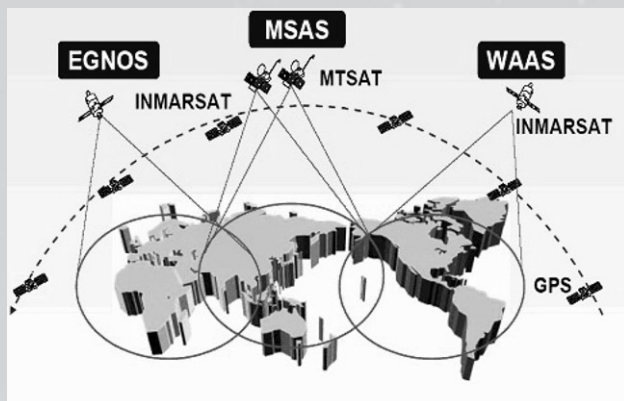


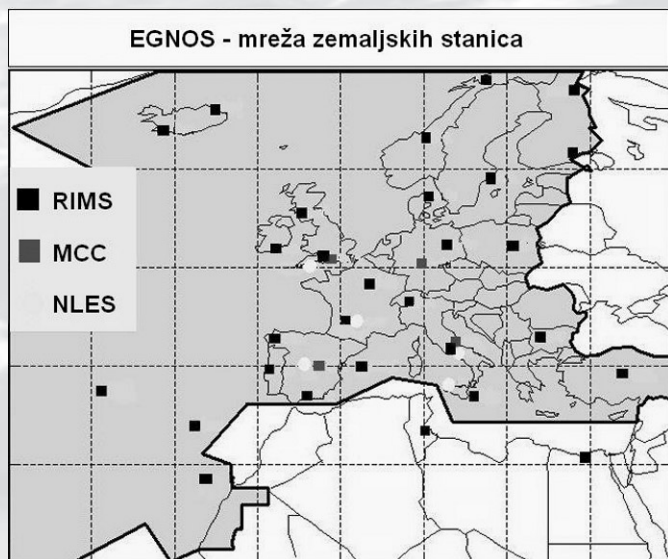
Satellite Based Augmentation System (EGNOS/WAAS/MSAS)

EGNOS/WAAS/MSAS ili jednostavnije SABS (Satellite Based Augmentation System) je naziv za sustave koji pomoću satelita odašilju korekcijske podatke i podatke o integritetu satelitskih sustava US GPS (Global Positioning System) i ruskog GLONASS (Global Orbiting Navigation Satellite Service). Svrha ovih sustava je povećati točnost i pouzdanost određivanja položaja. Područja pokrivenosti sustavima prikazana su na sl.1.



Sl. 1. Pokrivenost SABS sustava

EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay System)

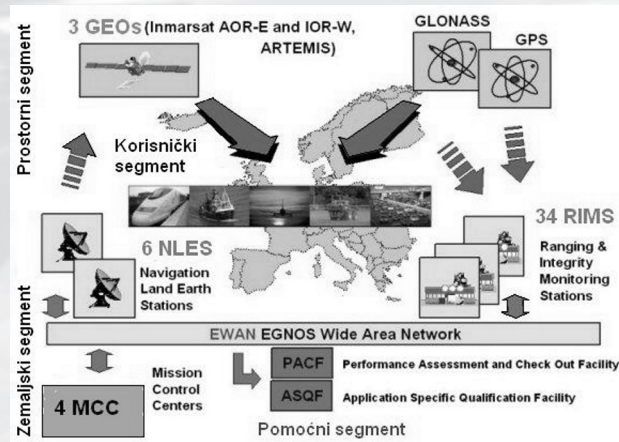


Sl. 2.: Mreža zemaljskih stanica EGNOS-a

18. svibnja 1998. godine European Space Agency (ESA), European Commission (EC) i European Organisation for the Safety of Air Navigations (Eurocontrol) su se obvezale trilateralnim ugovorom na pripremu prve faze razvoja Europskog GNSS (Global Navigation Satellite System). Prva faza je razvoj EGNOS-a, satelitskog, navigacijskog sustava, čiji je cilj nadopuna postojećih vojnih navigacijskih sustava (GPS i GLONASSA) kako bi korisnici dobili dodatne podatke koji omogućuju postizanje strogih zahtjeva pouzdanosti, točnosti i cjelovitosti informacija te

navigacijskih podataka. Plan razvoja Europskog sustava za globalnu navigaciju predviđen je u dvije faze. U prvoj fazi razvoja EGNOS bi se koristio GPS i GLONASS infrastrukturom uz neovisan sustav za kontrolu i praćenje. Sustav će se sastojati od mreže od oko četrdeset zemaljskih stanica i tri geostacionarna satelita¹. Sofisticirani zemaljski segment sastojat će se od 30-34 monitorske postaje za praćenje cjelovitosti sustava (RIMS-Ranging and Integrity Monitoring Stations), 4 glavne kontrolne postaje MCC (Master Control Centres) koje će se nalaziti u Njemačkoj (Langen pokraj Frankfurta), Španjolskoj (Torrejon pokraj Madrida), Italiji (Ciampino pokraj Rima) i UK (Swanwick pokraj Londona) te 5 NLES (Navigation Land Earth Stations) stanica prikazanih na sl. 2.

Druga faza europskog sustava za globalnu navigaciju (EGNOS) trebala bi osigurati neovisnost o GPS sustavu, lansiranjem vlastitih navigacijskih satelita. Taj projekt naziva se Galileo. Galileo je europski satelitski sustav koji bi do 2008. godine trebao biti u punoj funkciji. Očekuje se da će EGNOS biti integriran u Galileo institucionalno, tehnološki i komercijalno. Shematski prikaz EGNOS-a vidi se na sl. 3.



Sl.3 Shematski prikaz EGNOS-a

Princip rada

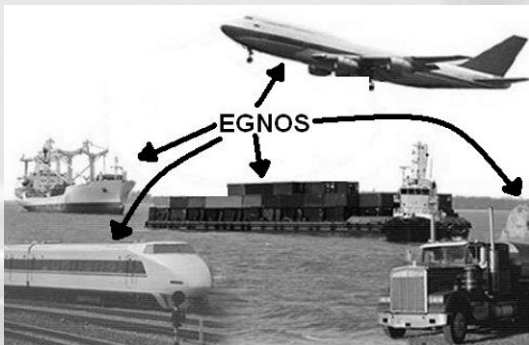
Princip rada EGNOS sustava zasniva se na tri geostacionarna satelita (GEO) koji odašilju signal sličan signalima odaslanim pomoću GPS satelita, ali će signal dati korisniku informacije o točnosti pozicioniranja pomoću GPS-a, točan položaj GPS satelita te točnost atomskih satova koji se nalaze u satelitu kao i utjecaj ionosfere na točnost određivanja položaja. EGNOS signale će odašiljati dva "Inmarsat-3" satelita od kojih se jedan nalazi iznad istočnog dijela Atlantskog oceana, a drugi iznad Indijskog oceana i jednog "ESA Artemis" satelita iznad Afrike. Za razliku od GPS satelita GEO sateliti neće biti opremljeni sa generatorom signala. Transponder će signal emitirati prema geostacionarnom satelitu sa zemaljskih NLES stanica, gdje će se obavljati obrada signala. Položaj RIMS-stanica je potrebno točno poznavati, tj. položaj antena

¹ geostacionarni sateliti su sateliti koji kruže orbitom brzinom jednakom brzini rotacije Zemlje te se njihova orbita nalazi iznad ekvatora. (više informacija na http://en.wikipedia.org/eu/Geostationary_satellite.htm)

za prijem signala je potrebno odrediti na centimetarsku točnost. RIMS prima standardni GPS signal te signal GLONASS-a, a u budućnosti i Galileo sustava. Pomoću primljenih signala i poznate pozicije RIMS stanica koja se smatra nepogrešivom, moguće je izračunati pogrešku GPS signala. RIMS te podatke šalje glavnim kontrolnim stanicama (MCC) koje računaju dugoročnu i kratkoročnu pogrešku sata satelita, dugoročnu pogrešku orbita satelita, ionosferske korekcije i cjelovitost informacija.

Izračunati podaci se uključuju u signal koji se odašilje putem osigurane komunikacijske veze prema NLES-stanicama koje su raspoređene širom Europe. NLES-stanice taj signal prosljeđuju GEO satelitima koji emitiraju signal (na frekvenciji L1) koji primaju GPS uređaji s EGNOS prijemnikom. Na taj se način povećava točnost GPS-a. Predviđena točnost određivanja položaja EGNOS-om je bila oko 5 m, ali testovi pokazuju da se ona kreće ispod 2 m. Kako bi se osigurala sigurnost i pouzdanost sustava uvijek je samo jedna MCC «glavna» kontrolna stanica tako da u svakom trenutku druge dvije mogu preuzeti njenu funkciju ako dođe do bilo kakvih kvarova. Isto tako, samo su tri NLES-stanice potrebne za rad sustava, za svaki satelit po jedna.

Razvojem EGNOS-a, satelitska navigacija će postati zanimljiva inovacija u svim sferama života, istraživanja, organizacija transporta, monitoring struktura i različite tipove automatizacije. EGNOS će uvelike olakšati organizaciju zračnog, pomorskog i željezničkog prometa. Kontrola željezničkog prometa zahtijeva visoku točnost određivanja položaja te pouzdanost i integritet te informacije. Ti zahtjevi će biti ostvarivi pomoću složenog sustava za pozicioniranje koji će se sastojati od kombinacije GNSS-a s drugim sensorima. Transport morem i drugim vodenim putovima u današnje vrijeme je jedan od najraširenijih. Veliki broj raznovrsnih brodova plovi svaki dan diljem zemaljske kugle. Učinkovitost, sigurnost, kontinuitet i pristupačnost morskog transporta je od velike važnosti. EGNOS će se koristiti u svim fazama pomorske navigacije: na moru, na kopnu, pri pristajanju i manevriranju brodova u luci u svim vremenskim uvjetima. EGNOS i Galileo će biti temeljno oruđe pri uvođenju inovacija i u druge pomorske aktivnosti kao što su ribolov, oceanografija i istraživanja nalazišta nafte i plina. Osim pomorskog prometa, zračni promet je svakog dana sve gušći, a zračni prostor sve manji što predstavlja poteškoće pri upravljanju zračnog prometa. Pomoću EGNOS i Galilea piloti i kontrolori leta moći će dovoljno točno i pouzdano odrediti položaj zrakoplova što će omogućiti gušći i sigurniji zračni promet te jednostavnost pri slijetanju i polijetanju. Na sl. 4. prikazani su neki od korisnika EGNOS-a. EGNOS sustav omogućit će praćenje kretanja opasne



Sl. 4.: Korisnici EGNOS-a

robe (radioaktivnog otpada, nafte). Osim primjene u poboljšanju organizacije transporta, unaprijediti će mnoge specijalizirane korisničke službe kao što su spasilačke službe. Da EGNOS poboljšava točnost pri određivanju položaja demonstrirano je na Svjetskom prvenstvu Rally utrka WRC (World Rally Championship) održanih od 26-28. kolovoza 2005. Rally auti su opremljeni prijemnikom za satelitsku navigaciju od kojih je jedan bio opremljen GPS/EGNOS prijemnikom. Cilj je bio demonstrirati točnost kojom je određena pozicija auta sa standardnim GPS-om u odnosu na auto sa GPS/EGNOS-om. Rezultat je prikazan pomoću programa za 3D simulaciju. Dobiveni rezultati dokazuju da EGNOS osigurava visoku točnost pozicioniranja auta u pokretu i u zahtjevnim uvjetima kao što su za WRC. Sl. 5. prikazuje rezultate simulacije.



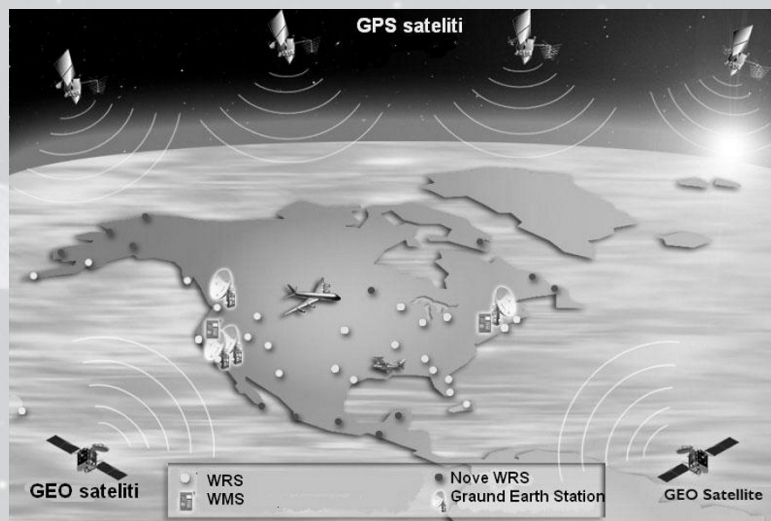
Slika 5. Usporedba točnosti standardnog GPS-a i točnosti dobivene sa GPS/EGNOS-om

Planirano je da EGNOS započne s početnim operacijama u srpnju 2005. godine. Početkom 2006. godine EGNOS sustav bi trebao službeno objaviti potpunu dostupnost. Iako EGNOS sustav ima veliki broj prednosti uvijek postoje poneki nedostaci. Nedostaci EGNOS-a su: velika i skupa zemaljska infrastruktura mreže te problematična vidljivost geostacionarnih satelita na velikim geografskim širinama i u polarnim krajevima.

Procijenjeno je da će razvoj EGNOS-a koštati oko 300 mil. €. ESA će financirati 200 mil. €, dok će preostalih 100 mil. € financirati EC. EGNOS je veliki izazov koji predstavlja tehnološki, znanstveni i politički cilj koji će pokazati snagu i zajedništvo Europe. Nudeći prvu satelitsku radio-navigacijsku uslugu, predstavlja bitnu stepenicu u razvoju tehnologije i omogućava Europi izlaganje na svjetsko tržište satelitske radio-navigacije.

WAAS (Wide Area Augmentation System)

WAAS je sustav sličan EGNOS-u, razvijen za područje Sjeverne Amerike i već je od 1995. godine u upotrebi. Razvijen je od strane Federal Aviation Administration (FAA) i Department of Transportation (DOT). Svrha WAAS-a je poboljšanje točnosti i sigurnosti GPS sustava prilikom njegovog korištenja za precizno navođenje zrakoplova. Sastoji se od 25 stanica na Zemlji i 2 geostacionarna satelita koja pokrivaju područje cijelog SAD-a, Kanade i Meksika što je prikazano na sl. 6.



Sl. 6. Pokrivenost WAAS sustava

Iako WAAS nije službeno prihvaćen u zrakoplovstvu, dostupan je za civilnu upotrebu.

GPS i GLONASS navigacijski signali primaju se na referentnim stanicama WRS (Wide Area Reference Stations) raspoređenima na širokom prostoru SAD-a. Položaj WRS-a određen je velikom točnošću tako da pogreške u primljenom GPS signalu se mogu uočiti. Primljeni podaci šalju se do glavnih postaja WMS (WAAS Master Station) pomoću komunikacijske mreže. U WMS-u se obrađuju podaci odaslani s WRS-a. Integrirana korekcijska poruka se precizno sinkronizira s referentnim vremenom i modulira s podacima o cjelovitosti i ispravnosti sustava te korekcijama. Taj signal emitira se prema geostacionarnim satelitima: Inmarsat IIIs: POR (Pacifik) i AOR-W (Atlantski ocean). Na satelitima se navigacijski signal frekvencijski transponira i emitira korisnicima na frekvenciji L1 (1575,42MHz). GPS/WAAS prijamnici primaju prepravljeni GPS signal koji je do 5 puta točniji od izvornog GPS signala. Tipična (vertikalna) točnost određivanja položaja upotrebom WAAS-a iznosi manje od 3 m, dok horizontalna manje od 2 m.

U današnje vrijeme civilno zrakoplovstvo još uvijek koristi ILS (Instrument Landing System) sustav za precizno navođenje zrakoplova. ILS je kombinacije više uređaja koja daje informacije o smjeru, elevaciji zrakoplova i udaljenosti od piste. 1980-ih uveden je novi MLS (Microwave Landing System) sustav koji je trebao zamijeniti ILS. Sustav je trebao osigurati veću točnost i preciznost navođenje, ali uvođenjem WAAS tehnologije sustav je zasjenjen.

WAAS omogućuje pilotu jednostavno i precizno slijetanje na pistu ne oslanjajući se na ILS, te letenje na nižim nadmorskim visinama što povećava sigurnost i smanjuje potrošnju kisika čime se štedi na vremenu i gorivu. Instrumentarij za satelitsko navođenje pomoću WAAS-a je puno jednostavniji.

Da bi zrakoplovi bili u mogućnosti koristiti se LPV (Lateral Precision with Vertical Guidance) potrebno je da budu opremljeni GPS/WAAS prijamnikom. Krajem 2005. godine planirano je lansiranje dva dodatna satelita "PanAmSat Galaxy XV" i "Telesat Anik F1R" koji bi trebali biti u funkciji sredinom 2006. 9. rujna 2005. je lansiran "Telesat Anik F1R". Na taj način je povećana pokrivenost Južne Amerike i jugozapadnih dijelova Aljaske. Danas WAAS pokriva 95% USA, a planira se da će 2006. godine prekrivati 99% i biti dostupan u svako vrijeme. Teško je procijeniti koliko je do sad WAAS koštao, ali je 1999. godine održavanje, oprema, tj. funkcioniranje sustava koštalo oko 3,682.00 mil.\$.

MSAS

(Multifunctional Transport Satellite Space-Based Augmentation System)

MSAS je sustav razvijen za područje Japana. Razvijen je od strane Ministarstva zemlje, infrastrukture i transporta Japana (Japanese Ministry of Land, Infrastructure and Transport) i Japanske meteorološke agencije (Japan Meteorological Agency -JMA). Sastoji se od MTSAT (Multi-Functional Transport Satellite) satelita. MTSAT je serija geostacionarnih satelita za kontrolu zračnog prometa i vremena. Upotreba MSAS planira se za kraj 2005. godine.

Zaključak

Iako su svi SABS sustavi regionalni sustavi, od iznimne važnosti je osigurati njihovu kompatibilnost, kooperativnost te koordinirati njihove radnje. Kompatibilnost sustava omogućila bi veću efikasnost i mogućnost korištenja sustava diljem svijeta. Kooperaciju SABS sustava koordinira Interoperability Working Groups EGNOS/MSAS i EGNOS/WAAS. Testiranja sustava su uspješno izvedena 1998, 1999. i 2000. godine.

U današnje vrijeme satelitski sustavi igraju bitnu ulogu u našim životima. Ta prisutnost i ovisnost o satelitskim sustavima se povećava iz dana u dan. Kako nas uvijek uče da nijedna ovisnost nije dobra ipak se moram usprotiviti toj izjavi. SABS sustavi, osim što će osigurati veću sigurnost i učinkovitost u svim vrstama transporta, omogućiti će povećanje ekonomskog prosperiteta, napredak u industriji te općenito poboljšati kvalitetu življenja. Raspon mogućih primjena SABS-a je neizmjerljivo širok.

Literatura:

<http://www.sti.nasa.gov>
<http://www.esa.int>
<http://europa.eu.int>
<http://www.essp.be>
<http://en.wikipedia.org>
<http://gps.faa.gov>
<http://www.kowoma.de>
<http://gpsinformation.net>

Ajla Bakalbašić