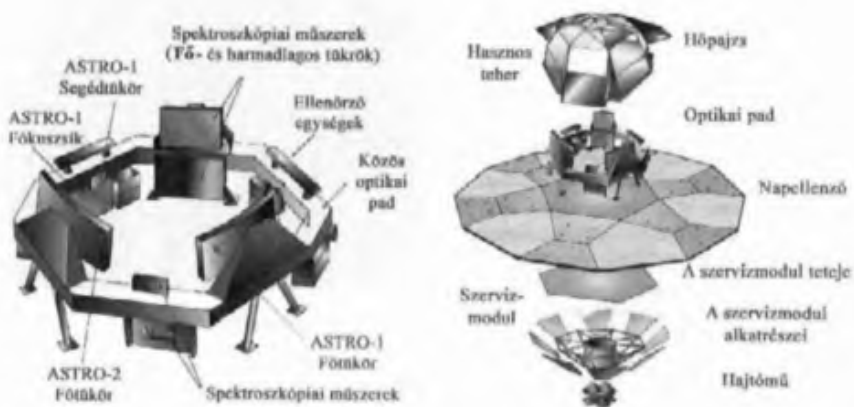


A GAIA misszió

A GAIA csillagászati műhold a korábbi Hipparcos programja folytatásaként tekinthető. A Hipparcos jelentősen hozzájárult a mai asztrofizika számtalan eredményéhez, de sok probléma megoldásához nem volt elegendő a teljesítménye.

A GAIA űroszervatórium kutatási tervét az Európai Űrügynökség 2000 októberében fogadta el. Az asztrometriai műhold közel 1 milliárd csillagról fog rendkívüli pontosságú parallaxis és radiális sebesség-méréseket végezni, mely jelentősen hozzájárul Galaxisunk háromdimenziós képének megalkotásához, fejlődésének és eredetének megértéséhez. Természetesen nem csak a csillagokról, hanem Naprendszerünk objektumairól, kisbolygókról is készít majd méréseket. A program azonban még sokára fog kezdődni, a jelenlegi tervek szerint 2010 nyarán bocsátják majd fel és ezután 5 évig fogja méréseit végezni. A mérési adatok várható mérete 20 TB körülül lesz.



A GAIA csillagászati műhold szerkezete (balra);
az űreszközön elhelyezett műszerek (jobbra)

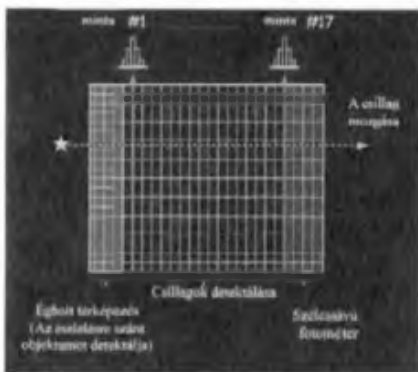
A műhold. Az obszervatórium két tükörrel fog dolgozni, melyek egymáshoz képest 106 fokos szöget zárnak be. Mindkét tükör 1700x700 mm területű lesz. A tükrök fókuszpontja nem azonos, és egymástól függetlenül térképezik az eget, azonosítják be a csillagokat és pozícióméréseket végeznek. Mindkettő 9 μm pixelméretű CCD kamerákkal lesz felszerelve. A radiális sebesség mérésére alkalmas spektrográf egy 750x700 mm területű apertúrán keresztül kapja majd a fényt mindkét tükörtől. A spektrográf mellett egy közepes sávzsílességű fotometriai rendszer is helyet kap.

A fellövés és a pálya. A szonda tömege 3000 kg, melyből 1000 kg üzemanyag lesz. Jelenleg 2010 nyarára tűzték ki a fellövés időpontját, de 2012 előtt erre mindenképpen sor kerülne. A GAIA az ún. külső Lagrange-pont körül fog keringeni. Ez a pont a Földtől 1,5 millió kilométer távolságban kifelé van, és egy vonalba esik a Nappal és a Földdel. E pozíció előnye az, hogy a szonda mindig ezen pont körül kering, azaz

mindig egy vonalban van a Nappal és a Földdel, és a megfigyelési idő jelentős részében a Föld kitakarja a szonda látómezéjéből a Napot.

Asztrometria. A GAIA közel 20 magnitúdóig minden csillagot vizsgálni fog (az kb. 1 milliárd csillag), 15 magnitúdóig 10 mikroívmásodperc pontossággal méri majd ki a csillagok pozícióját és parallaxisát (ez a pontosság megfelel egy hajszál szögmeretének 1000 km távolságból nézve). Ez 30 000 fényéven belül mindössze 10%-os hibahatárt jelent, aminek következtében közel 220 millió csillagról lesz ennél pontosabb távolságadat. Persze a 15 magnitúdónál fényesebb csillagokra pontosabbak lesznek a parallaxis mérések, 10 magnitúdó alatt 4 mikroívmásodperc lesz csak a hiba. Ezek a hibahatárok sokkal kisebbek minden korábbi astrometriai műhold mérési hibájánál, és 2010-ig nem is lesz olyan műszer, amely túlszámíthatja ezeket.

Fotometria. A GAIA alapvetően kétféle fotometriával fog dolgozni. Az egyik egy szélessávú fotometriai rendszer, mely 4 szűrővel méri majd a csillagok különböző hullámhossztartományán kibocsátott luminozitását. Kombinálva ezt a távolság adatokkal, meg lehet határozni az interstelláris vörösödést és a csillag abszolút luminozitását. A másik egy keskenysávú fotometriai rendszer lesz, mely 11 szűrővel dolgozik majd, és 280 nm-től 920 nm-ig fedi le a spektrumot, így különbözteti majd minden eddigi fotometriai rendszertől. Ezek alapján a teljes Hertzsprung–Russell-diagram csillagairól kaphatunk effektív felületi hőmérsékletet, fémtartalmat stb.



A GAIA fókuszsíkjá

Radiálissebesség-mérés. A radiális sebességek mérése a Doppler-effektus alapján történik, és a Naphoz viszonyítva adják meg. A laboratóriumi hullámhosszhoz viszonyított vonaleltolódásból ki lehet számolni az adott csillag távolodási vagy közeledési sebességét. A GAIA esetében a 15 magnitúdónál fényesebb csillagokra 1–2 km/s, a 15 magnitúdónál halványabb csillagokra 5–10 km/s pontossággal fogja mérni a radiális sebességet. Ezek alapján jobban meg lehet érteni a Galaxis kinematikáját, dinamikáját, valamint meg lehet állapítani a közelebbi kettőscsillagok keringési sebességét.

Várható eredmények. A GAIA mérési eredményeinek kiértékelése után várhatóan újraindítjuk a csillagászati tankönyveket. Először is létrejön egy olyan hatalmas adatbázis, mely tartalmazni fogja a 20 magnitúdónál fényesebb csillagok távolság-, fényesség- és radiálissebesség-adatait. Ezek alapján az egész Hertzsprung–Russell-diagramot a fehér törpéktől a hatalmas vörös óriásokig kalibrálni lehet, ezáltal pontosabban ki lehet majd dolgozni a csillagok fejlődésére vonatkozó elméleti modelleket. Pontosíthatóak lesznek majd a különböző távolságindikátorok, mint pl. a cefeidák vagy az RR Lyrae-k periódus–fényesség relációja. Az abszolút magnitúdók és a távolságok ismeretében pontosan fel lehet majd térképezni az interstelláris vörösödés irányultságát, amelyből a Galaxis poranyagának mennyiségére lehet következtetni. A vizsgált csillagok hatalmas száma miatt el tudjuk készíteni a Galaxis tö-

lünk látható felének háromdimenziós képét, fel tudjuk térképezni a spirálkarok elhelyezkedését, a halo objektumainak eloszlását és a halo nagyságát. A Tejútrendszer központi vidékeinek radiálissebesség-eloszlásából pontosan kiszámolható a központi fekete lyuk tömege és elhelyezkedése.

A fotometriai mérések következtében valószínűleg több százezer új változócsillagot fogunk felfedezni, ami elegendő lesz a nagyszámú statisztikai vizsgálatokhoz. A felbontás elegendő lesz arra, hogy a 20 mikróvmásodpercnél közelebb látszó komponenseket fel lehessen bontani. Ismerve azt, hogy milyen messze vannak tőlünk és egymástól a csillagok, a keringési idő ismeretében meghatározható az egyes csillagok tömege. Galaxisunk legöregebb csillagainak tanulmányozásával becslést adhatunk a Világegyetem korára és a Hubble-állandó értékére, melyek a minden eddigtnél pontosabb mérések következtében javíthatják a kozmológiai modelleket.

Természetesen a GAIA teljesítménye elég lesz ahhoz, hogy a legközelebbi galaxisok (Andromeda-köd, M33, Magellán-felhők stb.) csillagainak távolságát kimérje. Ezáltal maga a Lokális Csoport térbeli szerkezete rajzolódhat ki előttünk. Összehasonlítva ezeket más távolságmérési technikákkal (pl. cefeldák), ki lehet küszöbölni azok hibáit. A Magellán-felhők csillagai különösen érdekesek, hiszen jóval kisebb a fémtartalmuk. Jelenleg a kis fémségsű csillagok fejlődése és fizikája nem olyan jól kidolgozott, mint a Galaxisunkban található nagyobb fémtartalmú csillagoké. A GAIA fotometriai, asztrometriai és spektroszkópiai mérései segíthetnek pontosítani a fémszegény csillagok fejlődési útvonalaait. A Tejútrendszer és a közeli galaxisok kinematikai vizsgálatával becslhetővé válik a sötét anyag tömege és elhelyezkedése. A távolabbi galaxisok esetében több tízezer szupernóva felfedezésére számíthatunk, így maga az egész Világegyetem szerkezete is jobban feltérképezhetővé válik.

Az extraszoláris bolygók kutatásában is új fejezeteket nyithat a GAIA. 200 parszeknél közelebbi, Naphoz hasonló csillagok esetében képes lesz kimutatni egy Jupiter nagyságú bolygót, ha az 3 Cs.E. távolságra kering csillagától. A jelenlegi becslések szerint több ezer exobolygó felfedezésére számíthatunk. Lehetőség nyílik a nagyon közeli csillagok esetében a Földhöz hasonló tomegű, valószínűleg szilárd felszínű bolygók kimutatása is.

A Naprendszer kutatása is fontos szerephez fog jutni. A jelenleg ismert néhány tízezer kisbolygó helyett több százezer, esetleg millió ilyen égitest kerülhet katalogizálásra, köztük rengeteg földsűrű kisbolygóval. A ma ismert néhány száz Kuiper-objektum száma is több nagyságrenddel megnövekedhet. A Naprendszer külső vidékeinek tömegét, háromdimenziós térképét lehet ezáltal megbecsülni és megalkotni, mivel gyakorlatilag az összes ilyen kisbolygót meg fogja találni 20 magnitúdóig. Pontosított lesz az Oort-felhő nagysága is.

A fentiek csak kis ízelítőt adnak azokból a tudományos eredményekből, amelyek várhatók a műholdtól, és a lista korántsem teljes. A 2010-es fellövés után még több évig fog tartani, mire az adatokat feldolgozzák, így az igazi újdonságok csak valamikor 2020 után várhatók, ami igencsak távolinak tűnik.

MÉSZÁRUS SZABOLCS

Forrás: <http://astro.estec.esa.nl/GAIA/>