

UDK 528.837:629:783:502.13:910:004.65:061.1EU

Stručni članak / Professional paper

Usluge programa Copernicus i DIAS – ocjena korisnosti i primjenjivosti

Anja BATINA – Zagreb¹

SAŽETAK. Copernicus je program Europske unije za promatranje i praćenje Zemlje koji osigurava podatke i informacije za bolje razumijevanje Zemlje i održivo upravljanje okolišem. Pružanje usluga programa Copernicus temelji se na obradi podataka o okolišu prikupljenih satelitima Sentinel, dodatnim misijama i in situ senzorima u gotovo stvarnom vremenu na globalnoj razini. Od 2008. do 2020. godine očekivano ulaganje Europske komisije i Europske svemirske agencije u program Copernicus iznosi 8,2 milijarde eura. Usluge programa Copernicus pretvaraju satelitske i in situ podatke u značajne informacije obradom i analizom podataka – skupovi podataka koji se prikupljaju godinama postaju usporedivi i pretraživi. Program Copernicus ima šest usluga (kopno, morski okoliš, atmosfera, klimatske promjene, krizne situacije i sigurnost) koje podržavaju razvoj mnogih primjena nudeći svoje proizvode korisnicima u geoinformatičkom sektoru kroz geografski informacijski sustav (GIS). Podaci o uslugama programa Copernicus dostupni su korisnicima na bazi politike besplatnog, potpunog i otvorenog pristupa podacima (free, full and open data policy). Od lipnja 2018. u funkciji su usluge pristupa podacima i informacijama programa Copernicus preko pet pristupnih platformi poznatih kao DIAS (Data and Information Access Services). Platforme zasnovane na računalstvu u oblaku razvijene su kako bi se olakšao i standardizirao pristup podacima i informacijama programa Copernicus. Budući da platforme DIAS pružaju uslugu masovne pohrane i obrade podataka, korisnici se mogu koristiti informacijama s jedne pristupne točke. Program Copernicus pruža i u budućnosti će pružiti još i više novih poslovnih mogućnosti za razvoj u mnogim područjima kao što su zaštita okoliša, upravljanje urbanim područjima, prostorno planiranje, poljoprivreda, šumarstvo, ribarstvo, promet, klimatske promjene, turizam i dr.

Ključne riječi: program Copernicus, sateliti Sentinel, usluge programa Copernicus, DIAS, GIS, Europska komisija, Europska svemirska agencija.

¹ Anja Batina, mag. ing. geod. et geoinf., Prehnit d.o.o., Garićka 11, HR-10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: anja@prehnit.hr.

1. Copernicus

Copernicus je europski program za promatranje i praćenje Zemlje, prije poznat kao GMES (*Global Monitoring for Environment and Security* – Globalno praćenje okoliša i sigurnosti) (URL 1). Dobio je ime po velikom poljskom znanstveniku i astronomu Nikoli Koperniku (1473 – 1543). Kopernikova teorija heliocentričnog svemira opovrgnula je Ptolemejev geocentrični sustav svijeta i mnogi ju smatraju glavnim prethodnikom moderne znanosti te utemeljenjem moderne astronomije.

Program Copernicus osigurava podatke i informacije za bolje razumijevanje Zemlje i upravljanje okolišem. Informacije koje se prikupe, obrade i prenesu u programu Copernicus pomažu u boljem upravljanju prirodnim resursima, praćenju kvalitete vode i zraka, urbanističkom planiranju, boljoj regulaciji prometa, optimizaciji poljoprivrednih aktivnosti i podupiranju proizvodnje energije iz obnovljivih izvora (ibid.).

Europska komisija odgovorna je za koordinaciju i upravljanje programom Copernicus u skladu s Uredbom (EU) br. 377/2014 Europskog parlamenta i Vijeća od 3. travnja 2014. o uspostavi programa Copernicus i o stavljanju izvan snage Uredbe (EU) br. 911/2010. (ibid.).

Do 2018. godine Europska komisija i Europska svemirska agencija (ESA) uložile su ukupno 6,5 milijardi eura u program Copernicus, a do kraja 2020. predviđeno je ulaganje od ukupno 8,2 milijarde eura. U istom će razdoblju ova investicija donijeti ekonomsku korist između 16,2 i 21,3 milijarde eura (European Commission 2019).

Komercijalno tržište podataka daljinskih istraživanja moglo bi dostići 2,4 milijarde eura do 2027. kombinacijom tržišta i dolaskom rukovoditelja novih konstelacija satelita – tvrtki koje su iskazale interes za razvoj niskobudžetnih konstelacija temeljenih na tehnologijama malih satelita s naglaskom na razvoju optičkih senzora i većoj frekvenciji prikupljanja podataka. Tržište usluga daljinskih istraživanja s dodanom vrijednošću trebalo bi dostići više od 5,7 milijardi do 2027. godine, a uz potencijalna nova područja usluge sa sudionicima koji se fokusiraju na razvoj konstelacija koje bi podržavale otkrivanje čestih promjena, tržište usluga daljinskih istraživanja s dodanom vrijednošću bi moglo doseći 9 milijardi eura u navedenom razdoblju (Euroconsult 2018). Lanac vrijednosti usluga daljinskih istraživanja i daljinskih istraživanja s dodanom vrijednošću proteže se od rada satelita i prodaje podataka do savjetodavnih usluga i razvoja softvera.

1.1. Copernicus misije

Europska komisija kao voditelj programa promiče uporabu podataka i informacija programa Copernicus širokom spektru korisnika diljem svijeta za mnogobrojne primjene u različitim područjima. Pružanje usluga programa Copernicus temelji se na obradi podataka prikupljenih svemirskim (sateliti za

promatranje Zemlje) i zemaljskim segmentom (senzori *in situ*). Razvoj infrastrukture svemirskog segmenta za promatranje Zemlje provodi se pod okriljem ESA-e, a razvoj infrastrukture zemaljskog segmenta provodi Europska agencija za okoliš (EEA) i države članice.

1.1.1. Svemirski segment

Sateliti za promatranje Zemlje čine svemirski segment programa Copernicus i pružaju podatke kojima se koriste usluge programa Copernicus – dijele se na satelite Sentinel razvijene za operativne potrebe programa Copernicus i dodatne misije (postojeći komercijalni i javni sateliti).

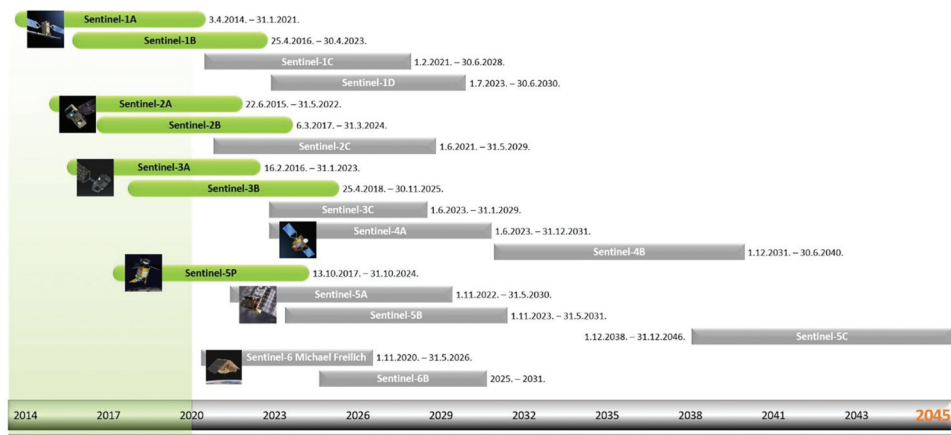
Satelite Sentinel razvija ESA i njihove su misije podijeljene prema planiranoj namjeni: namjenski sateliti za praćenje kopna, morskog okoliša i klimatskih promjena (Sentinel-1, -2, -3, -5P i -6) i instrumenti za praćenje atmosfere na satelitima MTG-S i MetOp Europske organizacije za eksploataciju meteoroloških satelita (EUMETSAT) (Sentinel-4 i -5). Dodatne misije obuhvaćaju postojeće komercijalne i javne satelite koji već pružaju bogatstvo podataka za usluge programa Copernicus i kojima upravljaju nacionalne, europske ili međunarodne organizacije.

Sateliti Sentinel posebno su dizajnirani da zadovolje potrebe usluga programa Copernicus i njihovih korisnika. Od lansiranja satelita Sentinel-1A 2014. godine, Europska unija pokrenula je proces postavljanja konstelacije 25 satelita u orbitu do 2030. godine. Slika 1 prikazuje pregled lansiranja i planiranih lansiranja satelita Sentinel.

ESA je odgovorna za razvoj svemirskog segmenta programa Copernicus, upravlja satelitima Sentinel-1, Sentinel-2 i Sentinel-5P te dijelom misije satelita Sentinel-3 koji se odnosi na kopno. EUMETSAT je odgovoran za upravljanje satelitima Sentinel-3 i dijelom misije koji se odnosi na morski okoliš, a također će upravljati proizvodima iz instrumenata Sentinel-4, Sentinel-5 i satelita Sentinel-6 te ih isporučivati. ESA i EUMETSAT koordinirat će isporuku podataka iz više od 30 satelita koji čine dodatne misije (URL 2).

1.1.2. Zemaljski segment

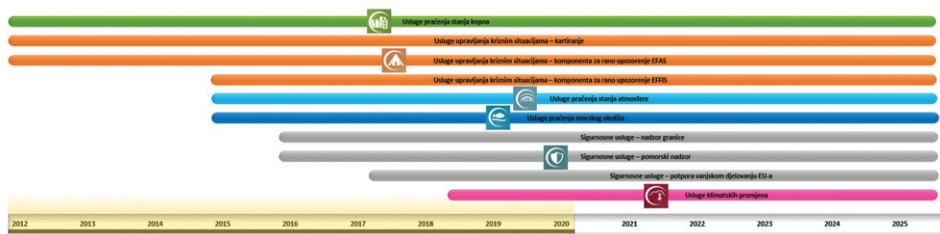
Uspjeh satelitskih misija za promatranje Zemlje ovisi o mogućnosti upravljanja satelitom sa Zemlje i osiguravanju kvalitetnih podataka dostupnih korisnicima. Uloga je zemaljskog segmenta pružiti pristup podacima satelita Sentinel i dodatnih misija. Zemaljski segment oslanja se na postojeću infrastrukturu i obuhvaća kontrolu upravljanja satelitima Sentinel i službama za obradu podataka i njihovu razradu u proizvode za usluge programa Copernicus. Program Copernicus prikuplja informacije iz sustava *in situ* koji dostavljaju podatke prikupljene mnoštvom senzora na kopnu, moru ili u zraku (npr. zemaljske postaje). Zemaljskim segmentom upravljaju međunarodne agencije (ESA i EUMETSAT) te nacionalne javne i privatne službe.



Slika 1. Vremenska crta lansiranja i predviđenog vijeka trajanja (EoL – End of Life) misija satelita Sentinel (izvor podataka: URL 3, izvor slika satelita: URL 4).

1.2. Usluge programa Copernicus

Usluge programa Copernicus obrađuju i analiziraju satelitske podatke i podatke *in situ* i pretvaraju ih u informacije s dodanom vrijednošću te omogućuju praćenje promjena pružajući usporedive podatke koji se mogu pretraživati, a koji se prikupljaju godinama. Aktivnosti dodavanja vrijednosti realizirane su u šest usluga programa Copernicus. Usluge su dosegle različite stupnjeve napretka, a slika 2 prikazuje vrijeme početka operativnosti pojedine usluge. Trenutačno je operativno šest usluga programa Copernicus, a u planu je širenje postojećih usluga s novim komponentama i širenje ponude dostupnih podataka u sklopu postojećih usluga (npr. do kraja 2020. godine očekivano je da podaci satelita Sentinel-2 budu standardni dio sigurnosne usluge programa Copernicus – pomorski nadzor).



Slika 2. Vremenska crta razvoja programa i puštanja u rad usluga (izvor podataka: URL 5).

Program Copernicus pruža podatke i usluge u nekoliko nesvemirskih domena, za raznolike segmente korisnika koji se odnose na GIS, poljoprivredu,

šumarstvo, urbani nadzor, transport, turizam, klimatske promjene i okoliš, pomorsko iskorištavanje i očuvanje, energiju i prirodne resurse, upravljanje katastrofama, osiguranje, zdravstvo, sigurnost i obranu, razvoj i suradnju.

1.2.1. Usluge praćenja stanja kopna programa Copernicus

Usluge praćenja stanja kopna programa Copernicus (CLMS – Copernicus Land Monitoring Service) pružaju geografske informacije o pokrovu zemljišta i njegovim promjenama, upotrebi zemljišta, stanju vegetacije, hidrološkom ciklusu i varijablama energije Zemljine površine radi širenja raspona korisnika u Europi i drugim dijelovima svijeta za primjene u kopnenom okolišu. Usluge zajednički provode EEA i Zajednički istraživački centar Europske komisije (JRC – Joint Research Center of the European Commission) (URL 6).

Podržavaju se primjene u različitim područjima kao što su prostorno i urbanističko planiranje, gospodarenje šumama, upravljanje vodama, poljoprivrede i sigurnost opskrbe hranom, očuvanje i obnova prirode, ruralni razvoj, računovodstvo ekosustava i ublažavanje/prilagodba klimatskim promjenama (ibid.).

U procesu je uspostave i nova europska aktivnost za praćenje gibanja tla u Europi koja će mjeriti pomake tla, uključujući odrone i slijeganje tla, kao i deformacije infrastrukture (ibid.).

Primjer upotrebe usluga praćenja stanja kopna korištenje je za procjenu izravne potpore poljoprivrednicima povezane s površinom. Europska komisija potiče agencije za plaćanja u državama članicama za praćenje potpore po površini u obliku izravnih plaćanja korištenjem novih tehnologija, a od 2018. mogu se služiti podacima dobivenima s pomoću satelita Sentinel.

U sklopu zajedničke poljoprivredne politike za provjeru potpore po površini, na koju danas otpada gotovo 80% financijskih sredstava EU-a za poljoprivredu i ruralni razvoj, već dugi niz godina upotrebljavaju se satelitske ili zračne snimke. Iako su te snimke obično vrlo visoke prostorne rezolucije, prije 2017. snimke se nisu ažurirale dovoljno često da bi omogućile provjeru aktivnosti koje se odvijaju na poljoprivrednim zemljištima tijekom cijele godine (Europski revizorski sud 2020).

Tijekom 2019. godine 15 agencija za plaćanja u pet država članica (u Belgiji, Danskoj, Italiji, Malti i Španjolskoj) služilo se podacima dobivenima s pomoću satelita Sentinel za provjeru zahtjeva za potporu. Dodatnih 13 agencija u osam drugih država članica namjerava ga primjenjivati od ove godine za neke programe potpore i za dio površina u svojoj nadležnosti. Novim pristupom mogu se smanjiti troškovi provjera te se omogućuje praćenje svih poljoprivrednika (umjesto njihova uzorka) (ibid.).

1.2.2. Usluge upravljanja kriznim situacijama programa Copernicus

Usluge upravljanja kriznim situacijama programa Copernicus (CEMS – Copernicus Emergency Management Service) pružaju pravovremene i precizne geoprostorne informacije dobivene daljinskim istraživanjima satelitskih podataka upotpunjenim dostupnim podacima *in situ* svim akterima uključenima u upravljanje prirodnim katastrofama, nesrećama koje izazove čovjek i humanitarnim krizama (URL 7).

Usluga se sastoji od dviju komponenata (ibid.):

- Usluga kartiranja (CEMS – kartiranje) ima svjetsku pokrivenost i omogućuje akterima (uglavnom tijelima civilne zaštite i agencijama za humanitarnu pomoć) karte temeljene na satelitskim snimkama. Uslugu provodi JRC. Komponenta kartiranja može podržati sve faze ciklusa upravljanja kriznim situacijama: pripravnost, prevenciju, smanjenje rizika od katastrofa, hitne intervencije i oporavak.
- Komponenta za rano upozorenje sastoji se od triju različitih sustava:
 - Europski sustav za upozoravanje na opasnost od poplava (EFAS – European Flood Awareness System) pruža preglede postojećih i predviđenih poplava u Europi do deset dana unaprijed.
 - Europski informacijski sustav za šumske požare (EFFIS – European Forest Fire Information System) pruža informacije o šumskim požarima i sustavima za njihov nadzor u gotovo stvarnom vremenu i povijesne informacije u europskim, bliskoistočnim i sjevernoafričkim regijama.
 - Europski centar za predviđanje i promatranje sušnih razdoblja (EDO – European Drought Observatory) pruža informacije koje su relevantne za sušu i rana upozorenja za Europu.

Globalni sustav za upozoravanje na opasnost od poplava (GloFAS – Global Flood Awareness System), Globalni informacijski sustav za šumske požare (GWIS – Global Wildfire Information System) i Globalni centar za predviđanje i promatranje sušnih razdoblja (GDO – Global Drought Observatory) upotpunjuju navedene sustave na globalnoj razini (URL 7).

Primjer upotrebe usluga upravljanja kriznim situacijama kartiranje je rizika i oporavka te procjena događaja i štete za potres jačine 5,5 stupnjeva po Richterovoj ljestvici koji se dogodio u Zagrebu 22. ožujka 2020. U potresu su teško oštećeni krovovi i imovina u centru grada. Procjena štete (uglavnom na krovovima i dimnjacima) može se dobiti primjenom proizvoda usluge koji ilustriraju detaljnu procjenu i njezin utjecaj na stanovništvo, kao i novu izloženost povezanu s oštećenim građevinama.

Praćenjem stanja može se izraditi karta nakon potresa kao osnova za procjenu stanja imovine: ocjenjivanje naselja, prijevoza i komunalija ili pojedinačnih objekata. Ocjenjivanje blokova zgrada i izgrađenih područja klasificira se prema sljedećim kategorijama: uništeno [100%], jako pogođeno [70–99%], umje-

reno pogodeno [40–69%], moguće pogodeno [1–39%] i ne postoji stavka za nepogodenu imovinu (Broglia i dr. 2013).

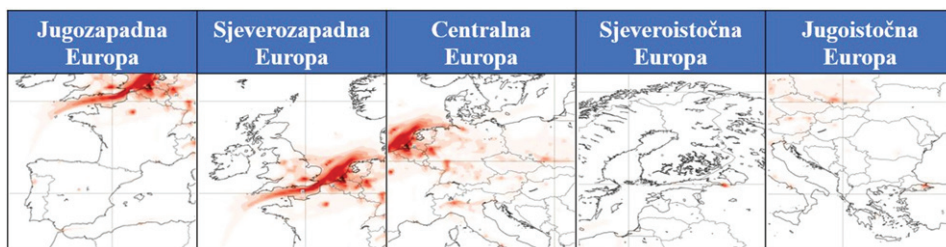
1.2.3. Usluge praćenja stanja atmosfere programa Copernicus

Usluge praćenja stanja atmosfere programa Copernicus (CAMS – Copernicus Atmosphere Monitoring Service) kontinuirano pružaju podatke i informacije o sastavu atmosfere, opisuju trenutačno stanje, predviđaju situaciju nekoliko dana unaprijed i dosljedno analiziraju retrospektivne podatke posljednjih nekoliko godina (URL 8).

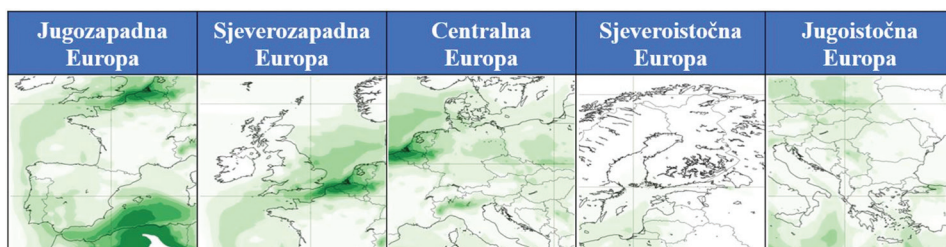
Usluge pružaju potporu mnogobrojnim primjenama u različitim područjima, uključujući zdravlje, praćenje stanja okoliša, obnovljivu energiju, meteorologiju i klimatologiju; pružaju analizu u gotovo stvarnom vremenu i četverodnevna predviđanja, kao i ponovne analize kvalitete europskog zraka (procjenu proteklih dana), što omogućuje kontinuiranu procjenu zraka koji udišemo; pružaju primjerene i točne informacije o Sunčevu zračenju na Zemljinoj površini organizacijama uključenim u korištenje solarne energije, što ima veliku važnost u područjima zdravstva, poljoprivrede i obnovljivih izvora energije (ibid.).

Primjer usluga praćenja stanja atmosfere dobivanje je informacija o kvaliteti zraka u Europi tijekom krize COVID-19. Usluga kontinuirano prati kvalitetu zraka u Europi i širom svijeta koristeći satelitska i zemaljska opažanja i napredne numeričke modele. Na osnovi te usluge izrađeni su grafički proizvodi i animacije te generirani rezultati pomoću jednog od regionalnih modela servisa za procjenu očekivanih učinaka mjera na kvalitetu površinskog zraka povezanih s krizom COVID-19 (URL 9).

Karte prikazuju prosječne dnevne površinske koncentracije NO_2 (dušikov dioksid) (slika 3) i PM_{10} (tvari u obliku čestica s promjerom manjim od 10 mikrometara) (slika 4) na temelju najnovijih regionalnih analiza usluge praćenja stanja atmosfere. Analize imaju prostornu rezoluciju 10 km x 10 km i kombiniraju više od 1000 površinskih promatranja diljem Europe na razini države koje prikuplja EEA s detaljnim informacijama iz modela prognoze kvalitete zraka (ibid.).



Slika 3. Karte područja Europe koje prikazuju prosječne dnevne površinske koncentracije NO_2 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] na dan 8. svibnja 2020. (izvor: URL 9).



Slika 4. Karte područja Europe koje prikazuju prosječne dnevne površinske koncentracije PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] na dan 8. svibnja 2020. (izvor: URL 9).

1.2.4. Usluge praćenja morskog okoliša programa Copernicus

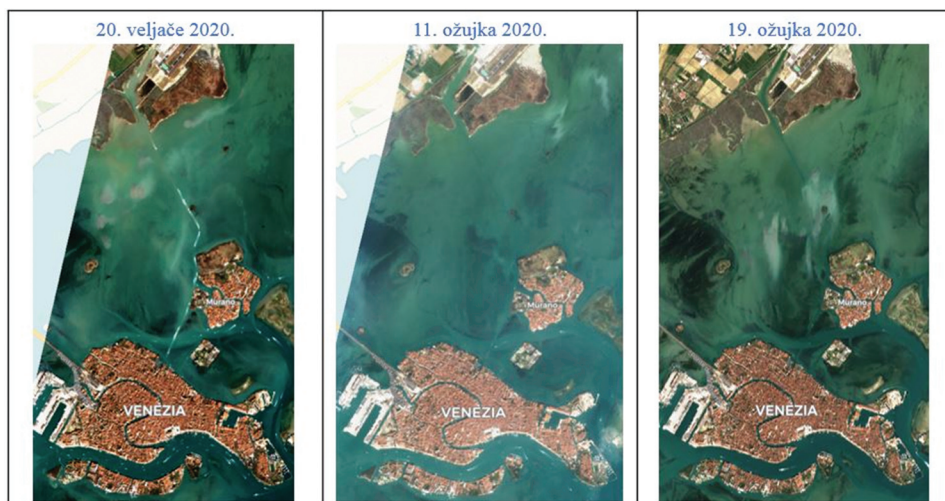
Usluge praćenja morskog okoliša programa Copernicus (CMEMS – Copernicus Marine Environment Monitoring Service) pružaju redovite i sustavne referentne informacije o fizičkom i biogeokemijskom stanju, promjenjivosti i dinamici oceanskih i morskih ekosustava za oceane i europska regionalna mora (URL 10).

Promatranja i prognoze koje pružaju usluge podržavaju sve pomorske primjene, uključujući pomorsku sigurnost, morske resurse, obalni i morski okoliš te vrijeme, sezonske prognoze i klimu. Usluge također pridonose zaštiti živih morskih resursa i njihovu održivom upravljanju, posebno u procesu donošenja odluka u akvakulturi, održivom upravljanju ribarstvom ili postupku odlučivanja u regionalnim organizacijama za ribarstvo (ibid.).

Primjer upotrebe usluga praćenja morskog okoliša analiza je prozirnosti mora u Veneciji. RGB snimke satelita Sentinel-2 omogućuju nadzor prozirnosti mora prije i nakon zaustavljanja brodskog prometa zbog krize COVID-19. Podaci satelita Sentinel-2 bit će standardni dio sigurnosne usluge programa Copernicus – pomorski nadzor do kraja 2020.

Slika 5 prikazuje zamućenost mora u venecijanskoj laguni na tri datuma: 20. veljače 2020. (posljednji dan bez oblaka prije uvođenja restriktivnih mjera), 11. ožujka 2020. (za vrijeme trajanja karantene) i 19. ožujka 2020. godine. Zamućenost mora osigurava kvantitativnu mjeru prozirnosti mora koja se može razlikovati ovisno o različitim razinama suspendiranih čestica (krutih, organskih, itd.) (URL 11).

Na prvi datum (20. veljače 2020.) može se primijetiti brodski promet oko Venecije. Dana 11. ožujka 2020. godine karantena je bila aktualna i promet brodicama je gotovo zaustavljen, a vidljiva je vrlo visoka koncentracija suspendiranih čestica sedimenata zbog jakih vjetrova koji su puhali u laguni. Dana 19. ožujka 2020. godine, dok je karantena bila aktualna i gotovo je zaustavljen brodski promet te nisu puhali jači vjetrovi u laguni, more izgleda bistrije zbog manje prometa u kanalima. Nema valova uzrokovanih motornim brodicama, krstarećim brodovima i gondolama, dopuštajući sedimentu da se taloži i ostane na morskom dnu u kanalima i okolnom području (ibid.).



Slika 5. Prikaz prozirnosti mora u venecijanskoj laguni na tri datuma (izvor: URL 11).

1.2.5. Sigurnosne usluge programa Copernicus

Sigurnosne usluge programa Copernicus (CSS – Copernicus Security Service) imaju svrhu pružiti potporu politikama Europske unije osiguravanjem informacija potrebnih za odgovor na sigurnosne prijetnje u Europi. Poboľšavaju sprječavanje kriza, pripravnost i reagiranje u trima ključnim područjima (URL 12):

- Nadzor granice

Agencija za europsku graničnu i obalnu stražu Frontex zadužena je za komponentu nadzora granice. Glavni su joj ciljevi smanjenje broja smrtnih slučajeva nezakonitih imigranata na moru, povećati unutarnju sigurnost Europske unije, suzbijati prekogranični kriminal te pružiti potporu EU-ovu sustavu za razmjenu informacija o nadzoru vanjskih granica (EUROSUR – European Border Surveillance system) pružanjem podataka u gotovo stvarnom vremenu o tome što se događa na kopnu i moru oko granica EU-a.

- Pomorski nadzor

Europska agencija za pomorsku sigurnost (EMSA – European Maritime Safety Agency) zadužena je za komponentu pomorskog nadzora. Opći je cilj Europske unije pružiti potporu za uspostavu i održavanje pomorske sigurnosti i povezanih aktivnosti u pomorstvu. Odgovarajući izazovi uglavnom se odnose na sigurnost plovidbe, potporu kontrole ribarstva, suzbijanje onečišćenja mora i izvršavanje zakonodavstva na moru.

- Potpora vanjskom djelovanju EU-a (SEA – Support to External Action)
Satelitski centar Europske unije (EU SatCen – European Satellite Centre) zadužen je za komponentu potpore vanjskom djelovanju. EU promiče stabilne uvjete za ljudski i gospodarski razvoj, ljudska prava, demokraciju i temeljne slobode. Komponenta potpore vanjskom djelovanju pomoći će EU-u u njegovim operacijama pružajući tvorcima politika geoinformacije o udaljenim, teško dostupnim područjima na kojima postoje sigurnosni problemi.

1.2.6. Usluge klimatskih promjena programa Copernicus

Usluge klimatskih promjena programa Copernicus (C3S – Copernicus Climate Change Service) pružaju pouzdane informacije o prošloj, sadašnjoj i budućoj klimi u Europi i ostatku svijeta (URL 13).

Misija je pružiti potporu politikama EU-a u području prilagođavanja klimatskim promjenama i ublažavanja njihovih posljedica pružajući dosljedne i pouzdane informacije o klimatskim promjenama. Usluge provodi Europski centar za srednjoročne prognoze vremena (ECMWF – European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) u ime Europske komisije (ibid.).

1.3. Mogućnosti i načini korištenja usluga programa Copernicus

Informacije koje pružaju usluge programa Copernicus mogu služiti krajnjim korisnicima diljem svijeta za širok raspon primjena u različitim područjima. Područja primjena obuhvaćaju upravljanje urbanim područjem, održivi razvoj i zaštitu prirode, regionalno i lokalno planiranje, poljoprivredu, šumarstvo i ribarstvo, zdravstvo, civilnu zaštitu, infrastrukturu, promet i mobilnost, turizam i dr. (URL 14).

Glavni su korisnici usluga programa Copernicus tvorci politika i javna tijela kojima su informacije potrebne za izradu zakonodavstva i oblikovanje politika u području okoliša ili za donošenje ključnih odluka u kriznoj situaciji, kao što je prirodna katastrofa ili humanitarna kriza. Na temelju podataka prikupljenih satelitima Sentinel i dodatnim misijama, mnoge se usluge s dodanom vrijednošću mogu prilagoditi specifičnim javnim ili komercijalnim potrebama, što rezultira novim poslovnim mogućnostima (ibid.). Osim toga, Copernicus podržava različite aplikacije u nekoliko nesvemirskih domena, što potencijalno utječe na tvrtke i organizacije u svakidašnjim aktivnostima i operacijama.

U prosincu 2017. Europska komisija dovršila je opsežnu studiju u kojoj su analizirane ekonomske, društvene i ekološke koristi programa Copernicus prema različitim scenarijima razvoja. Studija je bila usmjerena samo na Europu i obuhvaćala je razdoblje od 2017. do 2035. godine. Cilj je bio utvrditi novčanu vrijednost svim prednostima koje je ostvario program Copernicus za posredne i krajnje korisnike, s krajnjim ciljem da se izradi procjena mogućeg povrata ula-

ganja za tvorce politika u EU-u i državama članicama. Izvješće o tržištu za program Copernicus i nekoliko provedenih gospodarskih studija već su pokazali veliki potencijal programa za stvaranje radnih mjesta, inovacije i rast (ibid.).

Širok raspon primjena kojima program Copernicus pridonosi evidentan je na konkretnim primjerima u segmentu poljoprivrede (smanjenje potrošnje vode, gnojiva i pesticida te povećanje proizvodnje s pomoću pametnih poljoprivrednih usluga), šumarstva (povećanje postotka područja koja se mogu promatrati bez oblaka više od četiri puta godišnje zahvaljujući 13 spektralnih kanala satelita Sentinel-2), nafte i plina (pojedinačne radarske snimke pokrivaju 90% svjetskih morskih sedimentnih bazena), kvalitete zraka (aplikacije koje nude prognoze raspršivanja peludi omogućavaju oboljelima od alergije da bolje planiraju svoje aktivnosti na otvorenome), osiguranja od prirodnih katastrofa (smanjen razmak između aktiviranja usluge upravljanja kriznim situacijama programa Copernicus i prikupljanja satelitskih podataka, postignut u nekim situacijama, zahvaljujući sustavu ranog upozorenja na poplave), urbanog nadzora (smanjenje godišnjih troškova za uslugu praćenja raseljavanja korištenjem podataka satelita Sentinel umjesto tradicionalnih izvora praćenja) i sl. (European Commission 2019).

Društveni utjecaji programa Copernicus i upotrebe šest usluga vide se, među ostalim, u smanjenju broja žrtava u prirodnim katastrofama praćenjem stanja, ranim upozorenjem i upravljanjem u kriznim situacijama temeljenima na uslugama upravljanja kriznim situacijama te poboljšanom upravljanju kvalitetom zraka u urbanim sredinama temeljenom na uslugama praćenja stanja atmosfere programa Copernicus. Ekološke prednosti usluga programa Copernicus smanjenje su opožarenih područja, veća preciznost praćenja usklađenosti s politikama zaštite okoliša, smanjenje štete od izlivanja nafte u ekosustavima te poboljšano upravljanje zalihama ribe koje direktno proizlaze iz korištenja usluge praćenja stanja kopna i usluga praćenja morskog okoliša programa Copernicus. Strateški učinci programa ojačana su suradnja među državama na globalnoj razini za zaštitu građana, što rezultira korištenjem sigurnosnih usluga programa Copernicus, i razvoj konkurentnosti industrije Europske unije temeljen na cjelokupnom doprinosu programa Copernicus sa svojih šest usluga.

2. Usluge pristupa podacima i informacijama (DIAS – Data and Information Access Service)

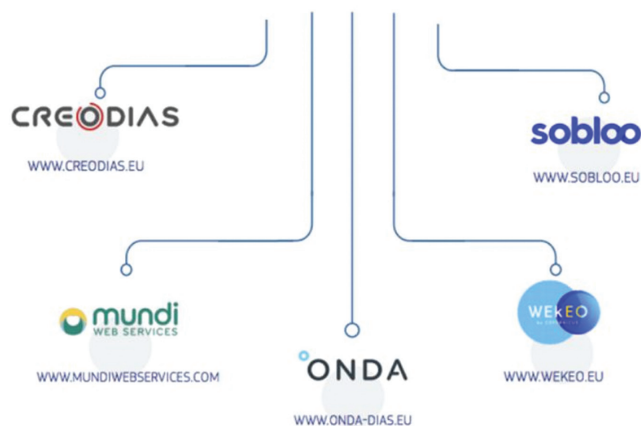
Copernicus se temelji na globalnoj mreži namjenskih satelita, dodatnih misija i senzora postavljenih na kopnu, moru i u zraku. Tehnološka evolucija, posebno u pogledu dostupnosti i pristupačnosti, učinila je Copernicus najvećim pružateljem svemirskih podataka na svijetu stvarajući milijune dnevnih promatranja koji rezultiraju najdetaljnijim slikama Zemlje.

Iako su namijenjeni ponajprije javnim tijelima odgovornima za pitanja okoliša i sigurnosti, velika većina podataka i informacija što ih pružaju usluge progra-

ma Copernicus dostupna je svakom građaninu i bilo kojoj organizaciji diljem svijeta vodeći se politikom besplatnog, potpunog i otvorenog pristupa podacima. Jedine su iznimke specifične situacije u kojima je u pitanju sigurnost – u tim slučajevima može postojati ograničenje pristupa.

Da bi se postigla maksimalna iskoristivost usluga i podataka programa Copernicus, potrebno je privući veliki broj korisnika i uspostaviti znatan daljnji potencijal u korištenju tih proizvoda. Za povećavanje kruga korisnika treba osigurati lak pristup širokom spektru korisnika, pri čemu je poseban izazov količina prikupljenih podataka.

Europska komisija financirala je uvođenje pet platformi zasnovanih na računalstvu u oblaku koje omogućuju centralizirani i standardizirani pristup podacima i informacijama programa Copernicus te alatima za obradu. Platforme DIAS (*Data and Information Access Services*) – usluge pristupa podacima i informacijama operativne su od lipnja 2018. godine. Pet je aktualnih platformi DIAS: Mundi, ONDA, CREODIAS, Sobloo i WEKEO (slika 6).



Slika 6. Platforme DIAS (izvor: URL 15).

DIAS je usluga koja omogućuje pristup podacima i informacijama programa Copernicus te nudi računalne resurse i alate uz podatke kako bi se olakšao rad s podacima bez potrebe za njihovim preuzimanjem. DIAS omogućava približavanje korisnika podacima.

Osim preko DIAS-a, podaci i informacije koje pružaju usluge programa Copernicus korisnicima su dostupni na internetskim stranicama tih usluga. U većini slučajeva podaci i informacije mogu se pregledati ili pretraživati bez prethodne registracije, ali je za preuzimanje potrebna registracija (URL 16). Podaci koje dostavljaju sateliti Sentinel mogu se preuzeti preko klasičnih centara za pristup podacima (*Conventional Data Access Hubs*), kao što su ESA-in Centar s otvorenim pristupom programu Copernicus (pristup centru: <https://scihub.co>).

pernicus.eu/dhus/#/home) ili EUMETSAT-ov Internetski pristup podacima programa Copernicus (pristup centru: <https://eoportal.eumetsat.int/cas/login?service=https%3A%2F%2Feoportal.eumetsat.int%3A443%2Fsooint%2Fcallback#/home>), ovisno o vrsti podataka.

Tvrtke i institucionalni akteri čije se aktivnosti baziraju na obradi podataka daljinskih istraživanja i stvaranju usluga na temelju tih podataka srednji su korisnici, tj. imaju pristup relevantnim ulaznim informacijama i proizvodima prilagođenima za korištenje krajnjim korisnicima. Krajnji korisnici su tvrtke i institucije čija temeljna djelatnost nije usredotočena na daljinska istraživanja, a koji se koriste gotovim proizvodima programa Copernicus – oni najčešće nisu stručnjaci za daljinska istraživanja i zato se obično oslanjaju na platforme i rješenja srednjih korisnika za preuzimanje podataka i informacija programa Copernicus. Platforme DIAS implementirane su na način da pružaju zaštitu korisnikovih podataka, osiguravaju zaštitu prava intelektualnog vlasništva i pružaju mogućnost da podaci budu dostupni samo onim drugim stranama za koje korisnik to odredi.

2.1. Usporedba DIAS-a

DIAS su platforme zasnovane na računalstvu u oblaku razvijene kako bi olakšale i standardizirale pristup podacima i informacijama programa Copernicus. Platforme pružaju pristup podacima satelita Sentinel i operativnim uslugama programa Copernicus te omogućuju korištenje specifičnih aplikacija i alata (URL 17). Konkurencija između pružatelja usluga platformi DIAS osigurat će da se korisnicima pruži najbolja usluga i potaknuti inovacije, a otvorena osnova pristupa spriječiti ovisnosti korisnika o jednom dobavljaču u sektoru.

Značajke i funkcionalnosti platformi razlikuju se u obliku dostupnih usluga programa Copernicus, u dostupnosti alata za obradu daljinskih istraživanja, prema primjeni daljinskih istraživanja, korištenju pozadinskih servisa (*backend*) za programere i prema vrstama paketa i/ili modelima plaćanja.

Lokalno dostupne usluge programa Copernicus preko platforme Mundi jesu CLMS i CEMS, preko platforme ONDA dostupne su usluge CMEMS, CLMS i CAMS, platforma CREODIAS omogućava pristup uslugama CAMS, CMEMS, CLMS i CEMS, preko platforme Sobloo pristupa se uslugama CMEMS, CLMS, CAMS, CEMS i C3S, a preko platforme WEkEO dostupne su usluge CMEMS, CLMS, CAMS i C3S (URL 17).

Za obradu daljinskih istraživanja na platformi Mundi dostupni su alati GDAL, Orfeo Toolbox, SNAP Toolbox, a za daljinska istraživanja su dostupni programi Geosigweb Land Consumption, Grassland Monitoring Egeos, KeyStone Copernicus Data Hub, ESA Web WorldWind i Eo4WildLife. Na platformi ONDA korisnicima se pruža tržište za promociju vlastitih aplikacija za daljinska istraživanja, uz dostupne alate SNAP, QGIS, Orfeo Libraries, ESA Toolboxes i GDAL za obradu daljinskih istraživanja (*ibid.*).

Platforma CREODIAS omogućava korištenje alata SNAP (s1tbox, s2tbox, sen2cor, gpt), OSGeo ready-to-use operating system images (npr. QGIS), FWTools, Mapserver, Python s GDAL-om, Mapnik, Geoserver, Batch Processing System i ESRI ArcGIS za obradu daljinskih istraživanja uz dodatnu mogućnost korištenja aplikacija EO Finder, EO Browser Sentinel-Hub i SPARQL sučelje za obradu daljinskih istraživanja. Za procesuiranje satelitskih podataka na platformi Sobloo mogu se upotrebljavati alati ESA Snap, BRAT, OTB; Sen2Cor, QGIS 2.18 s podrškom GDAL 2.2, platforma za razvoj (Eclipse Neon s C, C++, Java, Python), znanstveno računanje (scilab, GNU Octave, ...), Jupyter notebook i Rstudio, a svi algoritmi i biblioteke dostupni su u SNAP-u i OTB-u: algoritam otkrivanja pokrivenosti oblacima, algoritmi za otkrivanje promjena, GeoRice – praćenje usjeva riže, GeoFire – praćenje štete od požara i CNES LAI. Za obradu daljinskih istraživanja platforma WEkEO omogućava upotrebu alata i aplikacija SNAP, QGIS, Panoply, Monteverdi, s3rgb, generaciju NDVI-a i generaciju RGB-a te korisnici mogu integrirati vlastitu uslugu obrade na portalu i mogu dijeliti uslugu/rezultate s drugima (ibid.).

Pozadinski servisi (*back-end*) za programere za platformu Mundi su Jupyter Note Book, Discovery API (aplikacijsko programsko sučelje; *Application Programming Interface*), Open search i OGCSW API, Download API, S3 Protocol i Reload Manager, a za platformu ONDA su OData protokol (Open Data Protocol) za direktnu pretragu, pregled i preuzimanje podataka i Advanced API koji omogućava pristup bilo kojoj komponenti proizvoda koristeći ENS (*Elastic Node Server*). Platforma CREODIAS nudi mogućnost instalacije korisnikovih aplikacija na platformi s potpunim pristupom sustavu. Na platformi Sobloo pozadinski servis dostupan je kao IaaS (*Infrastructure as a Service*) – infrastruktura računalstva u oblaku, uključujući servere, mrežu, operativne sustave i pohranu, pomoću tehnologije virtualizacije. Platforma WEkEO nudi Discovery API (OpenSearch) kao pozadinski servis za otkrivanje i pretraživanje kolekcije, harmonizirano sučelje i API za pristup podacima za pretraživanje i podacima daljinskih istraživanja, PaaS (*Platform as a Service*) koji omogućuje primjenu unaprijed konfigurirane obrade ili vlastitih prilagođenih algoritama, korištenje alata poput SNAP-a, QGIS-a putem pretraživača i Jupyter Huba (ibid.).

Što se tiče vrsta paketa i modela plaćanja sve platforme nude mogućnost plaćanja po korištenju i paket usluga (pretplatu). Pregled podataka na svim je platformama besplatan, a zahtijeva registraciju za preuzimanje.

2.2. Mogućnosti i načini korištenja DIAS-a

Sveprisutnost alata i aplikacija za obradu prostornih podataka naglašava široku upotrebu današnjih satelitskih snimki. Korisnici podataka dobivenih daljinskim istraživanjima prisutni su u mnogim industrijama, a svaka ima vrlo specifične potrebe. Vrijednost podataka daljinskih istraživanja nastaje njihovom obradom i razvojem primjena koje iz njih proizlaze. U tome je ključna uloga srednjih korisnika kao poveznice tehničkih karakteristika i potreba krajnjih korisnika (European Commission 2019).

Budući da osnovna aktivnost krajnjih korisnika nije usmjerena na proizvodnju daljinskih istraživanja, oni uglavnom kombiniraju geografske prostorne podatke koje dobivaju s vlastitim relevantnim izvorima informacija za svoje poslovanje (na primjer vrstu usjeva, funkciju infrastrukture, profil svojih kupaca, izvješća svojih agenata itd.). Osim te integracije sa svojim uobičajenim skupovima podataka, krajnji korisnici također sve više prihvaćaju prednosti kombiniranja više digitalnih izvora u sklopu aplikacija za obradu velikih podataka (*big data*). Stoga izazov za srednje korisnike sve više uključuje digitalne mogućnosti i rješenja s više izvora (ibid.).

Platforme DIAS korisnicima omogućuju otkrivanje, manipulaciju, obradu i preuzimanje podataka i informacija programa Copernicus, pristup podacima satelita Sentinel, podacima usluga programa Copernicus i alatima za obradu zasnovanim na računalstvu u oblaku. Alati za obradu dostupnih podataka mogu biti usluge otvorenoga koda (*open source*), na osnovi usluge plaćanja po korištenju (*pay-per-use*) ili unaprijed definirana paketa usluga.

Platforme omogućuju pristup dodatnim komercijalnim satelitskim ili nesvemirskim skupovima podataka. Platforme DIAS pružaju masovnu pohranu i obradu podataka te korisnicima omogućuju jedinstvenu pristupnu točku za cjelokupne podatke i informacije programa Copernicus. Zbog svoje arhitekture predviđene za obradu zahtjevnih zadataka u pozadinskom servisu (*back-end*), omogućuju korisnicima pristup koherentnim informacijama spremnim za analizu u sučelju (*front-end*) i razvoj i ugrađivanje novih aplikacija u oblaku, a uklanjaju potrebu za lokalnom obradom velikih datoteka preuzetih s nekoliko različitih pristupnih točaka.

Platforme DIAS temelje se na usluzi otvorenog pristupa i korištenja, obrade, pregleda, otkrivanja i preuzimanja podataka programa Copernicus, na usluzi fuzije podataka (podaci programa Copernicus i podaci dobiveni iz drugih izvora), usluzi korištenja alata za analizu velikih podataka te usluzi interoperabilnosti (podaci/usluge).

3. Glavni smjerovi razvoja i ocjena dosega usluga programa Copernicus i DIAS-a

Prije dvadeset godina, u ranim danima programa Copernicus, nije bilo moguće procijeniti kakav će biti tehnološki napredak. Svemirskim podacima koristile su se samo vladine organizacije i stručnjaci ili znanstvenici, a satelitske snimke nisu bile pohranjene u relativno nedavno razvijenom računalstvu u oblaku, već lokalno. Tehnološka evolucija, posebno u pogledu dostupnosti i pristupačnosti, učinila je Copernicus najvećim pružateljem svemirskih podataka na svijetu, koji trenutačno proizvodi 12 terabajta dnevno. Stoga baza korisnika brzo raste kako bi dosegla nove dionike kao što su tvrtke, poduzetnici i građani širom svijeta. Masovno dijeljenje i korištenje podataka i informacija programa Copernicus (i prijašnjega GMES-a) započelo je preko niza heterogenih platformi, dok je korisnik snosio teret preuzimanja, obrade i pohrane. Kako bi se olakšao i standardizirao pristup tim podacima, Europska komisija financirala je uvođenje pet platformi zasnovanih na računalstvu u oblaku koje pružaju centralizirani

pristup podacima i informacijama programa Copernicus, kao i alatima za obradu (European Commission 2018).

Budući da platforme DIAS pružaju masovnu pohranu i obradu podataka, korisnici se mogu koristiti informacijama s jedne pristupne točke. Svaka platforma DIAS ima vlastite servere koji služe za pohranu i računanje. Ti su serveri polazna točka za razvoj sučelja i aplikacija trećih strana. Taj lanac, počevši od servera i završavajući s korisnicima, generira protok informacija koji pretvara pouzdane podatke u korisne usluge za društvo i tvrtke (European Commission 2018).

Arhitektura DIAS-a omogućuje masovno korištenje Copernicusovih podataka i informacija te povećava jednostavnost pri rukovanju. Podaci o promatranju Zemlje prikupljeni satelitima Sentinel i podaci i informacije koje pruža šest usluga programa Copernicus dostupni su korisnicima na bazi politike besplatnog, potpunog i otvorenog pristupa podacima. Platforme DIAS nude dodatak postojećim portalima za pristup podacima i služe javnim tijelima, industriji, korisnicima podataka i javnosti, koji su krajnji korisnici podataka i usluga programa Copernicus (European Commission 2018). Na temelju besplatnih podataka i informacija koje pruža Copernicus, javni ili privatni operateri mogu razviti daljnje usluge s ciljem zadovoljavanja specifičnih potreba. Ovisno o poslovnom modelu koji donosi svaki operater, povećavaju se mogućnosti za srednje korisnike (razvojne tvrtke i programere), stoga daljnje usluge mogu biti besplatne ili se naplaćivati.

Srednji su korisnici glavna veza između satelitskih snimki programa Copernicus i zajednice krajnjih korisnika obrađujući neobrađene podatke u iskoristive informacije za krajnje korisnike. Procijenjeni prihod za srednje korisnike u 2018. godini je 168 milijuna eura u usporedbi s 54 milijuna eura u 2015. godini za sljedeće industrije: poljoprivreda, praćenje oceana, šumarstvo, nafta i plin, kvaliteta zraka, osiguranje od prirodnih katastrofa, urbani nadzor, obnovljivi izvori energije, sigurnost i odgovor na prirodne katastrofe. Najveći omogućeni prihod programa Copernicus za ekonomsku korist srednjih korisnika u navedenim industrijama za 2018. godinu ima nadzor oceana (59 milijuna eura), a slijede sigurnost (25 milijuna eura), nafta i plin (19 milijuna eura) te poljoprivreda (19 milijuna eura) (European Commission 2019).

Pokretači rasta ovih tržišta su jaz između specifičnih potreba krajnjih korisnika za prilagođenim proizvodima i njihove trenutačne ponude i progresivno usvajanje rješenja temeljenih na daljinskim istraživanjima u nekim industrijama, poput obnovljivih izvora energije. Iako su neke industrije i dalje prilično izazovne kao potencijalni segmenti rasta za program Copernicus (npr. osiguranje), generalno sve industrije od interesa predviđaju pozitivan razvoj korištenja podataka i informacija programa Copernicus, a samim tim i njegovih ekonomskih učinaka (ibid.).

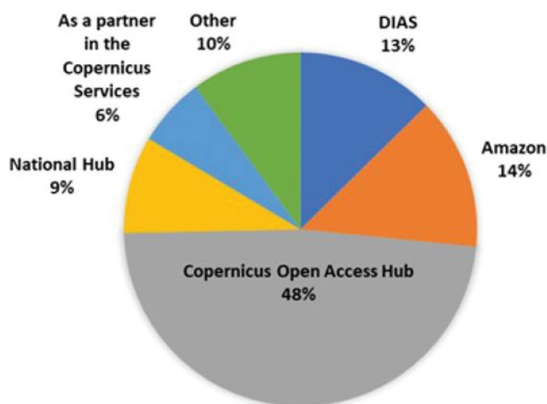
EARSC (*European Association of Remote Sensing Companies*) prikuplja kvantitativne i kvalitativne pokazatelje korištenja podataka satelita Sentinel programa Copernicus i pruža učinkovitu i prikladnu podršku u primjeni na različitim tržištima. Istraživanje koje provodi EARSC pokriva tvrtke koje imaju osnovnu djelatnost prodaje podataka i informacija: tvrtke koje djeluju u drugim sekto-

rima (npr. nafta, plin ili poljoprivreda) i koje vrše obradu podataka daljinskih istraživanja za internu upotrebu isključene su iz istraživanja (EARSC 2019).

U sklopu istraživanja tvrtke su iskazale veliki interes za korištenje podataka i usluga programa Copernicus; oko 60% ispitanika (76 tvrtki) izjasnilo se da koristi podatke programa Copernicus, a 40% ispitanika (51 tvrtka) izjasnilo se da koristi usluge programa Copernicus. Tvrtke su najviše zainteresirane za usluge praćenja stanja kopna, a slijede usluge praćenja morskog okoliša i usluge upravljanja kriznim situacijama (ibid.).

U lipnju 2018. uspostavljeno je pet platformi DIAS koje pružaju centralizirani pristup podacima i uslugama programa Copernicus i alatima za obradu u okruženju zasnovanom na računalstvu u oblaku. Istraživanje je pokazalo kojim se uslugama tvrtke koriste za pristup podacima programa Copernicus – najčešći je pristup ostvaren preko usluge klasičnog centra za pristup podacima ESA-ina Centra s otvorenim pristupom programu Copernicus, a slijedi AWS (*Amazon Web Services* – pristup centru: <https://aws.amazon.com/opendata/?wwps-cards.sort-by=item.additionalFields.sortDate&wwps-cards.sort-order=desc>). U razdoblju od samo godine dana od uspostave, platforme DIAS zauzele su treće mjesto kao izbor tvrtki za pristup podacima programa Copernicus; njime se koristi 13% tvrtki koje su sudjelovale u istraživanju (slika 7 prikazuje udio navedenih odgovora) (ibid.).

Od ukupno 30 tvrtki, velika većina njih iskazala je pozitivno mišljenje o politici slobodnog, cjelovitog i otvorenog pristupa podacima i korištenja podataka, smatrajući ih prednostima u financijskom segmentu i olakšavanjem poslovanja. Takva politika korištenja podataka prema nedavnoj studiji što ju je provela Europska komisija, objavljenoj u travnju 2019., potvrđena je kao najbolja opcija (s pravnog i tehničkog stajališta) za poticanje razvoja ekosustava (EARSC 2019).



Slika 7. Usluge pristupa podacima programa Copernicus kojima se koriste tvrtke u sklopu istraživanja što ih je proveo EARSC 2019. (izvor: EARSC 2019).

Prednosti krajnjih korisnika nastaju korištenjem proizvoda koje omogućuje program Copernicus, a koje pružaju srednji korisnici ili izravnim korištenjem Copernicusovih podataka preko DIAS-a. Krajnji su korisnici veliko tržište pa

čak i umjereni doprinos u pogledu unosa podataka može stvoriti velike koristi, na primjer naftnim i plinskim tvrtkama ili poljoprivrednim zadrugama. Program Copernicus utječe na ekonomsku korist krajnjih korisnika u segmentu poljoprivrede, praćenja oceana, šumarstva, nafte i plina, kvalitete zraka, osiguranja od prirodnih katastrofa, urbanog nadzora, obnovljivih izvora energije, sigurnosti i odgovora na prirodne katastrofe, što je u 2018. godini iznosilo 2,7 milijardi eura, a očekivana je korist u 2020. godini 3,5 milijardi eura, s očekivanim godišnjim rastom od 14% do 2020. godine. Najveći omogućeni prihod za 2018. godinu ima područje civilne zaštite (670 milijuna eura), potom kvaliteta zraka (537 milijuna eura) te nafta i plin (417 milijuna eura), a najveći očekivani godišnji rast do 2020. godine ima šumarstvo (46%), a slijede poljoprivreda (31%) i obnovljivi izvori energije (25%) (European Commission 2019).

Platforme DIAS trebaju zadovoljiti opće zahtjeve pristupa podacima i informacijama programa Copernicus, operativnosti u pogledu pouzdanosti, robusnosti i performansi, dopunjavanja tradicionalnog sustava diseminacije te promicanja evolucije projekata od istraživanja do poslovanja bez promjene okruženja eksploatacije.

4. Zaključci

Tržište daljinskih istraživanja doživljava snažne trendove kao što su promjene u poslovnim modelima prema razvoju aplikacija koje omogućavaju izvještavanje i davanje informacija u gotovo stvarnom vremenu, sve više integriranih rješenja, razvoj aplikacija baziranih na računalstvu u oblaku i korištenju umjetne inteligencije za poboljšanje vrijednosti analitike. U tom kontekstu, program Copernicus ima sve veću ulogu u pogledu korisnika profitirajući od sve veće informiranosti korisnika, razvoja usluga i progresivne prilagodbe tržišta kako bi se ispunile specifične potrebe krajnjih korisnika.

Usluge programa Copernicus imaju znatnu primjenu u analizi, planiranju, predviđanju, praćenju, pregledu podataka i upravljanju podacima o stanju kopna, atmosferi, klimatskim promjenama, morskom okolišu, sigurnosti (nadzoru granice i pomorskog prometa) te kriznim situacijama. Tijekom proljeća 2020. godine za vrijeme krize COVID-19, zbog sigurnosnih mjera provedeno je ograničenje kretanja ljudi u velikom broju zemalja diljem svijeta, a rezultati smanjenog onečišćenja okoliša što ga je prouzročio čovjek vidljivi su pomoću usluge programa Copernicus. Analiza prozirnosti mora u venecijanskoj laguni prije i nakon zaustavljanja brodskog prometa zbog krize COVID-19 pokazala je razbistrenje mora zbog smanjenog prometa u kanalima i okolnom području. Osim toga, zabilježena je bolja kvaliteta zraka u Europi tijekom krize na osnovi satelitskih i zemaljskih opažanja te korištenjem naprednih numeričkih modela regionalnog modela servisa za procjenu očekivanih učinaka mjera na kvalitetu površinskog zraka kroz površinske koncentracije NO₂ i PM10. Praćenje morskog okoliša provedeno je na osnovi podataka satelita Sentinel-2, a praćenje stanja atmosfere korištenjem podataka usluge praćenja stanja atmosfere programa Copernicus.

Dobrobit usluga programa Copernicus u poljoprivredi vidljiva je iz korištenja usluga praćenja stanja kopna za procjenu izravne potpore poljoprivrednicima

povezane s površinom i za provjeru aktivnosti koje se odvijaju na poljoprivrednim zemljištima tijekom cijele godine, a provode ih agencije za plaćanja u državama članicama Europske komisije.

Lokalni primjer korištenja podataka usluga programa Copernicus je primjena usluge upravljanja kriznim situacijama za pružanje podrške pri procjeni utjecaja od potresa jačine 5,5 stupnjeva po Richterovoj ljestvici koji se dogodio u Zagrebu 22. ožujka 2020. godine. Snimke satelita dostupne preko platformi DIAS koriste se za procjenu štete i davanje korisnih informacija pri donošenju odluka u kriznom menadžmentu akterima uključenima u upravljanje prirodnim katastrofama. Komponenta brzog mapiranja korištena je za dostavu GIS-karata i kratkih GIS-analiza u roku nekoliko sati i dana odmah nakon potresa, a na osnovi satelitskih snimki dobivenih neposredno nakon potresa moguće je dati procjenu veličine i lokacije pogođenog područja prema oštećenim građevinama. Značajna je primjena komponente mapiranja za podršku aktivnostima oporavka, smanjenja rizika od katastrofa, prevencije i spremnosti nakon potresa te za davanje preporuka za poboljšanje reakcije u slučaju novog potresa slične jačine.

Platforme DIAS daju pristup velikim količinama podataka vodeći se politikom otvorenog pristupa podacima te korištenja, obrade, pregleda, otkrivanja i preuzimanja podataka programa Copernicus. Vizija je Europske komisije da platforme DIAS olakšavaju širokom spektru korisnika iz različitih industrija primjenu i korištenje usluga programa Copernicus u Europi i širom svijeta, širenje poslovanja pružanjem usluge preko DIAS-a, povećanje ponude podataka te ostvarivanje dugotrajne i održive usluge eksploatacije.

Cilj je omogućiti korisnicima sredstva za pristup velikoj količini kvalitetnih podataka i informacija programa Copernicus i za njihovu uporabu, otvoreno okruženje, pružanje boljih usluga svim tipovima korisnika, širenje baze korisnika, pružanje podrške otvaranju novih tržišta, promoviranje europske inicijative u daljinskim istraživanjima i poticanje kompetitivnog razvoja za postizanje inovacija srednjih korisnika i ponude izbora krajnjim korisnicima.

Trenutačno je operativno šest usluga programa Copernicus, a očekuje se da će napretkom tehnologije, podizanjem svijesti građana diljem svijeta o dostupnosti podataka programa Copernicus baziranoj na politici besplatnog, potpunog i otvorenog pristupa, s obzirom na širinu primjene i projekciju razvoja načela kombinacije satelitskih i *in situ* podataka i razvojem potreba postojećih i novih korisnika za upotrebom novih servisa, doći do proširenja spektra usluga programa Copernicus i otvaranja novih mogućnosti u razvoju infrastrukture lokalnih prostornih podataka. Očekivan je znatan utjecaj na tržište za prikupljanje, mjerenje i razvoj *in situ* podataka na kopnu, moru i u zraku i na razvoj tehničkih komponenti novih generacija satelita. Time se upotpunjava mreža *ground truth* podataka i povećava prostorna i vremenska razlučivost satelitskih podataka.

Program Copernicus i dalje snažno utječe na industrijski sektor, a njegov će utjecaj samo rasti. Podaci programa Copernicus imaju širok raspon primjene za raznolike segmente korisnika u GIS-u, poljoprivredi, šumarstvu, korištenju nafte i plina, procjeni kvalitete zraka, urbanom nadzoru, transportu, turizmu, istraživanju klimatskih promjena i okoliša, pomorskom iskorištavanju i očuvanju, upravljanju katastrofama, osiguranju od prirodnih katastrofa, zdravstvu te sigurnosti i obrani. Politika slobodnog, cjelovitog i otvorenog pristupa podacima i korištenja podataka rezultira pozitivnim utjecajem u korištenju po-

dataka i informacija programa Copernicus u sadašnjosti i postavlja očekivani rast trenda za još veći pozitivni utjecaj u budućnosti. Nova tehnologija velikih podataka (*big data*) nudi dodatne mogućnosti. Očekuje se da će trend obujma usluga i raspona korištenja podataka programa Copernicus nastaviti pozitivan rast u budućnosti i pokazati kako tržište daljinskih istraživanja ne samo da koristi digitalnu revoluciju, već igra i njezinu sastavnu ulogu.

Literatura

- Broglia, M., Louvrier, C., Lemoine, G. (2013): Copernicus-EMS Mapping Guidelines and Best Practice, JRC Technical Report, Ed. JRC83027, (<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC83027/lbna-26072-en-n.pdf>).
- EARSC (2019): A Survey into the State & Health of the European EO Services Industry, European Association of Remote Sensing Companies, EO Industry Survey Report.
- Euroconsult (2018): Satellite Based Earth Observation, Market Prospects to 2027, 11th Edition, A Euroconsult Research Report.
- European Commission (2018): The DIAS: User-friendly Access to Copernicus Data and Information, (https://www.copernicus.eu/sites/default/files/Copernicus_DIAS_Factsheet_June2018.pdf).
- European Commission (2019): Copernicus Market Report, PricewaterhouseCoopers, February 2019, (https://www.copernicus.eu/sites/default/files/2019-02/PwC_Copernicus_Market_Report_2019_PDF_version.pdf).
- Europski revizorski sud (2020): Primjena novih tehnologija snimanja u praćenju zajedničke poljoprivredne politike: napredak je općenito postojan, iako sporiji kad je riječ o praćenju u područjima klime i okoliša, Tematsko izvješće 04/2020, (https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR20_04/SR_New_technologies_in_agri-monitoring_HR.pdf).

Mrežne adrese

- URL 1: Autorska prava i licencije,
<https://www.copernicus.eu/hr/prakticne-upute/autorska-prava-i-licencije>,
(8. 5. 2020.).
- URL 2: Infrastruktura,
<https://www.copernicus.eu/hr/o-programu-copernicus/infrastruktura>,
(8. 5. 2020.).
- URL 3: Catalogue of satellite missions,
<http://database.eohandbook.com/database/missiontable.aspx>, (8. 5. 2020.).

- URL 4: ESA Sentinel Online,
<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions>, (8. 5. 2020.).
- URL 5: Usluge,
<https://www.copernicus.eu/hr/usluge>, (8. 5. 2020.).
- URL 6: Kopno,
<https://www.copernicus.eu/hr/usluge/kopno>, (8. 5. 2020.).
- URL 7: Krizne situacije,
<https://www.copernicus.eu/hr/usluge/krizne-situacije>, (8. 5. 2020.).
- URL 8: Atmosfera,
<https://www.copernicus.eu/hr/usluge/atmosfera>, (8. 5. 2020.).
- URL 9: European Air Quality Information in Support of the COVID-19 Crisis,
<https://atmosphere.copernicus.eu/european-air-quality-information-support-covid-19-crisis>, (9. 5. 2020.).
- URL 10: Morski okoliš,
<https://www.copernicus.eu/hr/usluge/morski-okolis>, (8. 5. 2020.).
- URL 11: Covid19 Reveals Human Impact on Environment: Example of Venice Water Transparency Seen by Copernicus,
<https://marine.copernicus.eu/venicewatertransparency/>, (9. 5. 2020.).
- URL 12: Sigurnost,
<https://www.copernicus.eu/hr/usluge/sigurnost>, (8. 5. 2020.).
- URL 13: Klimatske promjene,
<https://www.copernicus.eu/hr/usluge/klimatske-promjene>, (8. 5. 2020.).
- URL 14: Ukratko o programu Copernicus,
<https://www.copernicus.eu/hr/o-programu-copernicus/ukratko-o-programu-copernicus>, (8. 5. 2020.).
- URL 15: DIAS,
<https://www.copernicus.eu/hr/pristup-podacima/dias>, (8. 5. 2020.).
- URL 16: Kako pristupiti podacima,
<https://www.copernicus.eu/hr/prakticne-upute/kako-pristupiti-podacima>,
(29. 5. 2020.).
- URL 17: DIAS Comparison,
<http://earsc.org/news/dias-comparison>, (27. 3. 2020.).

Copernicus Services and DIAS – Evaluation of Efficiency and Applicability

ABSTRACT. Copernicus is the European Union's Earth observation and monitoring programme that delivers data and information to better understand the Earth and sustainably manage the environment. Based on the processing of environmental data collected from Earth observation Sentinel satellites, contributing missions and in situ sensors, Copernicus services provide near-real-time data on a global level. From 2008 up to 2020, the expected investment of the European Commission and the European Space Agency in the Copernicus programme is EUR 8.2 billion. Copernicus services transform satellite and in situ data into value-added information by processing and analysing data – data sets that have been collected over the years have become comparable and searchable. The Copernicus programme has six services (land, marine, atmosphere, climate change, emergency, and security) that support the development of many applications by offering products to users in the geoinformatics sector through Geographic Information System (GIS). As of June 2018, Copernicus Data and Information Access Services are operational through five access platforms known as DIAS. Cloud-based platforms have been developed to facilitate and standardize access to Copernicus data and information. Because DIAS platforms provide mass storage and data processing services, users can access information from a single-entry point. The Copernicus programme provides and, in the future, will provide even more new business opportunities for development in many areas such as environmental protection, urban management, spatial planning, agriculture, forestry, fisheries, transport, climate change, tourism, etc.

Keywords: Copernicus programme, Sentinel satellites, Copernicus services, DIAS, GIS, European Commission, European Space Agency.

Primljeno / Received: 2020-07-03

Prihvaćeno / Accepted: 2020-08-06