

temeljen na LADM-u koji podržava cjeloviti upis komunalne infrastrukture. U šestom poglavlju dane su mogućnosti modeliranja različitih stanja objekata i vodova komunalne infrastrukture pomoću predloženog implementacijskog modela. Sedmo poglavlje je zaključak disertacije u kojem je dan osvrt na hipoteze i znanstveni doprinos istraživanja. U osmom poglavlju navedena je literatura korištena u istraživanju.

Nakon popisa literature nalaze se popis tablica, popis slika, popis kratica te životopis.

Miodrag Roić

## ZNANSTVENI SATELIT SDGSAT ZA ISTRAŽIVANJE ODRŽIVOG RAZVOJA – DOGOVOR UN-A I KINESKE AKADEMIJE ZNANOSTI

Marinko Oluić<sup>1</sup>

### 1. Uvod

Povod za pisanje ovoga članka je dopis koji sam dobio iz Kine, od *Međunarodnog istraživačkog centra za velike podatke za održivi razvoj – SDGSAT, 2023. godine* (International Research Center of Big Data for Sustainable Development – SDGSAT, 2023, China). U dopisu me obavještavaju da je *Kineska akademija znanosti* (CAS) lansirala prvi znanstveni satelit namijenjen servisiranju Agende UN-a (*UN-2030 Agenda for Sustainable Development*) pod nazivom *SDGSAT-1*. U tu svrhu izrađen je *SDGSAT Open Science Program (SDGSAT – Otvoreni znanstveni program)*, koji uključuje unapređenje multidisciplinarnih istraživanja vezano za nadgledanje i evoluciju održivog razvoja (SDGs). Satelitski podaci će se dobivati kroz *SDGSAT-1 Otvoreni znanstveni program* koji omogućava pristup satelitskim podacima *svim znanstvenim institucijama* širom svijeta koje imaju potencijal za takva istraživanja bez plaćanja naknade.

### 2. Kratak pregled lansiranih satelita

Prvi umjetni Zemljin satelit bio je *SPUTNIK-1* koji je lansiran 1957. godine u tadašnjem Sovjetskom Savezu, dok su prva snimanja Zemlje iz svemira obavljena dvije godine kasnije posredstvom američkog satelita *Explorer-6*.

Nakon toga izvršena su brojna snimanja Zemlje iz svemira korištenjem satelita s ljudskom posadom, kao i onih bez nje. U to vrijeme nastala je prava utrka između Rusa i Amerikanaca za prestižem u razvoju svemirskih tehnologija. Moglo bi se reći da su upravo taj inat (ili konkurencija) doveli do značajnog tehnološkog razvoja i postizanja znanstvenih uspjeha na predmetnom području. Kao posljedica tih aktivnosti ostvareno je da od početka ovoga stoljeća svakoga dana sateliti kruže oko Zemlje.

Podaci dobiveni snimanjima i mjerenjima iz svemira našli su široku primjenu u različitim znanstvenim i primijenjenim disciplinama, primjerice u komunikacijama, motrenju i istraživanju našega planeta, te u različitim znanstvenim i geoznanstvenim istraživanjima poput geologije, geografije, šumarstva, poljoprivrede, zatim geodezije, meteorologije, istraživanja svemira i drugim disciplinama.

<sup>1</sup> dr. sc. Marinko Oluić, prof. u miru, Zagreb, Poljana B. Hanžekovića 31, e-mail: geo-sat@zg.t-com.hr

Do siječnja 2022. godine u Zemljine orbite lansirano je više od 8200 satelita od kojih je danas aktivno samo njih 4852 (UNOOSA – *United Nations Office for Outer Space*). Međutim, prema nekim drugim izvorima je do siječnja 2022. godine u svemir lansirano ukupno 12293 različitih objekata koji su kružili ili kruže oko našeg planeta.

Na području geoznanstvenih istraživanja dugo je vremena najpoznatiji bio američki satelit ERTS-1, koji je kasnije preimenovan u *LANDSAT-1*. On simbolizira novu, modernu eru u snimanju Zemlje iz svemira te primjenu snimljenih podataka u daljinskim istraživanjima (*Remote sensing*). Iz iste serije do sada je lansirano 9 tipova Landsat satelita za različita istraživanja Zemlje i njezina okoliša.

Budući da su se podaci dobiveni posredstvom umjetnih Zemljinih satelita pokazali izuzetno korisnima u brojnim znanstvenim i praktičnim područjima, broj zemalja koje su lansirale vlastite satelite za različite namjene narastao je na više od njih 40. Među njima može se izdvojiti 10 zemalja koje su dominantne u satelitskoj tehnologiji i industriji, a to su: SAD, Kina, Rusija, Ujedinjeno Kraljevstvo, Japan, Indija, Francuska, Kanada, Njemačka i Luksemburg. Predviđa se da će u sljedećem desetljeću za globalna svemirska istraživanja biti izdvojeno više od 30 milijardi dolara (*Euroconsult*). Ovdje treba dodati da se sve češće lansiraju i mali sateliti, tzv. mikrosateliti (*CubeSat*, siječanj 2022. godine). Podaci dobiveni posredstvom satelita najviše se koriste u komunikacijama, promatranju Zemlje te geoistraživanjima poput istraživanja Zemljinih resursa, urbanog planiranja, prirodnih i izazvanih hazarda (potresi, poplave i dr.), unapređenja i procjene proizvodnje poljoprivrednih usjeva i slično.

Prvi važniji sateliti za istraživanje Zemlje bili su opremljeni relativno jednostavnom kamerom i senzorima. Tako je, primjerice, Landsat-1, lansiran 1972. godine, snimao multispektralnim skenerom samo u četiri kanala elektromagnetskog spektra, vidljivom i bliskom infracrvenom (0,5–1,1  $\mu\text{m}$ ), dok je, na primjer, Landsat-7 snimao u osam spektralnih kanala (7 multispektralno + 1 pankromatski). Rezolucija prvih satelitskih snimaka bila je mala (oko 80 m), dok neki današnji sateliti snimaju u rezoluciji koja se mjeri u centimetrima. Na ovom znanstvenom području tehnološki razvoj kretao se možda i brže, nego u bilo kojoj drugoj znanstvenoj disciplini. Premda više od 40 zemalja svijeta ima svoje vlastite satelite u orbiti, samo je desetak zemalja u mogućnosti lansirati satelite, dok se sve ostale služe tuđim platformama za lansiranja.

### 3. Sateliti novije generacije

Ovdje je prikazan satelit nazvan *SDGSAT-1 (Sustainable Development)*, lansiran u Taiyan Centru (sjeverna Kina) 5. studenoga 2021. godine (slika 1). Taj je satelit namijenjen znanstvenim istraživanjima koji prikuplja podatke za *Organizaciju Ujedinjenih Naroda (UN)*, a koja će ih koristiti u realizaciji svoje *Agende o održivom razvoju (UN-2030 Agenda)*. Radi se o dobivanju podataka potrebnih za istraživače, ali i sve one koji donose odluke u okviru tzv. *Otvorenog znanstvenog programa*.



Slika 1. Satelit ADGSAT-1, lansiran 2021. godine u orbitu na visini 505 km.

Podatke dobivene posredstvom ovog satelita distribuirat će *International Research Center of Big Data for Sustainable Development Goals – CBA* (Međunarodni istraživački centar za velike podatke o održivom razvoju – CBA).

Primjena dobivenih satelitskih podataka ocijenjena je prioritonom za održivi razvoj. Satelit SDGSAT-1 omogućit će razvoj istraživačkih tehnologija snimanja iz svemira, kao i razvoj metoda analize i interpretacije snimaka te primjenu različitih podataka širokog spektra vezanih za istraživanje kopna, mora i oceana, atmosfere i aktivnosti ljudskog društva. Na taj će se način moći pribaviti relevantni podaci u odgovarajućim vremenskim intervalima. Ti podaci bit će od koristi u realizaciji *UN-2030 Agende o održivom razvoju*. Satelit SDGSAT-1 je prvi znanstveni satelit iz serije, kojega je lansirala *Kineska akademija znanosti* u suradnji s predstavnicima Ujedinjenih Naroda.

SDGSAT-1 je lansiran u sunčano-sinkroniziranu orbitu koja se nalazi na visini od 505 km s inklinacijom  $97,5^\circ$ , a širina snimanja („otkos“) iznosi 300 km. Satelit je opremljen većim brojem različitih instrumenata za dnevna i noćna snimanja i mjerenja.

#### 4. Važniji instrumenti ugrađeni u SDGSAT-1

U satelit su ugrađeni najmoderniji instrumenti za snimanja i mjerenja Zemlje i njezina okoliša. Obuhvaćen je širok raspon elektromagnetskog spektra valnih duljina, od ultraljubičastog ( $0,30 \mu\text{m}$ ) do infracrvenog ( $15,0 \mu\text{m}$ ). Instrumenti snimaju u većem broju uskih spektralnih kanala različitih rezolucija, što daje veću mogućnost registriranja i identificiranja detalja (tablica 1). Snimanja se mogu izvoditi optičkim i mikrovalnim instrumentima danju i noću (tzv. radar-postupak).

Tablica 1. Tehnički podaci: specifikacija za satelit SDGSAT-1.

Orbite	Parametri	Specifikacije
Orbita	Tip	sunčano-sinkronizirana
	Visina	505 km
	Nagib (Inklinacija)	97,5°
Termalni infracrveni spektrometar <sup>2</sup>	Širina snimanog terena	300 km
	Spektralni kanali	8 ~ 10,5 μm
		10,3 ~ 11,3 μm 11,5 ~ 12,5 μm
Prostorna rezolucija	30 m	
Glimmer/multispektralni skener	Širina snimanog terena	300 km
	Spektralni kanali skenera	P: 444 ~ 910 nm B: 424 ~ 526 nm G: 506 ~ 612 nm R: 600 ~ 894 nm
Spektralni kanali multispektralnog skenera (imager)		B1: 374 ~ 427 nm B2: 410 ~ 467 nm B3: 457 ~ 529 nm B4: 510 ~ 597 nm B5: 618 ~ 696 nm B6: 744 ~ 813 nm B7: 798 ~ 911 nm
Prostorna rezolucija multispektralnih snimaka		10 m

Instrument sadrži i dva kanala u duboko plavom spektru (što je posebno važno za istraživanja voda), kao i jedan IR kanal za motrenje vegetacije na kopnu.

## 5. Umjesto zaključka

*Ujedinjeni Narodi (UN) i Kineska akademija znanosti* su 2021. godine na Generalnoj skupštini Ujedinjenih Naroda dogovorili lansiranje znanstvenog satelita koji će prikupljati multidisciplinarnu podatke važne za istraživanja transformacije svijeta u kontekstu održivog razvoja. Predviđenim desetogodišnjim istraživanjima korištenjem serije satelita pod nazivom SDGSAT, koji su definirani u okviru *UN-2030 Agende*, prikupit će se značajni podaci i metodološki pristupi relevantni za implementaciju *UN-2030 Agende*. Kompleksna istraživanja izvodit će se u *Međunarodnom istraživačkom centru za velike podatke za održivi razvoj (International Research Center of Big Data for Sustainable Development Goals)*. Za realizaciju programa pozvani su najeminentniji svjetski stručnjaci, među kojima i dr. sc. Marinko Oluić iz Hrvatske. Snimljeni podaci i rezultati istraživanja bit će dostupni *gratis* svim onim znanstvenim institucijama koje su aktivne na ovom području. Misao vodilja svih tih istraživanja glasi: „Znanost za održivost“.

<sup>2</sup> Termalni infracrveni spektrometar može detektirati temperaturne razlike s točnošću manjom od 0,041 K @ 300 K s prostornom rezolucijom 30 m.