

Nové družicové systémy na získavanie údajov pre geografické informačné systémy

Miroslav Šimčák¹

New satellite systems for obtaining data for Geographic information systems

Galileo will be the European global navigation satellite system, providing a highly accurate and a guaranteed global positioning service under the civilian control. It will be inter-operable with GPS and GLONASS, two other global satellite navigation systems. The satellite navigation users in Europe today have take their positions from the US GPS or from the Russian GLONASS satellites. Yet, the military operators of both systems give no guarantee to maintain an uninterrupted service. The main object of this paper is to introduce a new technology of obtaining data for the GIS.

Key words: renewable energy, biomass, wood waste, boiler, pellet

Úvod

V súčasnej dobe sa družicové navigačné systémy zaraďujú medzi najvhodnejšie zdroje údajov pre geografické informačné systémy. Týka sa to predovšetkým geometrickej zložky geobjektu (Kuzevičová a Kuzevič, 2004).

Existujúce družicové navigačné systémy, používané v leteckej, námornej a automobilovej doprave, využívali a dodnes využívajú služby amerického družicového systému GPS, ktorý bol pôvodne vyvinutý pre vojenské účely.

Ak by sa teda americká vláda v čase vojny rozhodla civilnú službu systému GPS vypnúť, spôsobilo by to značné ekonomické škody. Európska únia preto už dlhšiu dobu zvažuje vybudovanie vlastného družicového navigačného systému, pod názov Galileo.

Systém Galileo je spoločným projektom Európskej únie a jej vesmírnej agentúry *ESA (European Space Agency)*. Má byť podľa predbežných plánov presnejší ako americký systém GPS a ruský systém GLONASS. Znamená to, že bude lepšie prispôsobený civilnému využívaniu a budúci prevádzkovateľ systému Galileo bude zodpovedný za vypustenie 30 navigačných družíc, za vybudovanie pozemných centier a za zabezpečenie chodu celého systému. Družice, z ktorých tri budú záložné, pokryjú svojím signálom celú planétu (Hefty a Husár, 2003; Sedlák, 2003; Šimčák, 2005).

Vývoj systému Galileo

Proces vývoja moderného európskeho navigačného systému bol rozdelený do niekoľkých fáz. V prvej fáze *ESA* vyvinula navigačný systém na pokrytie Európy na báze geostacionárnych družíc *EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay System)*, ktorý spočíva v koordinovanom využití družicových systémov GPS a GLONASS pre civilné aplikácie na území Európy. *EGNOS* bude v operačnej fáze pozostávať zo siete 30 až 40 staníc monitorujúcich GPS a GLONASS. Namerané údaje sa budú prenášať do centrálného spracovateľského zariadenia v Toulouse, vo Francúzsku. Tie sa práve tu využívajú na dva základné účely - na výpočet WADGPS korekcií a na kontrolu integrity systému zabezpečením aktuálnych informácií o každej družici. Získané údaje sa formátujú do navigačnej správy podobnej ako vysiela GPS a prenášajú sa do geostacionárnej družice nachádzajúcej sa nad rovníkom v západnej zemepisnej dĺžke 15.5°. Samotná testovacia fáza *EGNOS* sa začala už vo februári roku 2000.

Druhou fázou európskeho navigačného systému bol vývoj novej nezávislej štruktúry. V roku 1999 bol predstavený návrh novej generácie družicových navigačných služieb pre potreby dopravy v Európe, teda systém nazývaný Galileo. Základné požiadavky na systém boli prozaické: rovnocennosť s GPS po modernizácii a tiež, aby určovanie horizontálnej polohy bolo v intervale $\pm 4,0$ m, výšky v intervale $\pm 7,7$ m a časová synchronizácia do 30 nanosekúnd (95 % interval spoľahlivosti). Zároveň má byť pokrytie systému globálne. Veľký dôraz kládli tvorcovia na spoľahlivosť - hlásenie o prípadnej nefunkčnosti družice by malo byť avizované do šiestich sekúnd, systém by mal varovať používateľa, ak odchýlky jeho aktuálnej polohy od predpokladanej (v horizontálnej rovine aj vo výške) presiahnu 12 metrov.

¹ Ing. Miroslav Šimčák, Katedra Geografických informačných systémov, Ústav Geodézie a Geografických informačných systémov, Fakulta BERG, Technická Univerzita Košice, Park Komenského 19, 04200 Košice, miroslav.simcak@tuke.sk
(Recenzovaná a revidovaná verzia dodaná 11. 9. 2006)

Návrh systému je v súčasnosti v testovacom štádiu. Podľa jednej z možných alternatív bude vesmírny segment tvoriť 30 družíc rozmiestnených v troch dráhových rovinách so sklonom 56° . Výška všetkých družíc na dráhach nazývaných ako MEO (Medium Earth Orbit - dráhy so strednou výškou) má byť 23 222 km. Ďalšie alternatívy počítajú s 21 družicami MEO a 3 geostacionárnymi družicami, resp. s 36 družicami MEO a 9 geostacionárnymi družicami. Dôležité je spomenúť, že štart prvých družíc bol realizovaný v roku 2003 (Rapant, 2002).

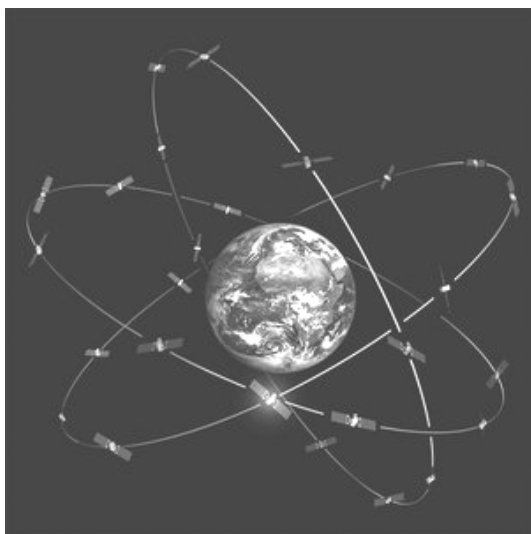
Samotný problém stanovenia frekvencií Galileo ešte nie je uzavretý, existuje viacero alternatív, ktoré odborníci zvažujú. Predpokladá sa použitie troch frekvencií, pričom pôvodné návrhy počítali s priradením frekvencií 1256,244, 1561,098 a 1598,742 MHz. Iné riešenia navrhujú tri odlišné frekvencie, resp. až štyri frekvencie.

Ako bolo spomenuté, európsky systém Galileo bude orientovaný predovšetkým na používateľov z civilného sektora, najmä v oblasti dopravy. Jeho pokrytie by malo byť viac ako dvojnásobné v porovnaní so systémom GPS. Odborníci tvrdia, že o geodetickom využití systému je ešte predčasné uvažovať. Údaje získané pomocou tohto systému bude možné tiež spracovávať vo forme digitálnych máp (Kuzevič, 2004). S vývojovými fázami systému sa skončilo v roku 2004, s realizáciou operačnej fázy a praktickými aplikáciami sa počíta až po roku 2007. Do činnosti by mal byť európsky satelitný navigačný systém Galileo uvedený v roku 2008. Očakáva sa, že systém bude plne funkčný v roku 2010.

Architektúra systému Galileo

Celková koncepcia systému Galileo sa bude skladať zo štyroch hlavných častí, tzv. komponentov. Jeho plánovaný projekt má nasledujúcu podobu:

- Globálny komponent: zahŕňa kozmický a pozemný riadiaci segment. *Kozmický segment* systému Galileo bude pozostávať z 30 družíc v troch obežných dráhach. V každej dráhe bude 10 družíc, z toho jedna bude záložná. Výška družíc bude približne 26 616 km nad zemským povrchom a sklon ich dráh voči rovníku bude 56° . Práve tým sa podarí zabezpečiť dobrý príjem signálu aj v severných častiach Európy. Jedna perióda obehu družice okolo zemského povrchu bude trvať 14 hod. 4 min. Systém od začiatku využíva Walkerovu konfiguráciu družíc, ktorá sa opakuje raz za 10 dní a je špeciálne optimalizovaná pre Európu (obr. 1).



Obr. 1: Walkerova konštelácia družíc.
Fig. 1: Walker's constellation of satellite.

Pozemný segment obsahuje tieto časti:

- o 5 TT&C staníc (Tracking, Telemetry and Command) ktoré budú mať za úlohu komunikáciu s družicami,
 - o 9 ULS staníc (Up – link station) - ktoré budú vysilať do družíc navigačné správy,
 - o približne 30 staníc GSS (Galileo Sensor station), ktoré budú preberať signály z družíc pre kontrolu integrity a časovej synchronizácie, ktoré budú rovnomerne rozmiestnené po povrchu Zeme,
 - o dvoch pozemných monitorovacích centier GCC (Ground Control centres),
 - o ďalšie lokálne segmenty pre miestne rozšírenie integrity, presnosti, dostupnosti a kontinuity signálu, závislé od vyžadovaných podmienok.
- Regionálny komponent bude poskytovať nezávislé informácie o integrite signálov Galilea. Tieto informácie budú prístupné regionálnemu poskytovateľovi tejto služby a budú šírené prostredníctvom špeciálnych autorizovaných kanálov. Týchto kanálov je v systéme Galileo primárne definovaných 8, to znamená, že na svete môže byť definovaných až 8 nezávislých regiónov s vlastným monitorovaním integrity.

- *Lokálny komponent* má za úlohu ďalej skvalitňovať služby poskytované regionálnymi komponentmi. Možnosť kombinácie Galilea s inými systémami GNSS, pozemnými polohovými systémami a komunikačnými systémami na miestnom základe.
- *Užívateľský komponent* slúži na to, aby mali prijímače konkurencie schopný výkon a náklady porovnateľné s ostatnými systémami. Potreba prispôsobenia sa novým a stále náročnejším potrebám užívateľov a možnosti multimodálneho využitia, predstavuje možnosť spracovávať viacero rôznych signálov spolu.

Systém Galileo je tvorený tromi úrovňami služieb

1. *Základná služba*: bezplatná pre aplikácie určené pre verejnosť vo veľkom (napr. cyklistika, pešia turistika alebo pohyb na mori).
2. *Účastnícka služba*: s obmedzeným prístupom, pre komerčné a profesionálne aplikácie, ktoré potrebujú viac výkonové úrovne a záruku prevádzky.
3. *Veľmi obmedzená účastnícka služba*: na vysokej úrovni pre aplikácie, ktoré nesmú utrpieť žiadny výpadok alebo narušenie, a to z dôvodu bezpečnosti.

Družice systému Galileo

Družice systému Galileo patria do skupiny mini družíc o rozmeroch 2,7 x 1,2 x 1,1 m s hmotnosťou približne 625 kg. Životnosť družíc je naplánovaná na 12 rokov. Predpokladá sa, že na obežnú dráhu budú vynášané raketami Ariane5 a Sojuz. Rakety sú kľúčové, umiestnia družice priamo na obežnú dráhu. Všetky družice systému Galileo budú vybavené synchronizovanými, absolútne presnými rubídiovými atómovými hodinami, dvoma hydrogénovými maserami a laserovými reflektormi, ktoré slúžia na nezávislé určenie dráhy družice. Hydrogénový maser je generátor a zosilňovač mikrovlnného signálu. Z družíc budú vysielané časové údaje. Prijímač – navigátor – porovnaním časov z rôznych družíc dokáže vypočítať svoju presnú polohu na zemskom povrchu. Ide teda o rovnaký princíp, aký používa systém GPS.

Popis družice

Trojosoivo stabilizovaná družica odvodená od typu Gemini (Geostationary Minisatellite) s telom v tvare kvádra je vybavená dvoma vyklápacími panelmi fotovoltaických batérií s rozpätím 4,54 m dodávajúcich 700 W elektrickej energie a dobíjajúcich 3 lithiumpiontové akumulátorové batérie. Na palube je predprototypové navigačné zariadenie, ktoré tvoria (Hein, Eissfeller.):

- dvojce presné rubídiové atómové hodiny (stabilita ± 10 ns deň⁻¹),
- dvojce navigačné vysieláče pracujúce v pásme L (1,2 a 1,6 GHz),
- kruhová vysielacia anténa so syntetickou aparátúrou,
- experimentálny navigačný prijímač systému GPS pre testovanie možnosti autonómneho stanovovania parametrov obežnej dráhy.

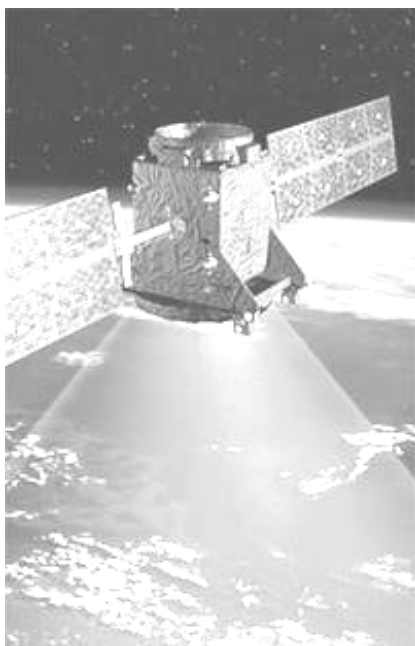
Okrem toho družica nesie prístroje pre monitorovanie prostredia na operačnej dráhe pre družice systému Galileo a to:

- dva monitory prenikavej radiácie;
- prístroj na meranie statického náboja hromadiaceho sa na povrchu družice.

Stabilizáciu zaisťuje systém silových zotrvačnikov a plynové trysky pracujúce s butánom skladovaným v dvoch nádržiach s kapacitou 2×25 kg, ktoré môžu slúžiť aj na drobné korekcie dráhy.

Zaujímavosťou navigačného systému Galileo je to, že by mal vysielat' 5 rôznych typov signálov:

- verejný, dostupný zdarma a pre každého,
- kódovaný na komerčné využitie,
- zabezpečený signál napríklad na presnú navigáciu lietadiel alebo lodí,
- signál pre pátranie na mori a v nehostinných oblastiach,
- šifrovaný pre potreby európskych štátov.



Obr. 1. Družica Európskeho navigačného systému Galileo.

Fig. 2. Satellite of European navigation system Galileo.

Prínos navigačného systému Galileo

Navigation system Galileo represents a significant contribution to various activities in civil life, for which this system was created. Navigation satellites will be able to track dangerous mail, guide people with hearing impairments, detect offshore oil and gas deposits, monitor fishing vessels, search for shipwrecks and improve air traffic management on a global scale.

The possibility of using navigation systems is also in non-traditional areas such as mining and to a large extent surface mining. The use of modern technologies and techniques in mining can lead to an effective use of earth resources and optimal management of a mining company (Kuzevičová et al., 2001).

Záver

The European Space Agency together with the European Commission launched the first satellite, which will serve the operation of the new navigation system named Galileo. The satellite, which received the name Giove A, was launched by the Soyuz-Fregat rocket from the Kazakhstani Baikonur. The satellite Giove A in orbit tests atomic clocks and navigation signals and allows scientists to study how radiation affects a satellite in space. Giove A is the first of two planned demonstration satellites, which will allow scientists to conduct tests and system checks. The satellite was built in Guildford, the creator became the Surrey Satellite Technology Institute. In the spring, the second satellite Giove B will be launched into orbit. In 2008, several more satellites will be launched, which will complete the testing phase, which requires the presence of at least 4 satellites in orbit.

Článok vznikol v súvislosti s riešením grantového projektu VEGA č. 1/3060/06: „Zhodnotenie potenciálu obnoviteľných zdrojov energie v Košickej kotline nástrojmi GIS“ riešeného na Fakulte BERG TU Košice.

Literatúra – References

- Hefty, J., Husár, L.: Družicová geodézia - Globálny polohový systém. *Vysokoškolské skriptá, STU Bratislava, Bratislava, 2003, 186 s.*
- Hein, W., G., Eissfeller, B.: Galileo – Design options for the European GNSS-2, *Institut of Geodesy and Navigation university FAF, Munich, D-85577 Neubiberg, Gemramy.*
- Kuzevičová, Ž.; Kuzevič, Š.: Geografické informačné systémy I. *Dočasné vysokoškolské učebné text, s. 84, ES/AMS, Košice, 2004.*
- Kuzevičová, Ž.; Rybár, P.; Kuzevič, Š.: Návrh využitia GPS a GLONASS v povrchovej ťažbe nerastných surovín, *Acta Avionica, 4/2001.*
- Kuzevič, Š.: Elektronické rozhranie digitálnych tematických máp. *In: Acta Avionica. roč. 6, č. 9 (2004), s. 145-149.*
- Rapant, P.: Družicové polohové systémy, *VŠ Báňská, TU Ostrava 2002.*
- Sedlák, V.: Družicová geodézia, Globálny polohový systém. *Vysokoškolské skriptá, F BERG, TU Košice ES/AMS 2. vydanie Košice, 2003, 78s.*
- Šimčák, M.: Overenie transformačných parametrov a presnosti transformácie v reálnom čase v prístroji GPS RTK Z-Max. ÚGaGIS, *FBERG, TU Košice, 2005, 74s., 21priloh.*
- <http://www.eurescom.de>
- <http://europa.eu.int>

<http://gps.favoriteam.sk>
<http://www.navigacie.sk>