

A CHAMP mesterséges hold tízéves működése

KIS KÁROLY¹, WITTMANN GÉZA²

¹ELTE Geofizikai és Űrtudományi Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C

²Magyar Olaj- és Gázipari Nyrt., 1117 Budapest, Budafoki út 79.

A CHAMP mesterséges hold tízéves működése során részletesen vizsgálta a Föld gravitációs és mágneses terét. A mérési eredményekből többek között különböző globális és lokális gravitációs és mágneses térképeket vezettek le.

Kis, K., Wittmann, G.: Ten years mission of the CHAMP satellite

The CHAMP satellite investigated the gravity and magnetic fields of the Earth during its ten years long mission. Among others several global and local gravity and magnetic anomaly maps were derived from the CHAMP measurements.

Beérkezett: 2011. március 7.; *elfogadva:* 2011. május 16.

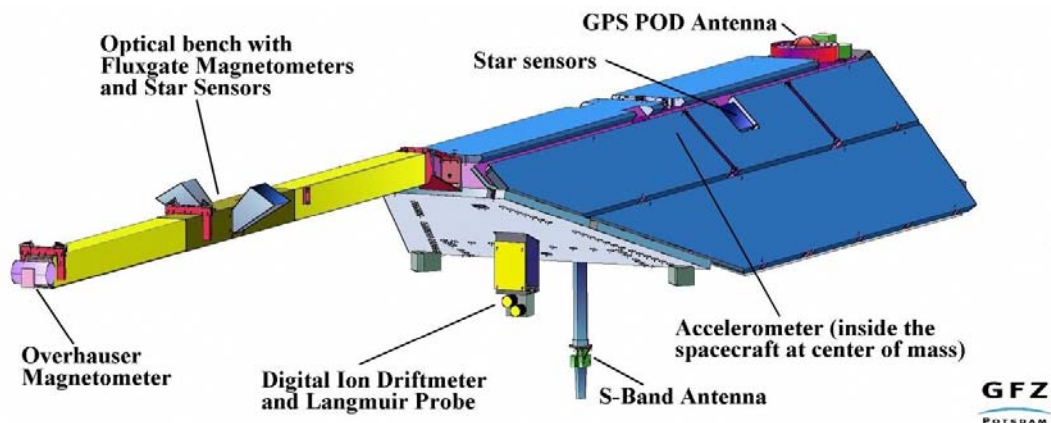
A potsdami Német Földtudományi Kutatóközpont irányításával kifejlesztett CHAMP (*CHALLENGING Minisatellite Payload*) mesterséges holdat Kozmosz–3M típusú rakétával bocsátották Föld körüli pályára az oroszországi Pleszeck (Moszkvától 800 km-re északkeletre található) űrbázisról, 2000. július 15-én. Az 522 kg tömegű, 8333 mm hosszúságú mesterséges holdat 87,277° inklinációjú, 454 km kezdeti magasságú, közel kör alakú pályára állították. A hold működését eredetileg 5 évre tervezték, de a gondos kivitelezés és a pályakorrekciókat elvégző hajtógáz négyzeres felhasználásával élettartamát 10 év, 2 hónap, 4 napra növelték. Végül a sűrűbb légkörbe kerülve, az Ohotszki-tenger felett 150 km-es magasságban, 2010. szeptember 19-én elégett. A mesterséges hold keringési ideje 93,55 perc volt, működése során 58 277 fordulatot tett meg a Föld körül. A hold helyzetének meghatározását GPS mérésekkel végezték. A mesterséges hold működési idejét úgy tervezték, hogy méréseket végezzen a 2001-ben bekövetkező naptevékenység maximuma idején. A CHAMP műszereinek vázlatos elhelyezkedése az 1. ábrán látható.

A CHAMP a Föld gravitációs és mágneses terének értékeit mérte meg az adott magasságtartományban igen nagy pontossággal, továbbá regisztrálta a felső légkör néhány paraméterét.

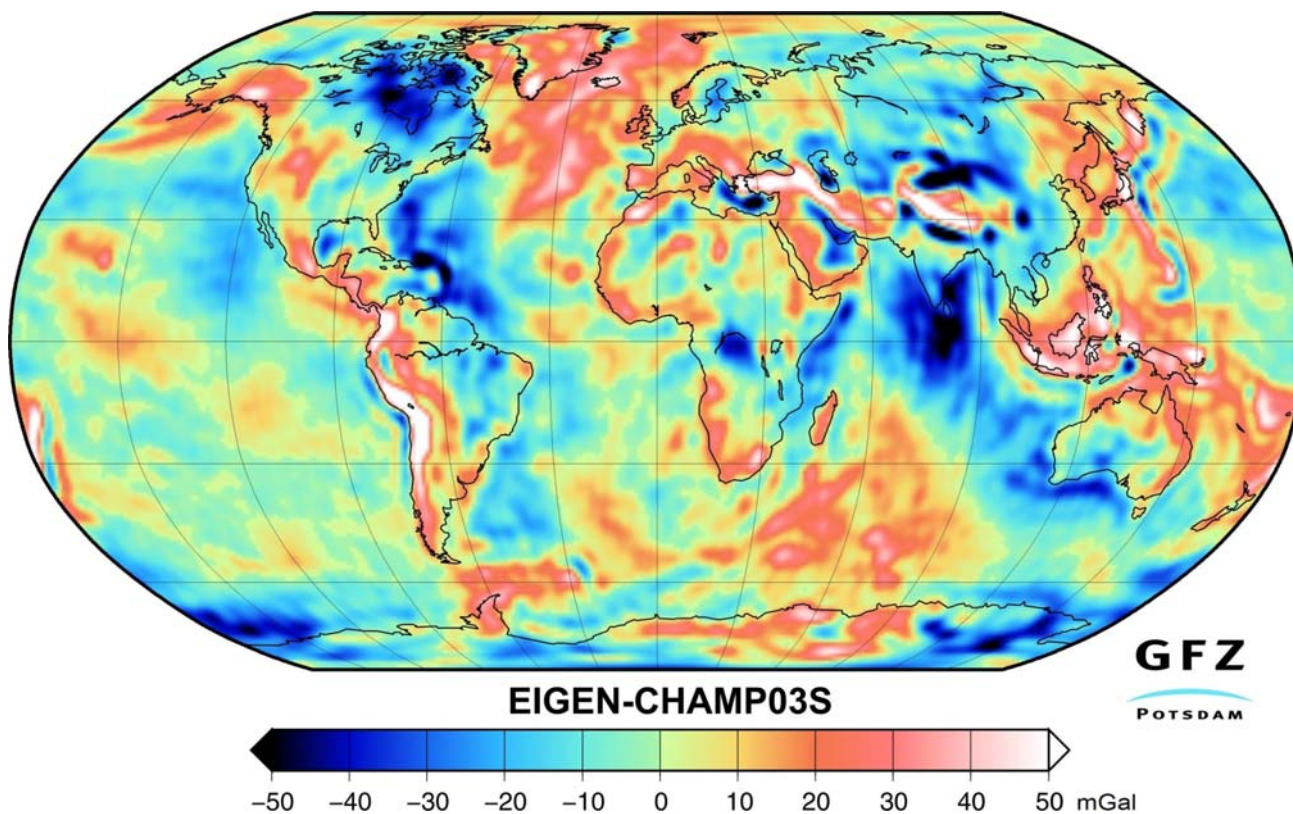
A CHAMP mérési eredményeiből meghatározott tudományos eredményeket Reigber et al. (2003) és (2005) könyvei ismertetik.

A földi mágneses tér mérése céljából viszonylag kevesebb mesterséges holdat állítottak Föld körüli pályára, míg a földi gravitációs tér rendszeres meghatározásához igen sok hold adatait használták fel. Korábban a gravitációs tér és a geoidundulációk térképeit a holdak pályaelemeinek változásából határozták meg. A CHAMP már rendelkezett gyorsulásmérővel, amelyet a hold tömegközpontjában helyeztek el. A CHAMP gyorsulás és GPS méréseiből határozták meg az EIGEN (*European Improved Gravity model of the Earth by New techniques*) sorozat gravitációs térképeit. A 2. ábrán az EIGEN–CHAMP03S térkép látható (Reigber et al. 2002, 2005). A térkép a 6378136,46 m egyenlítői sugarú és 1/298,25764 lapultságú ellipszoidra vonatkozik. A megnevezésben található S jelölés azt jelenti, hogy a térképet csak a mesterséges hold gyorsulásmérővel meghatározott és GPS adataiból vezették le. Az adatok pontossága 0,5 mGal. Az anomáliatérkép viszonyítási szintjét a mérésekből meghatározott, a gravitációs teret leíró sorfejtés 140 fokig terjedő együtthatói alapján határozták meg. A bemutatott térkép jól tükrözi a nagy kiterjedésű, jellegzetes gravitációs anomáliákat.

A földi mágneses tér vizsgálata szempontjából a CHAMP hold működését megelőzték a szovjet Kozmosz–49 (1964) és az amerikai POGO–2, POGO–4 és POGO–6 (1965–1971) mesterséges holdak mágneses mérései, amelyeket az amerikai Magsat (1979–1980) észlelései követtek. A CHAMP mesterséges holddal azonos időben működött a

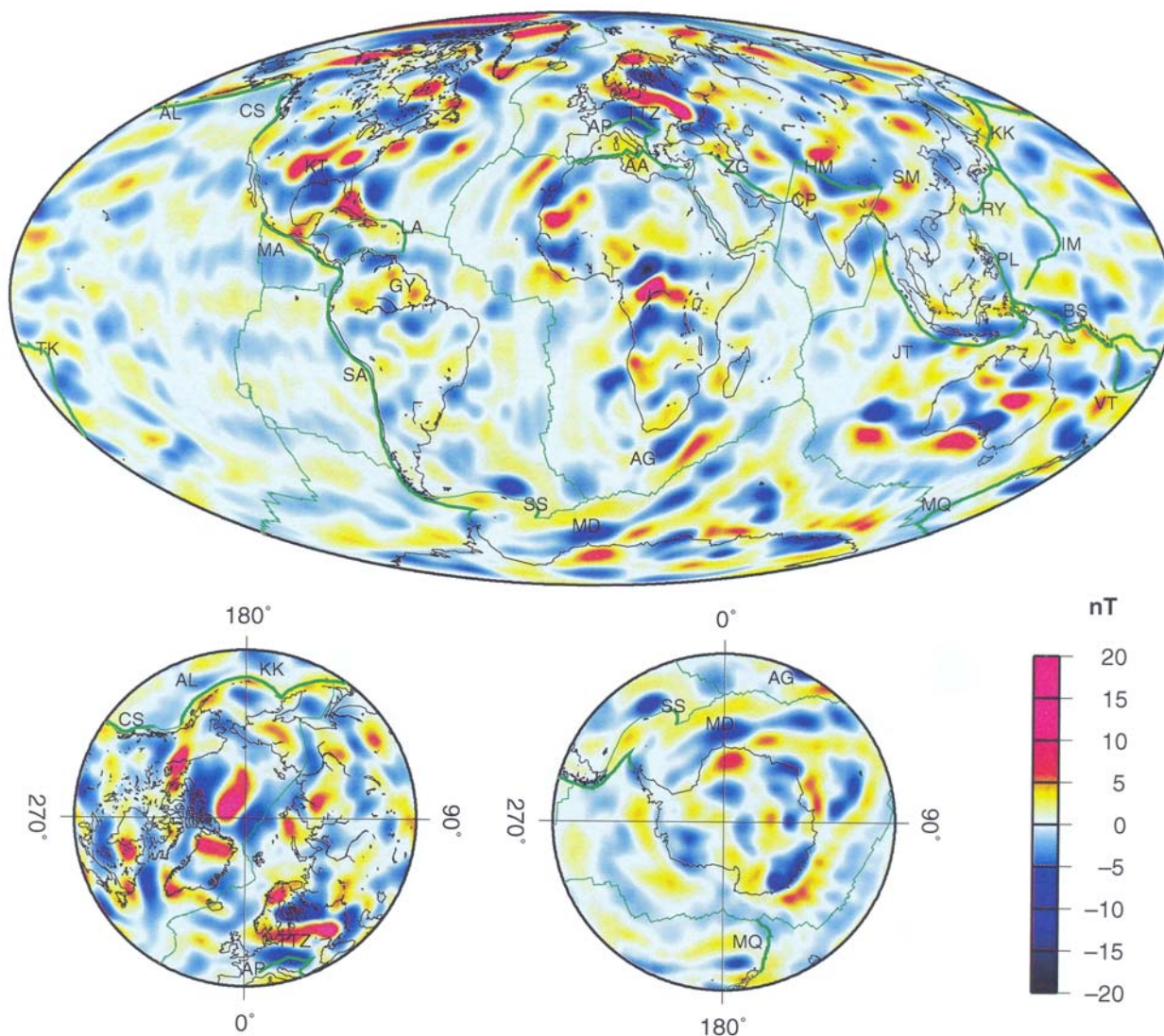


1. ábra | A CHAMP műszereinek vázlatos elhelyezkedése
 Figure 1 | Overview of the CHAMP's instruments



2. ábra | Az EIGEN-CHAMP03S gravitációsanomália-térkép Eckert-féle vetületben. A térképen található minimum zónák: Hudson-öböl, Antillák, Kongó-medence, Botteni-öböl, Kelet-Földközi-tenger, Szómáliai-öböl, Perzsa-öböl, Transzhimalája, Tarim-medence, Japán-árok, Mariana-árok, Hinduszáni-alföld, Középső-Indiai-óceáni-medence, Ross-jégszelf; maximum zónák: Grönland, Andok, Kordillerák, Alaszka, Kuril-Kamcsatka-zóna, Japán, Borneo, Vanuatu-Tonga-ív, Kelet-Ausztrália, Atlasz-hegység, Ahaggar-hegység, Tibeszi-hegység, Etióp-magasföld, Délnyugat-Afrika, Alpok-Kárpátok, Arab-félsziget, Zagrosz-hegyvidék, Urál-hegység, Himalája, Zöldfoki-szigetek, Reykjanes-hátság, Madagaszkári-plató, Délnyugati-Indiai-óceáni-hátság, Scotia-tenger (Reigber et al. 2002, 2005)

Figure 2 | EIGEN-CHAMP03S global gravity map in Eckert projection, the lows are: Hudson Bay, Antilles, Congo Basin, Botten Bay, East Mediterranean Sea, Somali Bay, Persian Bay, Trans-Himalaya, Tarim Basin, Japan Trench, Mariana Trench, Hindustan Plain, Central Indian Ocean Basin, Ross-self; the highs are: Greenland, Andes, Cordilleras, Alaska, Kurile-Kamchatka zone, Japan, Borneo, East-Australia, Vanuatu-Tonga Arc, Atlas Mt, Ahaggar Mt, Tibesti Mt, Ethiop Highland, South-west Africa, Alps-Carpathians, Arab Peninsula, Zagros, Ural Mt, Himalaya, Cape Verde, Reykjanes Ridge, Madagascar Plateau, South-west Indian Ocean, Scotia Sea (Reigber et al. 2002, 2005)



3. ábra A CHAMP méréseiből levezett totális mágneses anomália-térkép Aitoff-féle vetületben. Az anomáliák földrajzi megjelenési helyei: Maud királyné föld (MD), Agulhas-plató (AG), Tornquist–Teisseyre-zóna (TTZ), Guyanai-pajzs (GY), Kentucky–Tennessee-régió (KT), Sichuan-masszívum (SM), Közép-Pakisztán (CP), Közép-Amerika (MA), Fülöp-zóna (PL), Vanuatu–Tonga-zóna (VT), Kaszkád-zóna (CS), Aleut-zóna (AL), Kuril–Kamcsatka-zóna (KK), Új-Anglia–Salamon-ív (BS), Dél-Amerikai-zóna (SA), Zagrosz (ZG), Skót-ív (SS), Kis-Antillák (LA), Égei-zóna (AA), Rjúkjú-árok (RY), Izu–Bonin–Mariana-árok (IM), Jáva-árok (JT), Tonga–Kermadec-árok (TK), Macquarie-ív (MQ), Himalája (HM), Alpok (AP) (Maus et al. 2006)

Figure 3 Total magnetic anomaly map derived from the CHAMP measurements in Aitoff projection. The geographical name of some anomalies: Maud (MD), Agulhas Plateau (AG), Tornquist–Teisseire Zone (TTZ), Guyana Shield (GY), Kentucky–Tennessee Region (KT), Sichuan Massif (SM), Central Pakistan (CP), Central America (MA), Philippine Islands (PL), Vanuatu–Tonga Arc (VT), Cascades (CS), Aleutians (AL), Kurile–Kamchatka zone (KK), New Britain–Solomon Arc (BS), western coast of South America (SA), Zagros (ZG), Scotia Arc (SS), Lesser Antilles (LA), Aeolian–Aegean Arc (AA), Ryukyu Trench (RY), Izu–Bonin–Mariana Trench (IM), Java Trench (JT), Tonga–Kermadec Trench (TK), Macquaire Arc (MQ), Himalayas (HM), Alps (AP) (Maus et al. 2006)

dán Ørsted (pályára állítás időpontja: 1999. február 23.) és az argentin SAC–C műhold (2001–2004), amelyek szintén a földi mágneses teret regisztrálták.

A holdon elhelyezett skalármagnetométerrel a földi mágneses tér totális összetevőjét, míg a vektormagnetométerrel a földi mágneses tér három komponensét határozták meg. A skaláris mágneses tér mérésére a Grenoble-ban, a Laboratoire d'Electronique de Technologie et d'Instrumentation által kifejlesztett Overhauser magnetométert, a mágneses

tér három komponenseinek mérésére a Dán Műszaki Egyetemen készített fluxgate magnetométert használták. Az Overhauser 4,5 W, míg a fluxgate magnetométer 2 W teljesítménnyel működött. A mágneses tér mérésére szolgáló műszerek érzékelőit a zavarok csökkentésének érdekében a holdból kinyúló karon helyezték el. A feldolgozáshoz az egy másodperces mintavételezésű és 0,5 nT pontosságú adatok álltak rendelkezésre. Az Overhauser magnetométer mérési tartománya $\pm 65\,000$ nT, míg a fluxgate magnetométer

18 000–65 000 nT intervallumban észlelt. A 3. ábrán bemutatott totális mágneses anomália-térképet a CHAMP méréseiből vezették le (Maus et al. 2006). A litoszférából származó mágneses anomáliák viszonyítási szintjét a mérésekből meghatározott Gauss-féle sorfejtés 90 fokig terjedő együtthatói alapján határozták meg.

Hivatkozások

Reigber, Ch., Balmino, G., Schwintzer, P., Biancale, R., Bode, A., Lemonie, J-M., König, R., Loyer, S., Neumayer, H., Marty, J-Ch, Barthelmes, F., Perosanz, F., Zhu, S. Y., 2002: A high-quality global gravity field model from *CHAMP* GPS tracking data and accelerometry (*EIGEN-1S*). *Geophysical Research Letter* 29/14, 371–374

Reigber, Ch., Lühr, H., Schwintzer, P., (szerk.) 2003: *First CHAMP Mission Results for Gravity, Magnetism and Atmospheric Studies*. Springer Verlag, Berlin

Reigber, Ch., Jochmann, H., Wunsch, J., Petrovic, S., Schwintzer, P., Barthelmes, F., Neumayer, K-H., König, R., Förste, Ch., Balmino, G., Biancale, R., Lemonie, J-M., Loyer, S., Perosanz, F., 2005: Earth gravity field and seasonal variability from *CHAMP*. In: Reigber, Ch., Lühr, H., Schwintzer, P., Wickert, J. (szerk.). *Earth Observation with CHAMP. Results from Three Years in Orbit*, Springer Verlag, Berlin, pp. 25–30

Reigber, Ch., Lühr, H., Schwintzer, P., Wickert, J. (szerk.), 2005: *Earth Observation with CHAMP. Results from Three Years in Orbit*, Springer Verlag, Berlin

Maus, S., Rother, M., Hemant, K., Stolle, C., Lühr, H., Kuvshinov, A., Olsen, N., 2006: Earth's lithospheric magnetic field determined to spherical harmonic degree 90 from *CHAMP* satellite measurements. *Geophysical Journal International* 164, 319–330