

CanSat Program

-obrazovni program-

Novembra 1998. godine na simpozijumu **University Space Systems (USSS)** održanog na Havajima, Profesor Robert Twiggs sa Stanford Univerziteta (eng. *Stanford University Space Development Laboratory*) predložio je takozvani "CanSat" (eng. *Can Satellite*) koncept, kojim kompletan satelit ima veličinu limenke od 350 ml. Ovaj izazov lansirao je niz međunarodnih radionica i takmičenja. Kroz radionice i takmičenja tokom cele prošle dekade, đaci i studenti su dizajnirali i izrađivali **Can** satelite; lansirali ih putem raketa, balona i/ili aviona na daljinsko upravljanje; prikupljali podatke tokom spuštanja CanSat-a padobranom, simuliranjem sprovođenja i razvoja eksperimenata u svemiru. Tokom ovih praktičnih aktivnosti, đaci i studenti su radili na različitim projektima razvoja **low-cost** đачkih i studentskih satelita.

CanSat je mali analogni satelit (Slika 1). Sve komponente su smeštene u unutrašnjost limenke od 350 ml. CanSat omogućava priuštiv način sticanja osnovnih znanja iz svemirskog inženjeringa za predavače, đake i studente kao i doživljavanja inženjerskih izazova pri izradi satelita. Đaci i studenti su u mogućnosti da dizajniraju i naprave mali elektronski tovar koji može da stane u limenku od 350 ml. CanSat se lansira raketom ili balonom i isporučuje u apogeju. Pomoću padobrana CanSat se polako spušta na zemlju i tokom spuštanja sprovodi svoju misiju (npr. *meri vazdušni pritisak i temperaturu i šalje telemetriju*). Analizom podataka koje je prikupio CanSat, korisnici istražuju razloge uspeha i/ili neuspeha njegove misije.

Učenje svemirskog inženjeringa baziranog na CanSat konceptu omogućava inovativnim đacima i studentima da kroz konkretan projekat steknu teoretska i praktična znanja i iskustva za period manji od godinu dana. S obzirom da je u pitanju projekat iz svemirskog inženjeringa đaci i studenti će steći iskustva počev od idejnog rešenja, preko integrisanja i testiranja, pa sve do stvarne operativnosti sistema, tj. iskustva iz celog projektnog ciklusa za manje od godinu dana. Jedna od glavnih prednosti CanSat koncepta jeste veoma mala cena kompletnog projekta što omogućava školama i univerzitetima uključivanje većeg broja đaka i studenata. CanSat predstavlja simulaciju pravog, velikog satelita i sadrži sve komponente kao i pravi satelit, ali sa limitiranom složnošću. Proces potreban za razvoj CanSat-a obuhvata proces učenja poznat kao **problem-based learning**, novi nastavni metod u kojem je učenik/student taj koji mora da reši problem. Osnovna karakteristika ove vrste programa jeste da u realizaciji učestvuju timovi koji se suočavaju sa otvorenim problemima vođeni uzastopnim izazovima. Podrška koju pružaju predavači opada u skladu sa povećanjem iskustva pojedinaca i timova.

Svake godine organizuju se CanSat takmičenja širom Sveta, nacionalna i međunarodna na kojima se takmiče đaci i studenti u dizajnu, izradi i misijama koje definišu organizacioni komiteti.

Prednosti obrazovanja baziranog na CanSat konceptu

CanSat je efektivni alat za obrazovanje u pogledu sledećeg:

- ▲ Uključivanje đaka i studenata u tehnologiju i inženjering kao praktični dodatak ostalim predmetima koje izučavaju kao što su matematika i fizika;
- ▲ Relativno niska cena;
- ▲ Đaci i studenti stiču teoretsko i praktično znanje i iskustvo kompletnog procesa: dizajn, izrada, testiranje, lansiranje i analiza;
- ▲ Jadnostavno i jeftino sprovođenje eksperimenata sa balonom/raketom;
- ▲ Metode učenja mogu biti prilagođene uzrasnom nivou đaka i studentima, odnosno njihovim potrebama i sposobnostima (Potrebe i sposobnosti đaka u osnovnoj školi, srednjoj školi i studenata na fakultetu se razlikuju);
- ▲ Đaci i studenti su u mogućnosti da analiziraju razloge uspeha i/ili neuspeha nakon spuštanja CanSat-a na zemlju.

CanSat Program 1, osmišljen po modelu Evropske Svemirske Agencije (*ESA*), namenjen je đacima sedmog i osmog razreda osnovne škole. Đaci će biti upoznati sa osnovnim komponentama pravih satelita, lansiranjem i načinom funkcionisanja radi lakšeg shvatanja CanSat koncepta. Biće napravljeno jasno poređenje pravih satelita sa CanSat-om kroz brojne primere, uputstva i slikovite prikaze. Nakon teoretskog dela đaci će imati priliku da sklope svoje CanSat modele kombinacijom gotovih delova i delova koje će sami napraviti, kao i upotrebom gotovih kompjuterskih programa. Nakon toga svoje modele će testirati upotrebom balona ili puštanjem sa neke više tačke (objekat i sl.) sa visine od nekoliko desetina metara. Za ovaj program napisan je poseban priručnik u kojem se mogu naći detaljnije informacije. Stečena znanja i veštine đaci će imati priliku da provere i uporede sa vršnjacima kroz učešće na republičkom takmičenju.

CanSat Program 2, osmišljen po modelu Evropske Svemirske Agencije (*ESA*), namenjen je đacima srednje stručne škole i gimnazije. Kroz ovaj program đaci se bave kompletnim procesom izrade CanSat-a, ali sa prethodno definisanom misijom – tj. izradom konstrukcije, pisanjem programa (programiranjem), sensorima (u zavisnosti od definisane misije), komunikacijom sa zemaljskom stanicom i testiranjem upotrebom balona ili rakete sa visine od 800 m do 4 km. Za ovaj program napisan je poseban priručnik u kojem se mogu naći detaljnije informacije. Sve što uče srednjoškolci u zemljama Evrope i Sveta učiće i đaci naše zemlje, a stečena znanja i veštine će imati priliku da provere i uporede sa vršnjacima kroz učešće na domaćim i međunarodnim takmičenjima (*ARLISS, NAROM, NOSHIRO SPACE EVENT, LEEM*).

CanSat Program 3, osmišljen po CLTP (eng. *CanSat Leadership Training Program - Japan*) modelu, namenjen je studentima osnovnih i master studija. Kroz ovaj program studenti se bave kompletnim procesom izrade svih podsistema CanSat-a čija složenost se veoma malo razlikuje od pravog satelita - tj. izradom konstrukcije, pisanjem programa (programiranjem), sensorima (GPS, akcelerometar, vazdušni pritisak i temperatura, vlažnost vazduha, kamera itd.), komunikacijom sa zemaljskom stanicom i testiranjem upotrebom balona ili rakete sa visine od 800 m do 4 km. Nakon prolaska ovog programa

KOMITET ZA RAZVOJ SVEMIRSKOG PROGRAMA

studenti će biti kvalifikovani za učešće u razvojnim programima (projektima) koji se tiču dizajniranja pravih satelita i ostalih segmenata svemirskog inženjerstva.



- Slika 1, **CanSat** (preuzeto: *Bolyai CanSat Team*) -

BalloonSat Program

-obrazovni program-

BalloonSat predstavlja jednostavan **low-cost** paket dizajniran da nosi opremu za sprovođenje različitih eksperimenata na ivicu svemira. BalloonSat je popularan uvod u inženjerske principe kod srednjoškolaca i studenata. Najčešće je dizajn BalloonSat-a ograničen težinom i veličinom što predstavlja izazov pri izradi, podstiče dobru inženjersku praksu i omogućava uključivanje mnogih BalloonSat modela u ARHAB (eng. *Amateur Radio High Altitude Ballooning*) letove.

Paket BalloonSat-a je napravljen od stiropora jer je lagan, dovoljno čvrst, lak za obradu i odličan izolator.

Tovar BalloonSat-a zavisi od toga koje eksperimente đaci/studenti žele da sprovedu: senzori za merenje vazdušnog pritiska, temperature i vlažnosti, akcelerometri, video kamera, GPS pa čak i opreme koja je potrebna za sprovođenje eksperimenata sa insektima, bakterijama i hranom. Koncept je dosta sličan CanSat konceptu s tim da je razlika u visini do koje se eksperimenti sprovode, odnosno koju BalloonSat dostiže, a to je od 25 do 35 km. Na ovim visinama se jasno vidi zemljino zakrivljenje (Slika 2), odnosno granica između zemljinog plavetnila i svemira što beleži video kamera na sd karticu pa nakon spuštanja padobranom BalloonSat-a video materijal se analizira. Ovakav prizor ima izuzetno snažan motivacioni efekat na đake i studente.

BalloonSat koristi standardni meteorološki balon od lateksa koji traje 2 do 3 sata i dostiže visinu od 25 do 35 km. Ukoliko eksperiment zahteva duže trajanje balona mogu se koristiti druge vrste balona kao što su **zero-pressure** baloni, **superpressure** baloni, i **valved-latex** baloni koji produžavaju vreme letenja na više od 24 časa. Nakon pucanja meteorološkog balona, paket BalloonSat-a sa tovarom se polako spušta padobranom koji je bio zakačen između paketa i meteorološkog balona (Slika 3).

Upotreba BalloonSat-a u eksperimentalne svrhe je praktično neograničena. U svetu se za BalloonSat i ARHAB često koristi rečenica "The Poorman's Space Program" zbog njihove pristupačnosti svima i u isto vreme ogromnim naučnim efektom.

Prednosti obrazovanja baziranog na BalloonSat konceptu

BalloonSat je efektivni alat za obrazovanje u pogledu sledećeg:

- ♣ Uključivanje đaka i studenata u tehnologiju i inženjering kao praktični dodatak ostalim predmetima koje izučavaju kao što su matematika i fizika;
- ♣ Relativno niska cena;
- ♣ Đaci i studenti stiču teoretsko i praktično znanje i iskustvo kompletnog procesa: dizajn, izrada, testiranje, lansiranje i analiza;
- ♣ Jednostavno i jeftino sprovođenje eksperimenata meteorološkim balonom;
- ♣ Metode učenja mogu biti prilagođene uzrasnom nivou đaka i studentima, odnosno njihovim potrebama i sposobnostima (Potrebe i sposobnosti đaka u srednjoj školi i studenata

KOMITET ZA RAZVOJ SVEMIRSKOG PROGRAMA

na fakultetu se razlikuju);

- ♣ Đaci i studenti su u mogućnosti da analiziraju razloge uspeha i/ili neuspeha nakon spuštanja BaloonSat-a na zemlju.

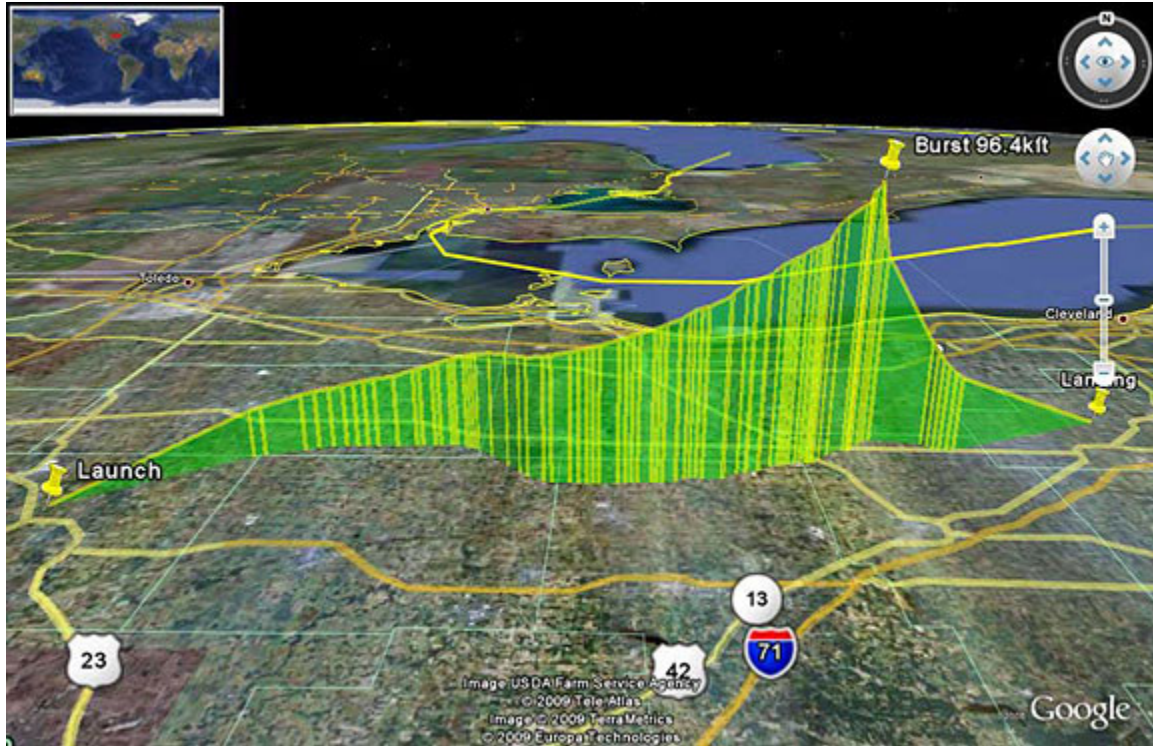


- Slika 2, **Zemljino zakrivljenje** (preuzeto: *ARHAB*) -



- Slika 3, **BalloonSat** (preuzeto: *Antriksha Labs*) -

KOMITET ZA RAZVOJ SVEMIRSKOG PROGRAMA



- Slika 4, Putanja leta BalloonSat-a prikazana na Google mapi (preuzeto: NASA) -

CubeSat Program

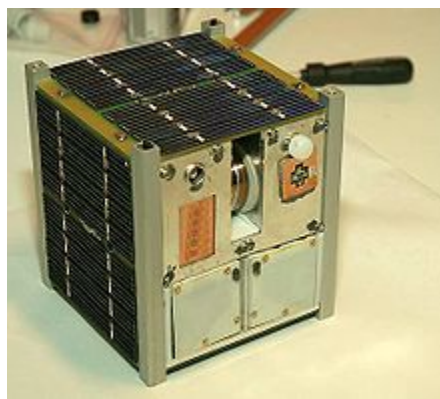
-razvojni program-

CubeSat je pikosatelit standardizovanih dimenzija (kocka čije su stranice 10 cm, sa maksimalnom težinom od 1 kg) kojim može da se upravlja sa univerzitetske, radio-amaterske ili neke treće zemaljske stanice koja je opremljena i ima dozvolu za tu svrhu. Rad na CubeSat-u omogućava sticanje praktičnog iskustva iz svemirskog inženjeringa studentima i to od idejnog rešenja, preko dizajniranja konstrukcije, razvoja hardvera i softvera, testiranja, pa sve do upravljanja pravim satelitom koji je lansiran u svemir (*LEO*) sa postavljenih zemaljskih stanica. Sve komponente koje se koriste u procesu izrade elektronike za CubeSat su komercijalne **off-the-shelf**, tako da je izrada CubeSat-a svima dostupna.

Sve što je važno za CanSat koncept, naročito **CanSat Program 3**, važi i za CubeSat. Svaki CubeSat mora da ima jasno definisanu misiju koja je osnov za njegovo pravljenje i lansiranje u svemir. Za razliku od CanSat-a koji se lansiraju do visine od 4 km, CubeSat se lansiraju u svemir u nižu zemljinu orbitu (*LEO*). Lansiranje se sprovodi raketama koje poseduju svemirske agencije širom sveta kao što su NASA, ESA, JAXA ili privatne firme specijalizovane za ovu namenu – Eurokot idr.. S obzirom da je CubeSat pravi satelit, pri izradi, testiranju, pripremi za lansiranje, lansiranju i korišćenju primenjuju se međunarodni standardi i jasno definisana pravila kojih moraju da se pridržavaju svi koji rade na ovakvom projektu.

Učešćem u CubeSat programu studenti će bolje razumeti sadržaje koje su učili na prethodnim nivoima školovanja kroz obrazovne programe kao što su CanSat i BalloonSat, kao i upotrebiti sva teoretska i praktična znanja i iskustva iz svemirskog inženjeringa, elektrotehnike i informacionih tehnologija.

Zemlje koje uspešno lansiraju svoj CubeSat (Slika 5) spadaju u grupu zemalja sa razvijenim kapacitetima iz oblasti svemirskog inženjeringa jer su prošle kompletan ciklus od obrazovnih do razvojnih programa, zahvaljujući kojima su osposobljene da dalje održivo i samostalno razvijaju nacionalni svemirski program.



- Slika 5, Ncube-2, Norveški CubeSat (preuzeto: *Wikipedia/Cubesat*) -

UNIFORM

-razvojni projekat-

UNIFORM (eng. *University International Formation Mission*) predstavlja projekat razvijanja sistema za monitoring divljih požara putem konstelacije mikro satelita. Prednost mikro satelita u odnosu na tradicionalne velike satelite jeste niska cena izrade, brzo usvajanje najsavremenije tehnologije, kratko vreme izrade i izuzetna primenljivost u obrazovnom procesu. Između ostalog, najkarakterističniji aspekt je da se relativno jeftino može postići izuzetno visoka rezolucija. Takođe, omogućen je novi tip strategije za razvijanje sistema koji pruža mogućnost da nekoliko zemalja zajedno radi na pravljenju satelita koji će priključiti konstelaciji.

Lider projekta	Prof. Hiroaki Akiyama (Wakayama University)
	Wakayama University The University of Tokyo Tokyo University of Science Tokyo Metropolitan University
Saradnici	Tohoku University Hokkaido University Japan Aerospace Exploration Agency NESTRA (The Next generation Space system Technology Research Association)
Period	5 godina (FY2010 do FY2014)
Lansiranje	H-IIA piggyback u toku 2013 (okvirno)
Sponzor	MEXT (The Ministry of Education, Culture, Sports, Science & Technology in Japan)
Web adresa	http://www.wakayama-u.ac.jp/ifes/uniform/index.html

UNIFORM projekat se sastoji od tri segmenta međunarodne saradnje:

1. Segment razvoja satelita
2. Segment **downlink**-a podataka putem mreže zemaljskih stanica
3. Korisnički segment

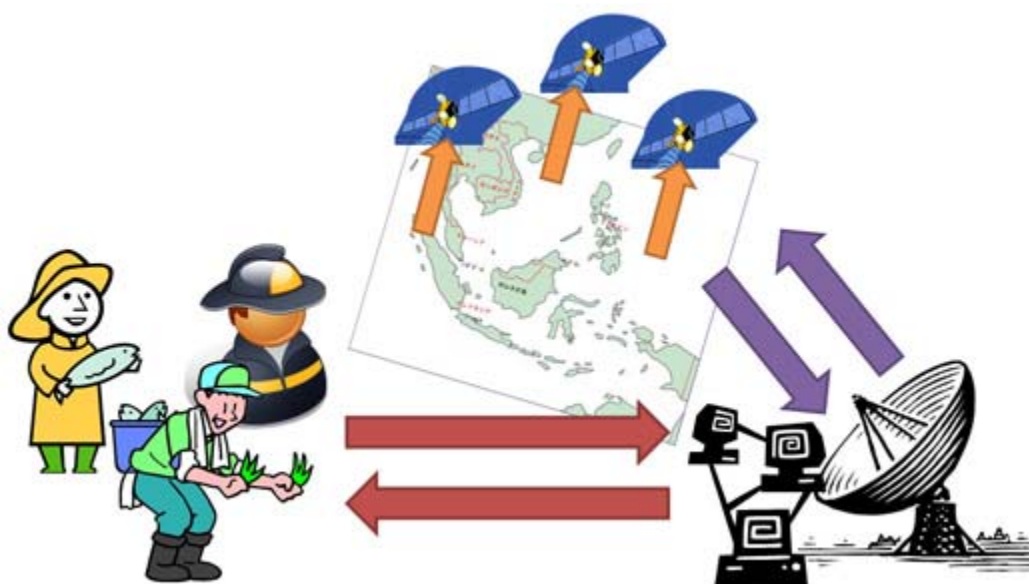
Cilj projekta

Razvoj sistema za detekciju divljih požara preko konstelacije mikro satelita kroz međunarodnu saradnju.

Misija projekta

Detektovanje divljih požara i obaveštavanje korisnika o požaru u što kraćem vremenskom roku (Slika 6).

Pokrivanje 'satelita', 'mreže zemaljskih stanica', 'obrade podataka' i 'isporuke podataka' kroz međunarodnu saradnju.



- Slika 6, UNIFORM projekat (preuzeto: Wakayama university/UNIFORM) -

Specifikacija UNIFORM satelita

Težina	50 kg
Veličina	50 x 50 x 50 cm
Komunikacija	S-band DL/UL (HK) X-band DL (Misija)
Baterija	Li-ion 5.1 Ah (okvirno)
Senzori za kontrolu orijentacije	3 Sun Sensors Star Tracker Fiber Optics Gyroscope Magnetometer
Aktuatori za kontrolu orijentacije	3-axis magnetic torquer rods 4-axis reaction wheels
Koristan teret/Tovar	Microbolometer Camera Visible Light Camera

GENSO

-razvojni projekat-

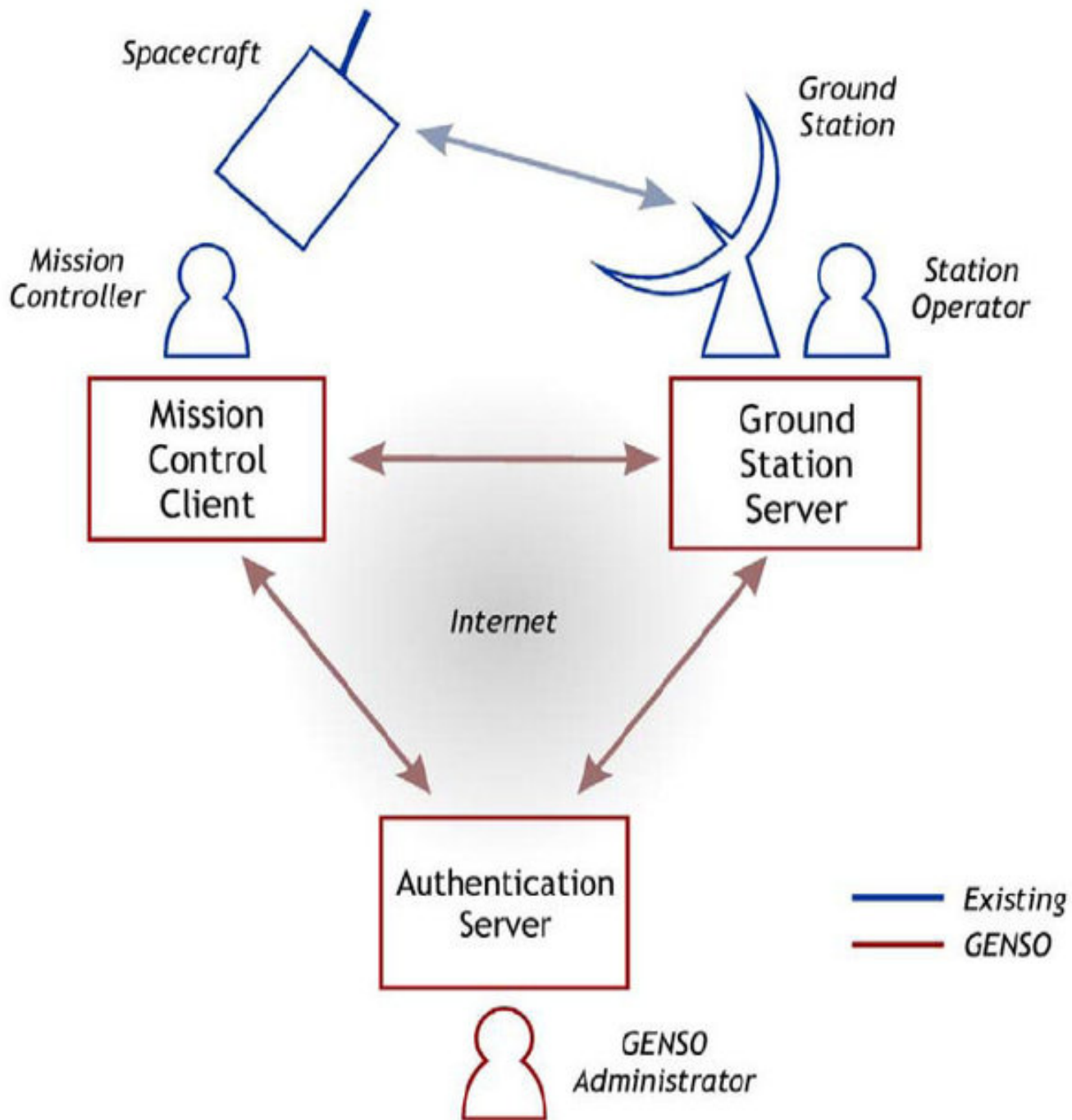
Glavni cilj GENSO (eng. *Global Educational Network for Satellite Operations*) projekta jeste stvaranje svetske mreže radio-amaterskih i univerzitetskih zemaljskih stanica radi uspostavljanja što duže (24h) komunikacije sa univerzitetskim satelitima.



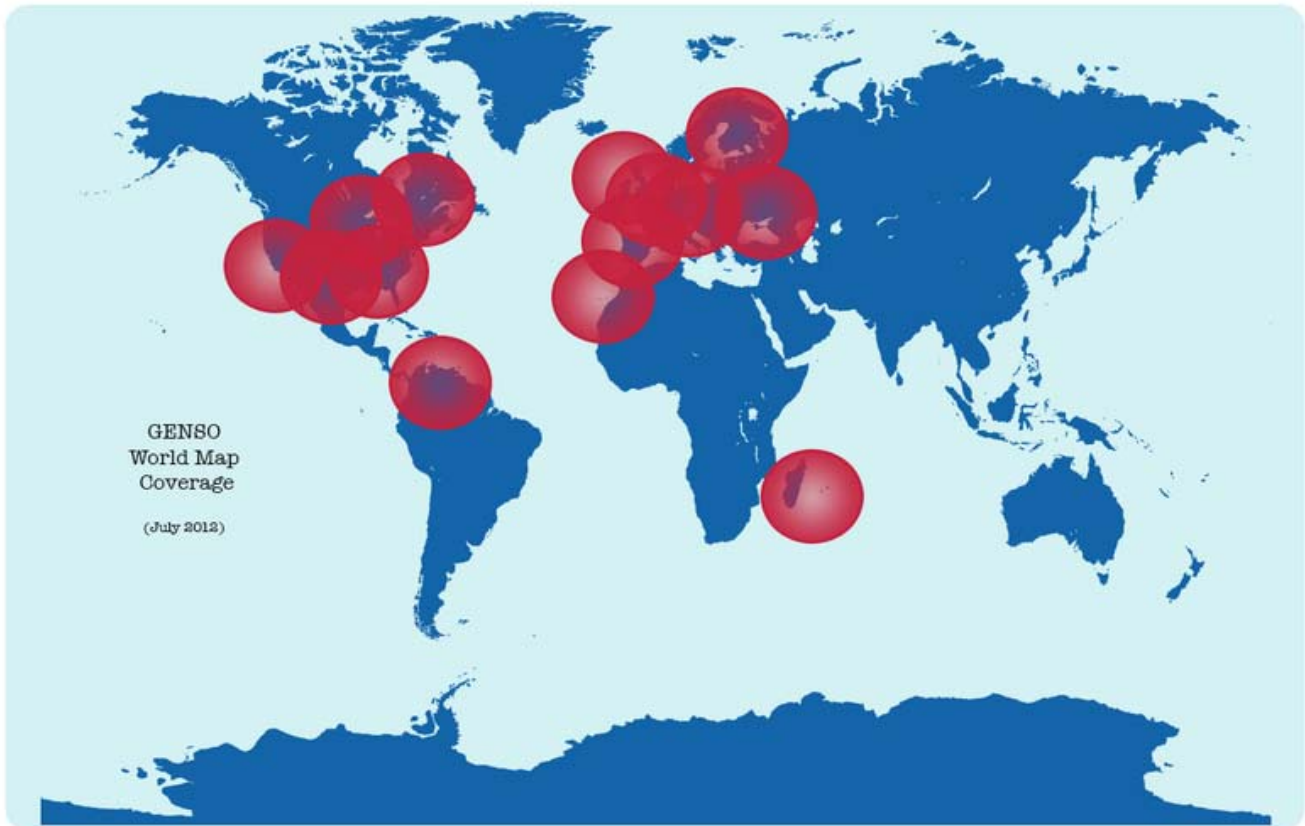
Da bi ovaj cilj bio postignut GENSO je dizajniran kao distributivni sistem povezan preko interneta (Slika 7). S obzirom da kontrolori misija univerzitetskih satelita dnevno mogu da prikupljaju podatke svega dvadesetak minuta svojim zemaljskim stanicama, GENSO im omogućava da ovaj pristup bude drastično povećan tako što preko interneta kontrolori misija imaju pristup stotinama zemaljskih stanica širom sveta. Na ovaj način omogućena je gotovo neprestana komunikacija sa satelitom pa je moguće prikupljanje podataka u mnogo većoj meri tokom dana. Takođe im je omogućeno i upravljanje svojim satelitima u trenucima kada se satelit nalazi na drugoj strani planete.

GENSO je projekat Evropske Svemirske Agencije (ESA) i koordiniran je od strane kancelarije za obrazovanje Evropske Svemirske Agencije. Vigo Univerzitet u Španiji je centrala evropskih operacija i koordinira pristupima GENSO mreži.

Zvanična web adresa projekta: <http://www.genso.org/>



- Slika 7, **Kako se GENSO uklopio u postojeći okvir satelitske komunikacije** (preuzeto: ESA) -



- Slika 8, GENS0 – prikaz svetske mape pokrivenosti iz jula 2012 (preuzeto: ESA) -