerenjima, ali to su bila prva opažanja vremenskih magnetskih promjena. Tako je Gunter 1624. godine prvi otkrio vremenske promjene magnetskog polja. On i njegov nasljednik Henry Gellibrand (1597. – 1637.) skupili su mjerenja magnetskih deklinacija učinjenih kraj Limehouse pokraj Londona. Obradom tih podataka od 1580. do 1634. godine Gellibrand je otkrio sustavno smanjivanje vrijednosti magnetskih deklinacija, tj. fenomen sekularnih promjena magnetskih deklinacija, i to je publicirao u radu *A discourse mathematical of the variation of the magneticall needle together with its admirable diminution lately discovered* 1635. godine (URL 14) i (URL 15).

Iz grafa, nadopunjenog novijim podacima, na slici 14 vidi se da se magnetska deklinacija kraj Londona promijenila od 10° E (istočno) krajem 16. stoljeća do 25° W (zapadno) ranih godina 19. stoljeća i da se vraća na suvremenu vrijednost oko 3° W.

Prema podacima iz literature proizlazi da je prvu tematsku kartu s iscertanim izogonama na kojoj su prikazane magnetske deklinacije izradio engleski znanstvenik, slavni astronom Edmund Halley (1665. – 1742.) 1721. godine (slika 15) (URL 4) i (URL 5). To je učinio na temelju putovanja po Atlantskom oceanu 1701. godi-



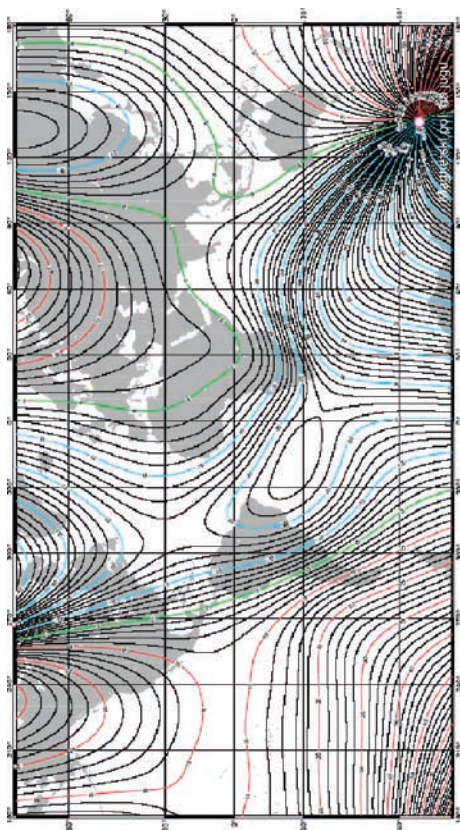
Slika 14. Grafički prikaz promjene magnetske deklinacije kraj Londona izražen u stupnjevima po godinama (URL 6).



Slika 15. Halleyeva karta izogona (otklona magnetskih deklinacija) iz 1701. godine, koju je objavio 1721. godine (URL 5).

ne, a došao je i do zaključka da se linija agona (tj. izolinijska s magnetskom deklinacijom 0°) polako pomiče na zapad (URL 6).

Nakon Halleya izrađen je veliki broj karata s iscrtanim izogonama, jer ih trebaju pomorci pri korištenju magnetskih kompasa na plovidbama.

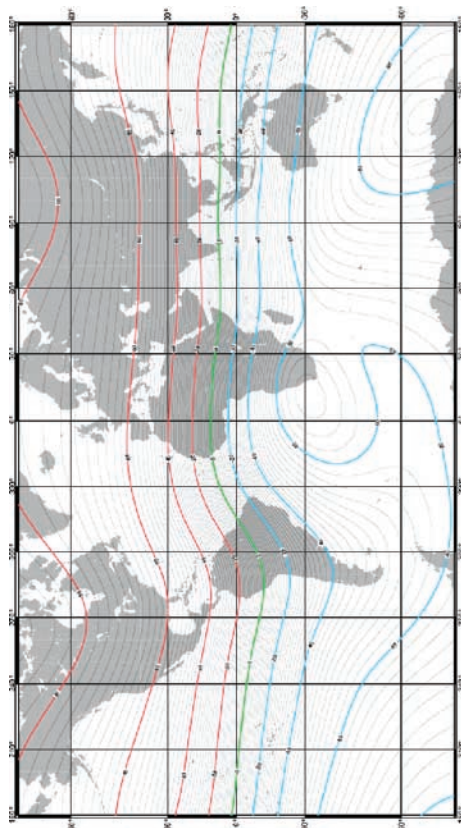


Slika 16. *Karta svijeta magnetskih deklinacija za epohu 2005,0 (World Magnetic Model- WMM-2005,0) (URL 2). Izogone su iscrtane za svaka 2°, zelenom bojom označena je agona (izogona s deklinacijom 0°), crvenom bojom označene su pozitivne izogone (istočne) za svaki višekratnik od 10° i plavom bojom negativne izogone (zapadne) za svaki višekratnik od 10°.*

Na slici 16 prikazana je karta izogona za 2005. godinu nazvana World Magnetic Model (skraćeno WMM-2005,0), koja je postala standardni model magnetskog polja u:

- Ujedinjenom Kraljevstvu Velike Britanije i Sjeverne Irske za njihovo ministarstvo obrane,
- Sjedinjenim Američkim Državama za njihovo ministarstvo obrane,
- North Atlantic Treaty Organization,
- World Hydrographic Office,
- ali i za civile u širokoj uporabi.

Namijenjen je za navigaciju na globalnoj razini brodova, zrakoplova, projektila, satelita te drugih vozila na kopnu i platformi. Tako je ugrađen i u neke GPS-pri-



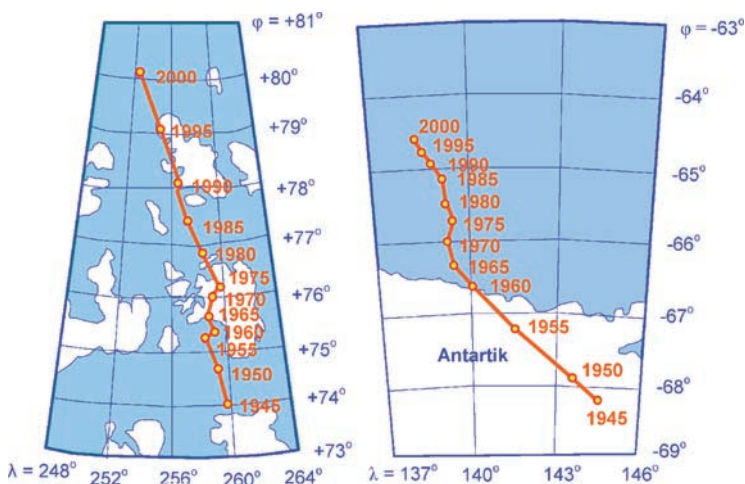
Slika 17. Karta magnetskih inklinacija World Magnetic Modela za epohu 2005,0, s iscrtanim izoklinama na svaka 2° (URL 2).

jamnike, pa se može prijeći iz koordinatnog sustava WGS '84 u sustav s magnetskim sjeverom i obrnuto.

Na karti (slika 16) vidi se da se sve linije izogona sijeku u magnetskim polovima, a na njoj nije označen položaj magnetskog pola na sjeveru Zemlje, jer se njegov položaj nalazi nešto malo izvan okvira te karte.

Na slici 17 prikazana je karta svijeta s izoklinama u 2005. godini (URL 2), čija je ekvidistancija 2°. Na njoj *pozitivan predznak* inklinacije imaju točke uglavnom na sjevernoj Zemljinoj hemisferi, a na južnoj *negativan predznak*, jer je sjeverni vrh magnetske igle (N) iznad horizonta. Na karti na slici 17 se može vidjeti da inklinacije po apsolutnoj vrijednosti rastu od magnetskog ekvatora prema polovima na obadvije Zemljine polulopte. Izokline s apsolutnom vrijednosti 80° nalaze se u širokom području oko magnetskih polova.

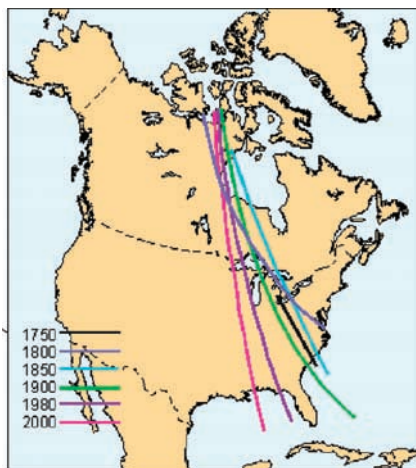
Magnetski polovi Zemlje mijenjaju svoje položaje (slika 18). Brzina kretanja sjevernoga magnetskog pola je između 9 i 40 km na godinu prema sjeverozapadu (iz Kanade prema Sibiru) (URL 1). Brzina gibanja južnoga magnetskog pola bila bi



Slika 18. Gibanje sjevernoga i južnoga magnetskog pola od 1945. do 2000. godine.

približno ista brzini sjevernoga magnetskog pola iako, kako se vidi na slici 18, ti prijedeni putovi u istoj godini nisu jednaki, ali imaju istu tendenciju kretanja prema sjeverozapadu.

Linije koje na površini Zemlje spajaju točke jednakih promjena jednoga magnetskog elementa unutar nekog vremenskog razdoblja zovu se *izopore*. One upućuju na određena žarišta sekularnih promjena elemenata. Ta žarišta mijenjaju intenzitet i položaj, te se pomiču prema sjeverozapadu. Sekularna varijacija Zemljina magnetskog polja očituje se osim toga i u progresivnom pomicanju *agona*, tj. izogona s magnetskom deklinacijom 0° (slika 19).

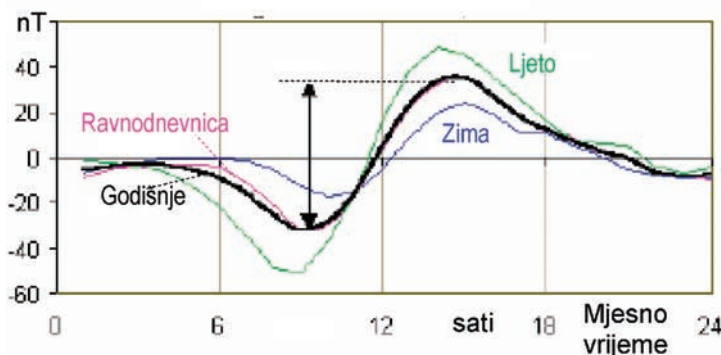


Slika 19. Pomaci agona u Sjevernoj Americi (tj. izogona s deklinacijom 0°) od 1750. do 2000. godine (URL 6).

Osim sa sekularnom promjenom (varijacijom) Zemljino magnetsko polje podvrgnuto je i periodičnim varijacijama.

Dnevne promjene magnetskih deklinacija (varijacija) mogu se ubrojiti u tu skupinu periodičnih varijacija Zemljina magnetskog polja. Otkrio ih je G. Tachart 1682. godine (Gregl 2000).

Dnevne promjene nisu velike i praktično nemaju značaj u navigaciji. Uvjetovane su rotacijom Zemlje oko svoje osi i rotacijom Zemlje oko Sunca. Tako je zbog dnevne varijacije Zemljino magnetsko polje nemirnije u toku dana kada je Sunce iznad horizonta točke, a mirnije preko noći. Najmanji otklon geografskog meridijana od magnetskog meridijana je ujutro od 5 do 8 sati, a najveći oko 14 sati (lokalnog vremena), kada počinje opadati. Srednja dnevna deklinacija pojavljuje se oko 10 sati i u vremenskom razdoblju od 20 do 24 sata (Macarol 1977, str. 277).



Slika 20. Na grafikonu su prikazane dnevne promjene komponente geomagnetskog polja prema istoku kraj Hobartona (42,9° južne geografske širine – Tasmania), 1848. godine, izražene u nT (nanoteslama). Međutim, ti grafikoni pokazuju i godišnju (sezonsku) promjenu Zemljina magnetskog polja (URL 22).

Godišnje promjene magnetskih deklinacija (varijacije) pronašao je G. Gilpin na prijelazu iz 18. u 19. stoljeće (Gregl 2000), a one ovise o rotaciji Zemlje oko Sunca. Pritom su ljetne amplitude dvostruko veće nego zimi.

Njemački znanstvenik Alexander von Humboldt (1766. – 1859.) utvrdio je da se totalni intenzitet Zemljina magnetskog polja mijenja s geografskom širinom, a to znači da se mijenjaju svi njegovi elementi u prostoru i vremenu.

4. Geomagnetske karte u Hrvatskoj

Kao što je navedeno u radu (Brkić i dr. 2003b) najstarija geomagnetska mjerenja na teritoriju Hrvatske izveo je J. Marieni mjerenjem magnetskih deklinacija na Jadranskome moru od 1806. do 1823. godine. To je prilično značajno kada se zna da je C. F. Gauss počeo promatrati Zemljino magnetsko polje 1803. godine i da je 1839. godine primijenio *sfernu harmonijsku analizu* na Zemljino magnetsko polje (URL 7).

Nakon toga slijedila su magnetska mjerenja na pojedinim područjima Hrvatske:

- 1847. – 1854. K. Kreil,
- 1867. – 1870. G. Schellander,
- 1886. – 1887. E. Gelčić,
- 1889. – 1890. F. Laschober i V. Kesslitz,
- 1902. – 1904. R. Eötvös, itd.

Tako je J. Mokrović na osnovi izvedenih mjerenja izradio kartu s iscrtanim izogonama za područje bivše Jugoslavije za epohu 1927,5 (vidi u Brkić i dr. 2003b).

Poslije je kartu izogona za epohu 1950,0 za područje Jadrana izradio J. Goldberg u suradnji s još tri koautora (vidi u Brkić i dr. 2003b).

Magnetske anomalije karakterizirane su velikim promjenama gradijenta (promjena vrijednosti) geomagnetskih elemenata. U Jadranskom moru magnetske anomalije se pojavljuju u području otoka Jabuke i Visa, a nešto je slabija kraj otoka Cresa i Lošinja.

U svijetu je poznata Kurska magnetska anomalija u Rusiji (Benković i dr. 1986, str. 111).

U radu (Brkić i dr. 2003a) primijenjena je i sferna harmonijska analiza na gravitacijsko polje Hrvatske i uz uporabu svjetskih geomagnetskih modela WMM-2000 i IGRF-2000 (International Geomagnetic Reference Field) iscrtane su karte magnetskih deklinacija za Hrvatsku i njihovih godišnjih promjena. O Hrvatskoj geomagnetskoj mreži sekularnih točaka može se naći u radu (Brkić i dr. 2005), a o Hrvatkom geomagnetskom normalnom referentnom polju 2004,5 u radu (Brkić i dr. 2008).

5. Zaključak

Znanje o magnetizmu postupno se proširivalo od 17. stoljeća do danas. Tako se i saznalo da je Zemljino magnetsko polje podložno stalnim promjenama, kako vremenskim tako i prostornim. Saznalo se da Sunce znatno utječe na Zemljino magnetsko polje posebno u vrijeme njegove povećane aktivnosti, tj. kada se pojavi povećan broj Sunčevih pjega. U tom istom vremenskom periodu, tj. za vrijeme pojačane aktivnosti Sunca, dolazi i do magnetskih oluja, “nepravilnog” rada magnetskih kompasu, pojave polarnog svjetla, smetnji u radiovezama, telekomunikacijama, kao i smetnji u prijemu radiosignala odaslanih s GPS-satelita.

Danas geodeti više ne koriste “busolne” vlakove, ali se u automobile uz satelitsku GPS-navigaciju ugrađuju elektronički kompasu kako bi se nadopunila GPS-određivanja u trenucima kada se iznad GPS-antene ne nalazi dovoljan broj GPS-satelita.

Zbog toga treba posebnu pozornost posvetiti ispitivanju točnosti mjerenja magnetskih azimuta s pomoću elektroničkih kompasu i saznati koja se točnost uopće može očekivati.

ZAHVALA: Najljepše zahvaljujemo prof. dr. Asimu Bilajbegoviću i prof. dr. Mariju Brkiću što su pažljivo pročitali rad i dali vrlo korisne primjedbe, te na taj način znatno pridonijeli njegovu poboljšanju.

Zahvaljujemo također Ministarstvu znanosti, prosvjete i športa RH što je djelomično financiralo ovaj rad, koji je izrađen u okviru projekta *Razvoj znanstvenog mjeriteljskog laboratorija za geodetske instrumente* br.: 007–0000000–3539.

Literatura

- Benković, F., Piškorec, M., Lako, Lj., Čepelak, K., Stajić, D. (1986): Terestrička i elektronska navigacija, Hidrografski institut ratne mornarice – Split.
- Brkić, M., Hećimović, Ž., Bašić, T. (2003a): Geomagnetna deklinacija na prostoru Hrvatske na temelju globalnih geomagnetskih modela, *Geodetski list*, 57 (80), 1, 1–15.
- Brkić, M., Bašić, T., Verbanac, G. (2003b): Geomagnetism in Croatia – A Historical Overview, *Geodetski list*, 57 (80), 3, 183–194.
- Brkić, M., Šugar, D., Rezo, M., Markovinović, D., Bašić, T. (2005): Hrvatska geomagnetska mreža sekularnih točaka, *Geodetski list*, 59 (82), 2, 113–127.
- Brkić, M., Šugar, D. (2008): Hrvatsko geomagnetsko normalno referentno polje 2004,5, *Geodetski list*, 62 (85), 1, 1–8.
- Goldberg, J., Baturić, J., Mokrović, J., Kasumović, M. (1952): Određivanje magnetske deklinacije u jugoslavenskom području Jadranskog mora 1949, *Rasprava građa Inst. pov. priro.-matem. med. nauka Jugosl. akad. znan. umjetn.*, 1/2, 13–43, Zagreb.
- Gregl, T. (2000): Dnevna promjena jakosti magnetskog polja Zemlje, *Rudarsko-geološko-naftni zbornik*, Vol. 12, 15–28.
- Horning, F., Wagner, W. (2005): Duell der Giganten, *Der Spiegel*, Nr. 32, str. 78.
- Macarol, S. (1977): Praktična geodezija, Tehnička knjiga, Zagreb.
- Mokrović, J. (1928): Razdioba glavnih elemenata zemaljskog magnetizma u kraljevini Srba, Hrvata i Slovenaca, *Rad Geofizičkog zavoda u Zagrebu*, 3–14, Zagreb.
- O. encikl. (1979): Magnetizam i magnetizam Zemlje, *Opća enciklopedija Jugoslavenskog leksikografskog zavoda Miroslava Krleže*, sv. 5, str. 244 i 245.
- O. encikl. (1986): Plazma, *Opća enciklopedija Jugoslavenskog leksikografskog zavoda Miroslava Krleže*, sv. 6, str. 456.
- O. encikl. (1987): Sunce, *Opća enciklopedija Jugoslavenskog leksikografskog zavoda Miroslava Krleže*, sv. 7, str. 727–728.
- Vujnović, V. (1994): *Astronomija 2*, Školska knjiga, Zagreb.
- URL 1: Magnetizam, [http://sr.wikipedia.org/sr-el/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%B5%D0%B7%D0%B9%D0%BB%D0%BD%D0%BF%D0%10%D0%12%D0%14%D0%16%D0%18%D0%1A%D0%1C%D0%1E%D0%20%D0%22%D0%24%D0%26%D0%28%D0%2A%D0%2C%D0%2E%D0%30%D0%32%D0%34%D0%36%D0%38%D0%3A%D0%3C%D0%3E%D0%40%D0%42%D0%44%D0%46%D0%48%D0%4A%D0%4C%D0%4E%D0%50%D0%52%D0%54%D0%56%D0%58%D0%5A%D0%5C%D0%5E%D0%60%D0%62%D0%64%D0%66%D0%68%D0%6A%D0%6C%D0%6E%D0%70%D0%72%D0%74%D0%76%D0%78%D0%7A%D0%7C%D0%7E%D0%80%D0%82%D0%84%D0%86%D0%88%D0%8A%D0%8C%D0%8E%D0%90%D0%92%D0%94%D0%96%D0%98%D0%9A%D0%9C%D0%9E%D0%A0%D0%A2%D0%A4%D0%A6%D0%A8%D0%AA%D0%AC%D0%AE%D0%B0%D0%B2%D0%B4%D0%B6%D0%B8%D0%BA%D0%BC%D0%BE%D0%C0%D0%C2%D0%C4%D0%C6%D0%C8%D0%CA%D0%CC%D0%CE%D0%D0%D0%D2%D0%D4%D0%D6%D0%D8%D0%DA%D0%DC%D0%DE%D0%E0%D0%E2%D0%E4%D0%E6%D0%E8%D0%EA%D0%EC%D0%EE%D0%F0%D0%F2%D0%F4%D0%F6%D0%F8%D0%FA%D0%FC%D0%FE%D0%100%D0%102%D0%104%D0%106%D0%108%D0%10A%D0%10C%D0%10E%D0%110%D0%112%D0%114%D0%116%D0%118%D0%11A%D0%11C%D0%11E%D0%120%D0%122%D0%124%D0%126%D0%128%D0%12A%D0%12C%D0%12E%D0%130%D0%132%D0%134%D0%136%D0%138%D0%13A%D0%13C%D0%13E%D0%140%D0%142%D0%144%D0%146%D0%148%D0%14A%D0%14C%D0%14E%D0%150%D0%152%D0%154%D0%156%D0%158%D0%15A%D0%15C%D0%15E%D0%160%D0%162%D0%164%D0%166%D0%168%D0%16A%D0%16C%D0%16E%D0%170%D0%172%D0%174%D0%176%D0%178%D0%17A%D0%17C%D0%17E%D0%180%D0%182%D0%184%D0%186%D0%188%D0%18A%D0%18C%D0%18E%D0%190%D0%192%D0%194%D0%196%D0%198%D0%19A%D0%19C%D0%19E%D0%200%D0%202%D0%204%D0%206%D0%208%D0%20A%D0%20C%D0%20E%D0%210%D0%212%D0%214%D0%216%D0%218%D0%21A%D0%21C%D0%21E%D0%220%D0%222%D0%224%D0%226%D0%228%D0%22A%D0%22C%D0%22E%D0%230%D0%232%D0%234%D0%236%D0%238%D0%23A%D0%23C%D0%23E%D0%240%D0%242%D0%244%D0%246%D0%248%D0%24A%D0%24C%D0%24E%D0%250%D0%252%D0%254%D0%256%D0%258%D0%25A%D0%25C%D0%25E%D0%260%D0%262%D0%264%D0%266%D0%268%D0%26A%D0%26C%D0%26E%D0%270%D0%272%D0%274%D0%276%D0%278%D0%27A%D0%27C%D0%27E%D0%280%D0%282%D0%284%D0%286%D0%288%D0%28A%D0%28C%D0%28E%D0%290%D0%292%D0%294%D0%296%D0%298%D0%29A%D0%29C%D0%29E%D0%300%D0%302%D0%304%D0%306%D0%308%D0%30A%D0%30C%D0%30E%D0%310%D0%312%D0%314%D0%316%D0%318%D0%31A%D0%31C%D0%31E%D0%320%D0%322%D0%324%D0%326%D0%328%D0%32A%D0%32C%D0%32E%D0%330%D0%332%D0%334%D0%336%D0%338%D0%33A%D0%33C%D0%33E%D0%340%D0%342%D0%344%D0%346%D0%348%D0%34A%D0%34C%D0%34E%D0%350%D0%352%D0%354%D0%356%D0%358%D0%35A%D0%35C%D0%35E%D0%360%D0%362%D0%364%D0%366%D0%368%D0%36A%D0%36C%D0%36E%D0%370%D0%372%D0%374%D0%376%D0%378%D0%37A%D0%37C%D0%37E%D0%380%D0%382%D0%384%D0%386%D0%388%D0%38A%D0%38C%D0%38E%D0%390%D0%392%D0%394%D0%396%D0%398%D0%39A%D0%39C%D0%39E%D0%400%D0%402%D0%404%D0%406%D0%408%D0%40A%D0%40C%D0%40E%D0%410%D0%412%D0%414%D0%416%D0%418%D0%41A%D0%41C%D0%41E%D0%420%D0%422%D0%424%D0%426%D0%428%D0%42A%D0%42C%D0%42E%D0%430%D0%432%D0%434%D0%436%D0%438%D0%43A%D0%43C%D0%43E%D0%440%D0%442%D0%444%D0%446%D0%448%D0%44A%D0%44C%D0%44E%D0%450%D0%452%D0%454%D0%456%D0%458%D0%45A%D0%45C%D0%45E%D0%460%D0%462%D0%464%D0%466%D0%468%D0%46A%D0%46C%D0%46E%D0%470%D0%472%D0%474%D0%476%D0%478%D0%47A%D0%47C%D0%47E%D0%480%D0%482%D0%484%D0%486%D0%488%D0%48A%D0%48C%D0%48E%D0%490%D0%492%D0%494%D0%496%D0%498%D0%49A%D0%49C%D0%49E%D0%500%D0%502%D0%504%D0%506%D0%508%D0%50A%D0%50C%D0%50E%D0%510%D0%512%D0%514%D0%516%D0%518%D0%51A%D0%51C%D0%51E%D0%520%D0%522%D0%524%D0%526%D0%528%D0%52A%D0%52C%D0%52E%D0%530%D0%532%D0%534%D0%536%D0%538%D0%53A%D0%53C%D0%53E%D0%540%D0%542%D0%544%D0%546%D0%548%D0%54A%D0%54C%D0%54E%D0%550%D0%552%D0%554%D0%556%D0%558%D0%55A%D0%55C%D0%55E%D0%560%D0%562%D0%564%D0%566%D0%568%D0%56A%D0%56C%D0%56E%D0%570%D0%572%D0%574%D0%576%D0%578%D0%57A%D0%57C%D0%57E%D0%580%D0%582%D0%584%D0%586%D0%588%D0%58A%D0%58C%D0%58E%D0%590%D0%592%D0%594%D0%596%D0%598%D0%59A%D0%59C%D0%59E%D0%600%D0%602%D0%604%D0%606%D0%608%D0%60A%D0%60C%D0%60E%D0%610%D0%612%D0%614%D0%616%D0%618%D0%61A%D0%61C%D0%61E%D0%620%D0%622%D0%624%D0%626%D0%628%D0%62A%D0%62C%D0%62E%D0%630%D0%632%D0%634%D0%636%D0%638%D0%63A%D0%63C%D0%63E%D0%640%D0%642%D0%644%D0%646%D0%648%D0%64A%D0%64C%D0%64E%D0%650%D0%652%D0%654%D0%656%D0%658%D0%65A%D0%65C%D0%65E%D0%660%D0%662%D0%664%D0%666%D0%668%D0%66A%D0%66C%D0%66E%D0%670%D0%672%D0%674%D0%676%D0%678%D0%67A%D0%67C%D0%67E%D0%680%D0%682%D0%684%D0%686%D0%688%D0%68A%D0%68C%D0%68E%D0%690%D0%692%D0%694%D0%696%D0%698%D0%69A%D0%69C%D0%69E%D0%700%D0%702%D0%704%D0%706%D0%708%D0%70A%D0%70C%D0%70E%D0%710%D0%712%D0%714%D0%716%D0%718%D0%71A%D0%71C%D0%71E%D0%720%D0%722%D0%724%D0%726%D0%728%D0%72A%D0%72C%D0%72E%D0%730%D0%732%D0%734%D0%736%D0%738%D0%73A%D0%73C%D0%73E%D0%740%D0%742%D0%744%D0%746%D0%748%D0%74A%D0%74C%D0%74E%D0%750%D0%752%D0%754%D0%756%D0%758%D0%75A%D0%75C%D0%75E%D0%760%D0%762%D0%764%D0%766%D0%768%D0%76A%D0%76C%D0%76E%D0%770%D0%772%D0%774%D0%776%D0%778%D0%77A%D0%77C%D0%77E%D0%780%D0%782%D0%784%D0%786%D0%788%D0%78A%D0%78C%D0%78E%D0%790%D0%792%D0%794%D0%796%D0%798%D0%79A%D0%79C%D0%79E%D0%800%D0%802%D0%804%D0%806%D0%808%D0%80A%D0%80C%D0%80E%D0%810%D0%812%D0%814%D0%816%D0%818%D0%81A%D0%81C%D0%81E%D0%820%D0%822%D0%824%D0%826%D0%828%D0%82A%D0%82C%D0%82E%D0%830%D0%832%D0%834%D0%836%D0%838%D0%83A%D0%83C%D0%83E%D0](http://sr.wikipedia.org/sr-el/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%B5%D0%B7%D0%B9%D0%BB%D0%BD%D0%BF%D0%C1%D0%C3%D0%C5%D0%CB%D0%CD%D0%CF%D0%D1%D0%D3%D0%D5%D0%D7%D0%DB%D0%DD%D0%DF%D0%E1%D0%E3%D0%E5%D0%EB%D0%ED%D0%EF%D0%F1%D0%F3%D0%F5%D0%FB%D0%FD%D0%FF%D0%10%D0%12%D0%14%D0%16%D0%18%D0%1A%D0%1C%D0%1E%D0%20%D0%22%D0%24%D0%26%D0%28%D0%2A%D0%2C%D0%2E%D0%30%D0%32%D0%34%D0%36%D0%38%D0%3A%D0%3C%D0%3E%D0%40%D0%42%D0%44%D0%46%D0%48%D0%4A%D0%4C%D0%4E%D0%50%D0%52%D0%54%D0%56%D0%58%D0%5A%D0%5C%D0%5E%D0%60%D0%62%D0%64%D0%66%D0%68%D0%6A%D0%6C%D0%6E%D0%70%D0%72%D0%74%D0%76%D0%78%D0%7A%D0%7C%D0%7E%D0%80%D0%82%D0%84%D0%86%D0%88%D0%8A%D0%8C%D0%8E%D0%90%D0%92%D0%94%D0%96%D0%98%D0%9A%D0%9C%D0%9E%D0%A0%D0%A2%D0%A4%D0%A6%D0%A8%D0%AA%D0%AC%D0%AE%D0%B0%D0%B2%D0%B4%D0%B6%D0%B8%D0%BA%D0%BC%D0%BE%D0%C0%D0%C2%D0%C4%D0%C6%D0%C8%D0%CA%D0%CC%D0%CE%D0%D0%D0%D2%D0%D4%D0%D6%D0%D8%D0%DA%D0%DC%D0%DE%D0%E0%D0%E2%D0%E4%D0%E6%D0%E8%D0%EA%D0%EC%D0%EE%D0%F0%D0%F2%D0%F4%D0%F6%D0%F8%D0%FA%D0%FC%D0%FE%D0%100%D0%102%D0%104%D0%106%D0%108%D0%10A%D0%10C%D0%10E%D0%110%D0%112%D0%114%D0%116%D0%118%D0%11A%D0%11C%D0%11E%D0%120%D0%122%D0%124%D0%126%D0%128%D0%12A%D0%12C%D0%12E%D0%130%D0%132%D0%134%D0%136%D0%138%D0%13A%D0%13C%D0%13E%D0%140%D0%142%D0%144%D0%146%D0%148%D0%14A%D0%14C%D0%14E%D0%150%D0%152%D0%154%D0%156%D0%158%D0%15A%D0%15C%D0%15E%D0%160%D0%162%D0%164%D0%166%D0%168%D0%16A%D0%16C%D0%16E%D0%170%D0%172%D0%174%D0%176%D0%178%D0%17A%D0%17C%D0%17E%D0%180%D0%182%D0%184%D0%186%D0%188%D0%18A%D0%18C%D0%18E%D0%190%D0%192%D0%194%D0%196%D0%198%D0%19A%D0%19C%D0%19E%D0%200%D0%202%D0%204%D0%206%D0%208%D0%20A%D0%20C%D0%20E%D0%210%D0%212%D0%214%D0%216%D0%218%D0%21A%D0%21C%D0%21E%D0%220%D0%222%D0%224%D0%226%D0%228%D0%22A%D0%22C%D0%22E%D0%230%D0%232%D0%234%D0%236%D0%238%D0%23A%D0%23C%D0%23E%D0%240%D0%242%D0%244%D0%246%D0%248%D0%24A%D0%24C%D0%24E%D0%250%D0%252%D0%254%D0%256%D0%258%D0%25A%D0%25C%D0%25E%D0%260%D0%262%D0%264%D0%266%D0%268%D0%26A%D0%26C%D0%26E%D0%270%D0%272%D0%274%D0%276%D0%278%D0%27A%D0%27C%D0%27E%D0%280%D0%282%D0%284%D0%286%D0%288%D0%28A%D0%28C%D0%28E%D0%290%D0%292%D0%294%D0%296%D0%298%D0%29A%D0%29C%D0%29E%D0%300%D0%302%D0%304%D0%306%D0%308%D0%30A%D0%30C%D0%30E%D0%310%D0%312%D0%314%D0%316%D0%318%D0%31A%D0%31C%D0%31E%D0%320%D0%322%D0%324%D0%326%D0%328%D0%32A%D0%32C%D0%32E%D0%330%D0%332%D0%334%D0%336%D0%338%D0%33A%D0%33C%D0%33E%D0%340%D0%342%D0%344%D0%346%D0%348%D0%34A%D0%34C%D0%34E%D0%350%D0%352%D0%354%D0%356%D0%358%D0%35A%D0%35C%D0%35E%D0%360%D0%362%D0%364%D0%366%D0%368%D0%36A%D0%36C%D0%36E%D0%370%D0%372%D0%374%D0%376%D0%378%D0%37A%D0%37C%D0%37E%D0%380%D0%382%D0%384%D0%386%D0%388%D0%38A%D0%38C%D0%38E%D0%390%D0%392%D0%394%D0%396%D0%398%D0%39A%D0%39C%D0%39E%D0%400%D0%402%D0%404%D0%406%D0%408%D0%40A%D0%40C%D0%40E%D0%410%D0%412%D0%414%D0%416%D0%418%D0%41A%D0%41C%D0%41E%D0%420%D0%422%D0%424%D0%426%D0%428%D0%42A%D0%42C%D0%42E%D0%430%D0%432%D0%434%D0%436%D0%438%D0%43A%D0%43C%D0%43E%D0%440%D0%442%D0%444%D0%446%D0%448%D0%44A%D0%44C%D0%44E%D0%450%D0%452%D0%454%D0%456%D0%458%D0%45A%D0%45C%D0%45E%D0%460%D0%462%D0%464%D0%466%D0%468%D0%46A%D0%46C%D0%46E%D0%470%D0%472%D0%474%D0%476%D0%478%D0%47A%D0%47C%D0%47E%D0%480%D0%482%D0%484%D0%486%D0%488%D0%48A%D0%48C%D0%48E%D0%490%D0%492%D0%494%D0%496%D0%498%D0%49A%D0%49C%D0%49E%D0%500%D0%502%D0%504%D0%506%D0%508%D0%50A%D0%50C%D0%50E%D0%510%D0%512%D0%514%D0%516%D0%518%D0%51A%D0%51C%D0%51E%D0%520%D0%522%D0%524%D0%526%D0%528%D0%52A%D0%52C%D0%52E%D0%530%D0%532%D0%534%D0%536%D0%538%D0%53A%D0%53C%D0%53E%D0%540%D0%542%D0%544%D0%546%D0%548%D0%54A%D0%54C%D0%54E%D0%550%D0%552%D0%554%D0%556%D0%558%D0%55A%D0%55C%D0%55E%D0%560%D0%562%D0%564%D0%566%D0%568%D0%56A%D0%56C%D0%56E%D0%570%D0%572%D0%574%D0%576%D0%578%D0%57A%D0%57C%D0%57E%D0%580%D0%582%D0%584%D0%586%D0%588%D0%58A%D0%58C%D0%58E%D0%590%D0%592%D0%594%D0%596%D0%598%D0%59A%D0%59C%D0%59E%D0%600%D0%602%D0%604%D0%606%D0%608%D0%60A%D0%60C%D0%60E%D0%610%D0%612%D0%614%D0%616%D0%618%D0%61A%D0%61C%D0%61E%D0%620%D0%622%D0%624%D0%626%D0%628%D0%62A%D0%62C%D0%62E%D0%630%D0%632%D0%634%D0%636%D0%638%D0%63A%D0%63C%D0%63E%D0%640%D0%642%D0%644%D0%646%D0%648%D0%64A%D0%64C%D0%64E%D0%650%D0%652%D0%654%D0%656%D0%658%D0%65A%D0%65C%D0%65E%D0%660%D0%662%D0%664%D0%666%D0%668%D0%66A%D0%66C%D0%66E%D0%670%D0%672%D0%674%D0%676%D0%678%D0%67A%D0%67C%D0%67E%D0%680%D0%682%D0%684%D0%686%D0%688%D0%68A%D0%68C%D0%68E%D0%690%D0%692%D0%694%D0%696%D0%698%D0%69A%D0%69C%D0%69E%D0%700%D0%702%D0%704%D0%706%D0%708%D0%70A%D0%70C%D0%70E%D0%710%D0%712%D0%714%D0%716%D0%718%D0%71A%D0%71C%D0%71E%D0%720%D0%722%D0%724%D0%726%D0%728%D0%72A%D0%72C%D0%72E%D0%730%D0%732%D0%734%D0%736%D0%738%D0%73A%D0%73C%D0%73E%D0%740%D0%742%D0%744%D0%746%D0%748%D0%74A%D0%74C%D0%74E%D0%750%D0%752%D0%754%D0%756%D0%758%D0%75A%D0%75C%D0%75E%D0%760%D0%762%D0%764%D0%766%D0%768%D0%76A%D0%76C%D0%76E%D0%770%D0%772%D0%774%D0%776%D0%778%D0%77A%D0%77C%D0%77E%D0%780%D0%782%D0%784%D0%786%D0%788%D0%78A%D0%78C%D0%78E%D0%790%D0%792%D0%794%D0%796%D0%798%D0%79A%D0%79C%D0%79E%D0%800%D0%802%D0%804%D0%806%D0%808%D0%80A%D0%80C%D0%80E%D0%810%D0%812%D0%814%D0%816%D0%818%D0%81A%D0%81C%D0%81E%D0%820%D0%822%D0%824%D0%826%D0%828%D0%82A%D0%82C%D0%82E%D0%830%D0%832%D0%834%D0%836%D0%838%D0%83A%D0%83C%D0%83E%D0%840%D0%842%D0%844%D0%846%D0%848%D0%84A%D0%84C%D0%84E%D0%850%D0%852%D0%854%D0%856%D0%858%D0%85A%D0%85C%D0%85E%D0%860%D0%862%D0%864%D0%866%D0%868%D0%86A%D0%86C%D0%86E%D0%870%D0%872%D0%874%D0%876%D0%878%D0%87A%D0%87C%D0%87E%D0%880%D0%882%D0%884%D0%886%D0%888%D0%88A%D0%88C%D0%88E%D0%890%D0%892%D0%894%D0%896%D0%898%D0%89A%D0%89C%D0%89E%D0%900%D0%902%D0%904%D0%906%D0%908%D0%90A%D0%90C%D0%90E%D0%910%D0%912%D0%914%D0%916%D0%918%D0%91A%D0%91C%D0%91E%D0%920%D0%922%D0%924%D0%926%D0%928%D0%92A%D0%92C%D0%92E%D0%930%D0%932%D0%934%D0%936%D0%938%D0%93A%D0%93C%D0%93E%D0%940%D0%942%D0%944%D0%946%D0%948%D0%94A%D0%94C%D0%94E%D0%950%D0%952%D0%954%D0%956%D0%958%D0%95A%D0%95C%D0%95E%D0%960%D0%962%D0%964%D0%966%D0%968%D0%96A%D0%96C%D0%96E%D0%970%D0%972%D0%974%D0%976%D0%978%D0%97A%D0%97C%D0%97E%D0%980%D0%982%D0%984%D0%986%D0%988%D0%98A%D0%98C%D0%98E%D0%990%D0%992%D0%994%D0%996%D0%998%D0%99A%D0%99C%D0%99E%D0%A00%D0%A02%D0%A04%D0%A06%D0%A08%D0%A0A%D0%A0C%D0%A0E%D0%A10%D0%A12%D0%A14%D0%A16%D0%A18%D0%A1A%D0%A1C%D0%A1E%D0%A20%D0%A22%D0%A24%D0%A26%D0%A28%D0%A2A%D0%A2C%D0%A2E%D0%A30%D0%A32%D0%A34%D0%A36%D0%A38%D0%A3A%D0%A3C%D0%A3E%D0%A40%D0%A42%D0%A44%D0%A46%D0%A48%D0%A4A%D0%A4C%D0%A4E%D0%A50%D0%A52%D0%A54%D0%A56%D0%A58%D0%A5A%D0%A5C%D0%A5E%D0%A60%D0%A62%D0%A64%D0%A66%D0%A68%D0%A6A%D0%A6C%D0%A6E%D0%A70%D0%A72%D0%A74%D0%A76%D0%A78%D0%A7A%D0%A7C%D0%A7E%D0%A80%D0%A82%D0%A84%D0%A86%D0%A88%D0%A8A%D0%A8C%D0%A8E%D0%A90%D0%A92%D0%A94%D0%A96%D0%A98%D0%A9A%D0%A9C%D0%A9E%D0%AA0%D0%AA2%D0%AA4%D0%AA6%D0%AA8%D0%AAA%D0%AAE%D0%AB0%D0%AB2%D0%AB4%D0%AB6%D0%AB8%D0%ABA%D0%ABE%D0%AC0%D0%AC2%D0%AC4%D0%AC6%D0%AC8%D0%ACA%D0%ACE%D0%AD0%D0%AD2%D0%AD4%D0%AD6%D0%AD8%D0%ADA%D0%ADE%D0%AE0%D0%AE2%D0%AE4%D0%AE6%D0%AE8%D0%AEA%D0%AECE%D0%AF0%D0%AF2%D0%AF4%D0%AF6%D0%AF8%D0%AFAD%D0%AFE%D0%B00%D0%B02%D0%B04%D0%B06%D0%B08%D0%B0A%D0%B0C%D0%B0E%D0%B10%D0%B12%D0%B14%D0%B16%D0%B18%D0%B1A%D0%B1C%D0%B1E%D0%B20%D0%B22%D0%B24%D0%B26%D0%B28%D0%B2A%D0%B2C%D0%B2E%D0%B30%D0%B32%D0%B34%D0%B36%D0%B38%D0%B3A%D0%B3C%D0%B3E%D0%B40%D0%B42%D0%B44%D0%B46%D0%B48%D0%B4A%D0%B4C%D0%B4E%D0%B50%D0%B52%D0%B54%D0%B56%D0%B58%D0%B5A%D0%B5C%D0%B5E%D0%B60%D0%B62%D0%B64%D0%B66%D0%B68%D0%B6A%D0%B6C%D0%B6E%D0%B70%D0%B72%D0%B74%D0%B76%D0%B78%D0%B7A%D0%B7C%D0%B7E%D0%B80%D0%B82%D0%B84%D0%B86%D0%B88%D0%B8A%D0%B8C%D0%B8E%D0%B90%D0%B92%D0%B94%D0%B96%D0%B98%D0%B9A%D0%B9C%D0%B9E%D0%BA0%D0%BA2%D0%BA4%D0%BA6%D0%BA8%D0%BAAD%D0%BAE%D0%BB0%D0%BB2%D0%BB4%D0%BB6%D0%BB8%D0%BBAD%D0%BBE%D0%BC0%D0%BC2%D0%BC4%D0%BC6%D0%BC8%D0%BCAD%D0%BBCE%D0%BD0%D0%BD2%D0%BD4%D0%BD6%D0%BD8%D0%BDAD%D0%BBDE%D0%BE0%D0%BE2%D0%BE4%D0%BE6%D0%BE8%D0%BEAD%D0%BBE%D0%BF0%D0%BF2%D0%BF4%D0%BF6%D0%BF8%D0%BFAD%D0%BBE%D0%BFCE%D0%B00%D0%B02%D0%B04%D0%B06%D0%B08%D0%B0A%D0%B0C%D0%B0E%D0%B10%D0%B12%D0%B14%D0%B16%D0%B18%D0%B1A%D0%B1C%D0%B1E%D0%B20%D0%B22%D0%B24%D0%B26%D0%B28%D0%B2A%D0%B2C%D0%B2E%D0%B30%D0%B32%D0%B34%D0%B36%D0%B38%D0%B3A%D0%B3C%D0%B3E%D0%B40%D0%B42%D0%B44%D0%B46%D0%B48%D0%B4A%D0%B4C%D0%B4E%D0%B50%D0%B52%D0%B54%D0%B56%D0%B58%D0%B5A%D0%B5C%D0%B5E%D0%B60%D0%B62%D0%B64%D0%B66%D0%B68%D0%B6A%D0%B6C%D0%B6E%D0%B70%D0%B72%D0%B74%D0%B76%D0%B78%D0%B7A%D0%B7C%D0%B7E%D0%B80%D0%B82%D0%B84%D0%B86%D0%B88%D0%B8A%D0%B8C%D0%B8E%D0%B90%D0%B92%D0%B94%D0%B96%D0%B98%D0%B9A%D0%B9C%D0%B9E%D0%BA0%D0%BA2%D0%BA4%D0%BA6%D0%BA8%D0%BAAD%D0%BAE%D0%BB0%D0%BB2%D0%BB4%D0%BB6%D0%BB8%D0%BBAD%D0%BBE%D0%BC0%D0%BC2%D0%BC4%D0%BC6%D0%BC8%D0%BCAD%D0%BBCE%D0%BD0%D0%BD2%D0%BD4%D0%BD6%D0%BD8%D0%BDAD%D0%BBDE%D0%BE0%D0%BE2%D0%BE4%D0%BE6%D0%BE8%D0%BEAD%D0%BBE%D0%BF0%D0%BF2%D0%BF4%D0%BF6%D0%BF8%D0%BFAD%D0%BBE%D0%BFCE)

- URL 5: Geomagnetism Magnetic declination, http://gsc.nrcan.gc.ca/geomag/field/mag-dec_e.php, (20.7.2007.).
- URL 6: Geomagnetism Secular variation, http://gsc.nrcan.gc.ca/geomag/field/sec_e.php, (20.7.2007.).
- URL 7: Some Dates in the Exploratio of Magnetism, <http://www.tgo.uit.no/saba/sabathesis/S8.html>, (20.7.2007.).
- URL 8: Sun, <http://en.wikipedia.org/wiki/Sun>, (22.7.2007.).
- URL 9: Sunspot, <http://en.wikipedia.org/wiki/Sunspot>, (22.7.2007.).
- URL 10: Sunce, <http://bs.wikipedia.org/wiki/Sunce>, (22.7.2007.).
- URL 11: Polarna svjetlost, http://hr.wikipedia.org/wiki/Polarna_svjetlost, (22.7.2007.).
- URL 12: Sunspot with Earth Comparison.jpg, http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Sunspot_with_Earht_Comparison.jpg, (22.7.2007.).
- URL 13: Borough William, <http://www.infoplease.com/ce6/people/A0808390.html>, (20.7.2007.).
- URL 14: Henry Gellibrand, <http://www-history.mcs.st-andrew.ac.uk/Biographies/Gellibrand.html>, (21.7.2007.).
- URL 15: Earth's magnetic field, <http://www.diss.fu-berlin.de/2005/70chapter-1.pdf>, (20.7.2007.).
- URL 16: Edmund Gunter, <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Gunter.html>, (24.7.2007.).
- URL 17: Sunčev vjetar, http://wikipedija.org/wiki/Sun%C4%8Dev_vjetar, (22.7.2007.).
- URL 18: Heinrich Schwabe, http://en.wikipedia.org/wiki/Samuel_Heinrich_Schwabe, (25.7.2007.).
- URL 19: Rudolf Wolf, http://en.wikipedia.org/wiki/Rudolf_Wolf, (26.7.2007.).
- URL 20: Edward Sabine, http://en.wikipedia.org/wiki/Edward_Sabine, (25.7.2007.).
- URL 21: Sir Edward Sabine, http://www.todayinsci.com/S/Sabine_Edward/Sabine_Edward.htm, (25.7.2007.).
- URL 22: Svalgaard, Leif: Calibrating the Sunspot Number using magnetic Needle, http://www.bu.edu/causes/calibrating_sunspot_number_using_mag_needle.pdf, (16.8.2007.).
- URL 23: VanAllen radiation belt, http://en.wikipedia.org/wiki/Van_Allen_radiation_belt, (5.9.2007.).
- URL 24: Van Allen radiation belt (astrophysics), <http://www.britanica.com/eb/topic-622563/Van-Allenradiation-belt>, (5.9.2007.).
- URL 25: The Inner Radiation Belt, <http://www-spf.gsfc.nasa.gov/Education/winbelt.html>, (5.9.2007.).
- URL 26: History of Chinese Invention – Invention of Magnetic Compass, <http://www.computersmiths.com/chineseinvention/compass.htm>, (8.6.2007.).
- URL 27: The Magnetic Compass – History, <http://www.solarnavigator.net/compass.htm>, (8.6.2008.).
- URL 28: Edwin Hall, http://en.wikipedia.org/wiki/Edwin_Hall, (4.6.2007.).
- URL 29: Aurora (astronomy), http://en.wikipedia.org/wiki/Aurora_%28astronomy%29, (7.5.2008.).

Historical Review of Expanding Knowledge on Geomagnetism and its Variations

ABSTRACT. In the paper is given historical review of expanding knowledge on magnetism, geomagnetism and its variations. Described influence of Sun on magnetic field of Earth: Sunspot, Solar cycle, Solar wind and given explanation why we have daily and annually variation of magnetic declination and inclination.

The paper is written and beside of this what today in geodesy isn't in use surveying with magnetic compass traverses. Namely, today are beside satellite navigation in cars incorporated electronic compass and numerator of turning car wheel for more information in this moment when sky above GPS-antenna isn't enough clean. Beside of this geodetic person are interested to know how is coming until disturbance in receiving radio signals transmitted from the GPS-satellites.

Keywords: magnetism, geomagnetism, magnetic declination and inclination, shift of Earth magnetic poles, Sun, Solar cycle, Sunspots, Solar wind, geomagnetic variations: secular, annually and daily.

Prihvaćeno: 2008-11-25